

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INFLUENCIA DEL EMPOTRAMIENTO DE TUBERIAS SOBRE EL
COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOSAS ALIGERADAS**

TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ESTRUCTURAS

AUTOR: Br. ANGULO RUIZ, ELIZABETH CECILIA
Br. RODRÍGUEZ BOCANEGRA, JENNY ISABEL
ASESOR: Ing. VERTIZ MALABRIGO, MANUEL ALBERTO

TRUJILLO - PERÚ
2017

**TESIS: INFLUENCIA DEL EMPOTRAMIENTO DE TUBERIAS
SOBRE EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOSAS
ALIGERADAS**

ELABORADA POR:

Br. ANGULO RUIZ, ELIZABETH CECILIA

Br. RODRÍGUEZ BOCANEGRA, JENNY ISABEL

JURADO EVALUADOR:

ING. BURGOS SARMIENTO, TITO ALFREDO
CIP 82596
PRESIDENTE

ING. GARCIA RIVERA, JUAN PABLO
CIP 68614
SECRETARIO

ING. NARVAEZ ARANDA, RICARDO
CIP 58776
VOCAL

ASESOR:

Ing. VERTIZ MALABRIGO, MANUEL ALBERTO
CIP 71188
ASESOR

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

De conformidad y en cumplimiento de los requisitos estipulados en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, es grato poner a vuestra disposición el presente trabajo de investigación titulado: **“INFLUENCIA DEL EMPOTRAMIENTO DE TUBERIAS SOBRE EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOSAS ALIGERADAS”** con el propósito de que se nos otorgue el Título Profesional de Ingeniero Civil.

El contenido de la presente tesis ha sido desarrollada considerando las normas establecidas en el ACI (American Concrete Institute) en especial en los REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318S-05) Y COMENTARIOS (ACI 318SR-05), la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la formación profesional que nos brindó la Universidad, y con la ayuda de varios docentes que gracias a sus experiencias nos ayudaron a poder formar lo que hoy pondremos a vuestra disposición en este documento de investigación.

Bach. Angulo Ruiz, Elizabeth Cecilia

Bach. Rodríguez Bocanegra, Jenny Isabel

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por darme la oportunidad de vivir grandes experiencias a través del desarrollo de este trabajo de investigación; el cual no solo ayudo a obtener más conocimiento práctico de la carrera, sino que también incremento mi perspectiva a la hora de tomar decisiones.

A mi padre, Delfio Abad Angulo Chávez, el cual siempre ha sido mi ejemplo a seguir y espero que desde el cielo celebre junto a mí los logros que seguiré obteniendo a lo largo de mi vida profesional.

A mi mamá, por ser una mujer llena de virtudes y fuerzas con las cuales me motivo a seguir adelante, a pesar de las dificultades y pérdidas siempre me mostro una sonrisa, con lo cual me enseñó que los golpes de la vida sirven para madurar y aprender de ellos.

Bach. Angulo Ruiz, Elizabeth Cecilia

A Dios por permitirme llegar hasta este momento tan especial, por los buenos y malos momentos que me han ensañado a valorar y a ser de mí una mejor persona.

A mi madre Rosa Bocanegra Sevillano, por ser incondicional, por ser mi fuerza, por creer en mí, porque siempre obtuve su apoyo y sus consejos que no me dejaron vencer.

A mi padre Roger Rodríguez Piminchumo, que gracias a su apoyo, sus enseñanzas de vida y formación de valores y principios hizo de mí una persona de bien, por el sacrificio y esfuerzo que me brindó que todo ello sirvió para poder alcanzar este logro.

A mis tres hermanos por estar siempre conmigo, por su apoyo constante, por las enseñanzas y momentos vividos, espero ser un ejemplo y orgullo, esto va dedicado para cada uno de ustedes, en especial a mi hermano mayor, Augusto que inculco en mi esta vocación.

Bach. Rodríguez Bocanegra, Jenny Isabel

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios; por darme el privilegio de vivir y ser mi guía y fuerza en todo momento. Gracias por que a pesar de las adversidades me ha mantenido en pie para lograr los objetivos que tenía planeado.

Agradezco a mi madre; porque ella a través de sus esfuerzos y sacrificios me brindo la ayuda necesaria para lograr cumplir mis sueños y metas. Agradezco sus palabras de ánimo y sabios consejos que me dio a lo largo de la vida.

Agradezco a los profesores que nos brindaron su tiempo y buenos consejos para sacar adelante la tesis; la ing. Rocío Durand Orellana y al ing. Juan Urteaga García.

Bach. Angulo Ruiz, Elizabeth Cecilia

Agradecer a Dios por ser mi guía y protección durante este camino, por darme la fuerza para vencer y superar los obstáculos que se presentaron en mi vida.

Agradezco a mis padres, por toda la ayuda y apoyo incondicional que me brindaron, que gracias a ellos he podido llegar hasta aquí, por sus enseñanzas y consejos que sirvieron de formación para alcanzar este logro.

Agradezco a los ingenieros que nos orientaron siempre hacia adelante mostrando una paciencia en las diversas revisiones de cada capítulo, sus ideas, experiencia, y sugerencias han hecho que esta investigación sea más clara y definida, logrando culminar la tesis; la ing. Rocío Durand Orellana y al ing. Juan Urteaga García.

Bach. Rodríguez Bocanegra, Jenny Isabel

ÍNDICE

CAPITULO I	13
INTRODUCCIÓN	13
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	13
1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA:	14
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.4 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	15
1.5 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	15
1.6 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	16
CAPITULO II	17
MARCO TEÓRICO	17
2.1 ANTECEDENTES	17
2.2 DEFINICIONES	18
CAPITULO III	25
MATERIAL Y EQUIPOS	25
3.1 MATERIALES	25
3.2 EQUIPOS	30
CAPITULO IV	36
DESARROLLO Y ENSAYO EXPERIMENTAL	36
4.1 DESARROLLO	36
4.2 ENSAYO	61
CAPITULO V	71
RESULTADOS	71
CAPITULO VI	75
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	75
CAPITULO VII	77
CONCLUSIONES	77
CAPITULO VIII	78
RECOMENDACIONES	78
CAPITULO IX	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
CAPITULO X	80
ANEXOS	80
ANEXOS FOTOGRÁFICOS	85

ÍNDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen N° 01. Ilustración de cómo se deforma la flexión.</i>	22
<i>Imagen N° 02. Tipo de cemento usado en la ejecución del proyecto.</i>	26
<i>Imagen N° 03. Imagen de comparador de carátula.</i>	31
<i>Imagen N° 04. Fotografía de la gata hidráulica utilizada en el ensayo.</i>	32
<i>Imagen N° 05. Fotografía del marco de carga.</i>	32
<i>Imagen N° 06. Imagen en AutoCad del apoyo de las losas, vista de perfil.</i>	33
<i>Imagen N° 07. Imagen en AutoCad del apoyo de las losas, vista de planta.</i>	33
<i>Imagen N° 08. Foto del apoyo de las losas.</i>	34
<i>Imagen N° 09. Imagen del montacargas usado en el ensayo.</i>	34
<i>Imagen N° 10. Fotografía del molde de metal usado para los probetas de la losas aligeradas.</i>	36
<i>Imagen N° 11. Fotografía de la madera usada para el encofrado de las losas.</i>	37
<i>Imagen N° 12. Fotografía cortando el alambre N°16 para los amarres de las viguetas.</i>	37
<i>Imagen N° 13. Fotografía de los ladrillos Techo 15.</i>	38
<i>Imagen N° 14. Fotografía cortando el acero de ½" para las viguetas de borde.</i>	40
<i>Imagen N° 15. Fotografía del doblado de las viguetas.</i>	41
<i>Imagen N° 16. Fotografía de como quedaron las viguetas después de ser dobladas.</i>	41
<i>Imagen N° 17. Fotografía del armado de las vigueta de borde.</i>	42
<i>Imagen N° 18. Fotografía del encofrado completo para la losa.</i>	43
<i>Imagen N° 19. Fotografía del momento en el que se le está aplicando petróleo.</i>	43
<i>Imagen N° 20. Fotografía cortando el ladrillo para poder colocarlo en la losa.</i>	44
<i>Imagen N° 21. Fotografía armando la vigueta de borde de 0.87 m.</i>	44
<i>Imagen N° 22. Fotografía del amarre realizado a las viguetas de borde.</i>	45
<i>Imagen N° 23. Fotografía armando la vigueta de borde de 1.47 m.</i>	45

<i>Imagen N° 24. Fotografía amarrando las viguetas de borde.</i>	46
<i>Imagen N° 25. Fotografía amarrando las viguetas a la vigueta de borde.</i>	46
<i>Imagen N° 26. Fotografía de la ubicación final de las viguetas junto a las viguetas de borde.</i>	47
<i>Imagen N° 27. Fotografía del momento en que se rocía agua a los ladrillos antes de colocar la mezcla.</i>	47
<i>Imagen N° 28. Fotografía del agregado grueso usado para la mezcla.</i>	48
<i>Imagen N° 29. Fotografía del agregado fino usado para la mezcla.</i>	48
<i>Imagen N° 30. Fotografía del mezclado de los agregados, el cemento y el agua.</i>	49
<i>Imagen N° 31. Fotografía de la limpieza del encofrado metálico de la losa.</i>	50
<i>Imagen N° 32. Fotografía de la ubicación del ladrillo y encofrado.</i>	50
<i>Imagen N° 33. Fotografía de la ubicación del ladrillo y viguetas de borde.</i>	51
<i>Imagen N° 34. Fotografía en la que se observa los dados de concreto para que no choque la vigueta de borde con la madera, y el espacio necesario que hay entre la viga de borde y el ladrillo.</i>	51
<i>Imagen N° 35. Fotografía en la que se observa el corte de los ladrillos para que pueda pasar la tubería.</i>	52
<i>Imagen N° 36. Fotografía en la que se observa el momento en el que se está distribuyendo la tubería para hacer el corte respectivo a los ladrillos.</i>	52
<i>Imagen N° 37. Fotografía en la cual se corta la tubería para que encaje en los orificios de los ladrillos.</i>	53
<i>Imagen N° 38. Se utilizó pegamento Ultra-PEG.</i>	53
<i>Imagen N° 39. Se utilizó una tortola para amarrar el alambre.</i>	54
<i>Imagen N° 40. Finalizando el armado de la losa.</i>	54
<i>Imagen N° 41. Una vez terminado el diseño de mezcla, se preparó y añadió a la losa.</i>	55
<i>Imagen N° 42. Se tuvo mucho cuidado con el vibrado en las viguetas de borde ya que se podría salir la mezcla por esos lugares.</i>	55
<i>Imagen N° 43. Se tuvo mucho cuidado con el vibrado en las viguetas de borde ya que se podría salir la mezcla por esos lugares.</i>	56
<i>Imagen N° 44. Se pasó un badilejo al terminar de vaciar la mezcla para nivelar la losa.</i>	57
<i>Imagen N° 45. Armado de la losa con tubería perpendicular a la vigueta.</i>	58

<i>Imagen N° 46. Curado de las losas.</i>	59
<hr/>	
<i>Imagen N° 47. Probeta de concreto a 1/3 de su longitud.</i>	59
<i>Imagen N° 48. Probeta de concreto a 2/3 de su longitud.</i>	60
<i>Imagen N° 49. Probeta de concreto.</i>	60
<i>Imagen N° 50. Ubicación de los apoyos con el montacargas, sobre la estructura metálica en la cual se efectuará el desarrollo de los ensayos.</i>	62
<i>Imagen N° 51. Se utilizó una regla de nivel para corroborar que el equipo a usar estuviera correctamente ubicado.</i>	62
<i>Imagen N° 52. Colocación del gato hidráulico</i>	63
<i>Imagen N° 53. Incorporación del deformímetro a la maquinaria mediante soldadura, para mejor rigidez.</i>	64
<i>Imagen N° 54. Ubicación de la losa sobre la balanza con ayuda del montacargas.</i>	64
<i>Imagen N° 55. Una vez colocada la losa en el centro de la balanza se procedía a medir el peso de la misma.</i>	65
<i>Imagen N° 56. Ubicación de la losa con el montacargas sobre los apoyos de acero en la maquinaria.</i>	66
<i>Imagen N° 57. Acomodando la losa aligerada con tubería para que su centro geométrico coincida con el centro de la gata.</i>	67
<i>Imagen N° 58. Ubicación de la losa en el centro de la maquinaria.</i>	67
<i>Imagen N° 59. Logramos observar a la losa ubicada en el centro del equipo, y a su vez logramos apreciar la gata hidráulica junto al deformímetro.</i>	68
<i>Imagen N° 60. Se aprecia todos los elementos ubicados de manera correcta y se inicia el ensayo.</i>	68
<i>Imagen N° 61. Conexión directa entre la gata hidráulica con el riel de acero, para distribuir la carga de manera equivalente a lo largo de la losa.</i>	69
<i>Imagen N° 62. Conexión mediante una pieza de acero entre la gata hidráulica con el riel de acero, para distribuir la carga de manera equivalente a lo largo de la losa.</i>	69
<i>Imagen N° 63. Observamos que el deformímetro y la losa están conectados por medio de una varilla de madera, con la cual se ha medido la deformación.</i>	70
<i>Imagen N° 64. Imagen en AutoCAD de la colocación de la tubería en la losa.</i>	77

TABLAS

<i>Tabla N° 01. Límite máximo de sustancias dañinas en el agregado grueso.</i>	27
<i>Tabla N° 02. Contenido máximo de iones cloruros para la protección contra la corrosión de la armadura.</i>	30
<i>Tabla N° 03. Dosificación de mezclas usadas en construcción.</i>	38
<i>TABLA N° 04. Equivalencias realizad en Excel.</i>	39
<i>Tabla N° 05. Equivalencia en Kg y Lt en Excel.</i>	39
<i>Tabla N° 06. Equivalencia calculada en baldes para campo.</i>	39
<i>Tabla N° 07. Datos de los aceros obtenidos de aceros Arequipa.</i>	40
<i>Tabla N° 08. Excel de las cantidades de agregados que se deben usar para la mezcla.</i>	49
<i>Tabla N° 09. Tabla de calibración brindada por la universidad de Piura, con la cual se desarrolló los gráficos de fuerza-deformación.</i>	61
<i>Tabla N° 10. Tabla de volumen y densidad de las losas aligeradas sometidas a ensayo.</i>	65
<i>Tabla N°11. Tabla de los resultados obtenidos de la losa aligerada sin tubería.</i>	71
<i>Tabla N° 12. Gráfica de los resultados obtenidos de la losa aligerada sin tubería.</i>	71
<i>Tabla N° 13. Tabla de los resultados obtenidos de la losa aligerada con tubería perpendicular.</i>	72
<i>Tabla N° 14. Gráfica de los resultados obtenidos de la losa aligerada con tubería perpendicular.</i>	72
<i>Tabla N° 15. Tabla de los resultados obtenidos de la losa aligerada con tubería paralela.</i>	73
<i>Tabla N° 16. Gráfica de los resultados obtenidos de la losa aligerada con tubería paralela.</i>	73
<i>Tabla N° 17. Tabla de los resultados obtenidos de la losa aligerada con tubería perpendicular enrollada.</i>	74
<i>Tabla N° 18. Gráfica de los resultados obtenidos de la losa aligerada con tubería perpendicular enrollada.</i>	74
<i>Tabla N° 19. Comparación de rigidez.</i>	75

RESUMEN

En el siguiente trabajo de investigación, titulado: “**INFLUENCIA DEL EMPOTRAMIENTO DE TUBERIAS SOBRE EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOSAS ALIGERADAS**”, expondremos el importante cuidado que se debe de tener cuando la losa aligerada presenta tubería de desagüe. El objetivo principal de esta investigación es poder observar y analizar el comportamiento estructural que presenta una losa aligerada sin tubería con otra losa aligerada que presenta tubería embebida en concreto. Para lo cual se desarrollaron probetas de losas con las dimensiones adecuadas para que pudieran ingresar en la máquina artesanal existente, ya que no existe ninguna normal para los ensayos de losas aligeradas, se adecuo, realizando un ensayo en la cual se midió la deformación de los probetas de losas y a su vez la fuerza que se aplicó a cada losa. Las probetas de losas aligeradas que desarrollamos en la siguiente investigación son: losas aligeradas sin tubería, losas aligeradas con tubería perpendicular a las viguetas, losas aligeradas con tubería paralelas a las viguetas y por último losas aligeradas con tubería perpendicular a las viguetas enrolladas con alambre N° 16. Todas estas losas se elaboraron con un concreto $f'c$ 210 kg/cm² ya que mayormente en las edificaciones de nuestro medio se usan esta resistencia.

ABSTRACT

In the following research paper, named: "**INFLUENCE OF THE EMBEDDING DUCTS OVER THE STRUCTURAL BEHAVIOR OF THE CORE SLABS**", we will explain the necessary caution to be taken when the core slabs have drain pipes. The aim of this research is to observe and analyze the structural behavior of a core slab without pipe and another one that is fitting a concrete cover slab. For this work we developed prototypes of core slabs with the appropriate dimensions to be able to fit them into the craft machine, since there is no a standard machine for the tests of this core slabs. They were adapted by doing a test in which the deformation and the power of the core slabs prototypes were measured. The core slabs prototypes that we are researching are: core slabs without pipe, core slabs with pipe in perpendicular to the joists, core slabs with pipe in parallel to the joists and finally core slabs with pipe in parallel to the joists wrapped to the wire number 16. All these core slabs were made with a concrete FCK 210, since this strength is used in the existing buildings.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Las edificaciones necesitan de varios sistemas para el desenvolvimiento de las actividades de las personas que lo habitan; entre los que podemos citar: el sistema sanitario, el sistema de gas, el sistema eléctrico y cualquier otro sistema que necesite para la función de los equipamientos requeridos.

El mayor inconveniente que presenciamos en las edificaciones es la instalación del sistema sanitario, y es más que necesario empotrar tuberías dentro de las losas con el fin de conectar todo el sistema o dar pase al sistema de ramales para la evacuación de aguas servidas.

Si bien es cierto, es necesario realizar un estudio teniendo en cuenta recomendaciones y criterios que no afecten estructuralmente el desempeño de las losas que presentan tuberías, pero en realidad, ¿cuánto afectan la presencia de estas tuberías en el comportamiento estructural de una losa?

Aun cuando se respete los criterios de estructuración la influencia sobre la resistencia a la flexión de la losa aligerada se ve afectada, en qué medida y con qué relevancia solo será posible determinarlo a través de ensayos, la presente investigación pretende determinarlos.

1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA:

Una de las limitantes del presente estudio es que solo se ensayarán losas aligeradas empotradas con tuberías desagüe, restringiendo a que éstas pertenezcan a losas que típicamente se emplean en sistemas sanitarios, sabiendo que existen otros sistemas en los que también existen tuberías embebidas en concreto, como son sistemas contra incendios, sistemas de aire acondicionado, etc.

Las losas aligeradas ensayadas son únicamente de 20 cm de peralte siendo este peralte el más común en las construcciones, dejando de lado las de otros peraltes.

Esta investigación está limitada solo al estudio del ramal principal, con 4” de diámetro, siendo este el más influyente en el análisis ya que este es de mayor dimensión generando un gran vacío dentro de la losa aligerada, más no se analizara el ramal secundario con diámetro de 2”.

Teniendo en cuenta las limitaciones de equipo y las posibilidades de mediciones a realizar, únicamente se ha medido la rigidez a la flexión pues la deflexión la hemos podido medir con facilidad. Para poder determinar la rigidez a la cortante, dado lo complejo de este fenómeno no se han realizado estas mediciones. Dejamos por lo tanto estas para investigaciones futuras.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es la influencia de las tuberías de desagüe empotradas en concreto sobre el comportamiento estructural de una losa aligerada?

1.4 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

1.4.1 Hipótesis General

- La presencia de tubería de desagüe embebida en concreto influye significativamente en la resistencia a la flexión de una losa aligerada.

1.4.2 Sistema de Variables

- Variable Dependiente:
 - Resistencia a la flexión.
- Variable Independiente:
 - La posición de la tubería de desagüe.

1.5 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.5.1 Objetivo general

- Determinar la influencia que tiene la presencia de tubería de desagüe embebida en concreto en la resistencia a la flexión de losas aligeradas.

1.5.2 Objetivos específicos

- Identificar las condiciones apropiadas para empotrar una tubería de desagüe en una losa aligerada.
- Observar el comportamiento estructural de la losa aligerada cuando tiene y no tiene empotrada tubería de desagüe, mediante ensayo a flexión.
- Comparar los resultados de los ensayos con los criterios básicos, cuando se pretende empotrar tubería en losas.

1.6 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El comportamiento estructural de una losa no debe variar con respecto al diseño con el que fue creado, el modificarlo puede incidir en la seguridad que brinda y puede causar no solo problemas económicos en reparación, sino también en accidentes de las personas que lo habitan.

La presente investigación tiene como fin comparar los resultados de los ensayos de dos casos en específico: una losa aligerada normal y una losa aligerada con tuberías embebidas en concreto, con el fin de determinar cuál es la influencia que las tuberías embebidas en concreto tienen sobre la resistencia a la flexión de las losas aligeradas, aun cuando se respeten los criterios y recomendaciones para su instalación.

El equipo investigador cuenta con los recursos financieros, materiales y el tiempo necesario para desarrollar la presente investigación, además de ellos cuentan con el respaldo de un laboratorio especializado para los ensayos correspondientes los cuales permitirán el correcto desarrollo de la tesis y presentar resultados reales y válidos.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

- Antecedente 1

Jiménez y Garcia, (2011). En su tesis de grado “Análisis del comportamiento de una placa maciza en una dirección, en la zona de fisura de una viga”. Analizaron el comportamiento y resistencia al corte de una plaza maciza en una dirección, cuando se encuentra apoyada en la zona de fisuración de la viga, por medio de un modelo a escala reducida. De este trabajo resalto el aporte de presentar una metodología muy detallada sobre los ensayos realizados a una loza maciza la cual servirá para el desarrollo de la tesis.

- Antecedente 2

Dumar y Tobias, (2006). En su tesis de grado “Análisis de efectos causados a la estructura de una edificación por la distribución de instalaciones hidráulicas y sanitarias”. Determinaron los efectos causados en la estructura por la problemática de tener instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificaciones. De este trabajo se puede resaltar las diversas patologías que fueron caracterizadas por los autores, lo cual permite tener una base teórica de como evaluar las diferentes problemáticas cuando se realizan instalaciones sanitarias, de manera específica cuando existen tuberías embebidas en concreto en elementos estructurales.

- Antecedente 3

Paredes y Reyes (2015). En su tesis de grado “Influencia del uso de adhesivo epoxico colmafix 32 como puente adherente en vigas de concreto armado sujetas a flexión para la recuperación de su monolitismo”. Evaluaron la influencia y en qué medida varia el monolitismo de un elemento estructural en particular sometido a flexión (viga), habiendo empleado el adhesivo epoxico Colmafix32 como puente adherente. En este trabajo, el aporte que nos brinda son los conocimientos necesarios para analizar la flexión de un elemento estructural (losa) frente a cargas que lo deforman.

2.2 DEFINICIONES

LOSAS

Las losas son elementos estructurales horizontales con dimensiones en planta muy grande comparados con su altura, esta estructura soporta cargas perpendiculares a su plano, proporciona superficies planas en los diferentes niveles incluyendo la primera losa llamada losa de cimentación.

Se llama losa aligerada porque se coloca algunas piezas de material más ligero que el concreto, estos materiales pueden ser bloques de concreto ligero, barro, o incluso de poli estireno, los ya famosos casetones y bovedillas. Esto da como resultado una losa de mayor peralte, pero de un peso mucho menor que si estuviera en su totalidad rellena de concreto.

Las losas aligeradas cumplen básicamente tres funciones:

- Transmitir hacia los muros o vigas el peso de los acabados, su mismo peso, el peso de los muebles, el de las personas, etc.

- Transmitir hacia los muros las fuerzas que producen los terremotos.
- Unir los otros elementos estructurales (columnas, vigas y muros) para que toda la estructura trabaje en conjunto, como si fuera una sola unidad.

A partir del día siguiente del vaciado se debe curar la losa regándola con agua durante una semana, tres veces al día esto para evitar el agrietamiento de la losa.

TUBERÍA

El uso del PVC en fontanería nos ha permitido obviarnos muchas de las complicaciones que se presentaban al utilizar tuberías de plomo o hierro. Este tipo de tuberías están disponibles para sistemas de agua caliente y agua fría; asimismo existen infinidad de accesorios y complementos diseñados para este tipo de sistema. Las tuberías de PVC se caracterizan por ser de fácil trabajabilidad, maniobrables, proporcionan un mayor caudal, alta resistencia (hasta PN 25 bar), son inertes e inocuas, presentan un alto grado de estabilidad química, alta resistencia al fuego, facilidad de transporte, pueden ser inclusive dobladas con herramientas especiales y funcionan tanto con rosca como a presión, para el primer caso y con el fin de obtener un buen sellado hay que emplear cinta teflón para unir las roscas, en cambio para el caso de emplearse tuberías a presión se emplea pegamento de PVC; en ambos casos se obtienen uniones durables y resistentes a presiones de unos PN 25 bar. El PVC es muy resistente a productos corrosivos, disfruta de un índice de dilatación térmica razonable y los tramos de tubería se unen fácilmente con adhesivos especiales.

TUBERÍA EMBEBIDA EN CONCRETO

6.3.1 — Se permite, previa aprobación del ingeniero, embeber en el concreto tuberías, ductos e insertos de cualquier material que no sea perjudicial para el concreto y que esté dentro de las limitaciones de 6.3, siempre y cuando se considere que ellos no reemplazan estructuralmente al concreto desplazado, excepto en lo previsto en 6.3.6.

6.3.2 — No deben dejarse embebidos en el concreto estructural tuberías y ductos de aluminio, a menos que se recubran o se pinten adecuadamente para evitar la reacción concreto-aluminio, o la acción electrolítica entre el aluminio y el acero.

6.3.3 — Los ductos, tuberías e insertos que pasen a través de losas, muros o vigas, no deben debilitar significativamente la resistencia de la estructura.

6.3.5 — Excepto cuando los planos de los ductos y tuberías hayan sido aprobados por el ingeniero estructural, las tuberías y ductos embebidos en una losa, muro o viga (diferentes de los que sólo pasan a través de estos elementos) deben satisfacer 6.3.5.1 a 6.3.5.3.

6.3.5.1 — No deben tener dimensiones exteriores mayores que $1/3$ del espesor total de la losa, muro o viga, donde estén embebidos.

6.3.5.2 — No deben estar espaciados a menos de 3 veces su diámetro o ancho medido de centro a centro.

6.3.5.3 — No deben afectar significativamente la resistencia del elemento.

6.3.6 — Se puede considerar que los ductos, tuberías e insertos sustituyen estructuralmente en compresión al concreto desplazado si cumplen con 6.3.6.1 a 6.3.6.3.

6.3.6.1 — No estén expuestos a la corrosión o a otra causa de deterioro.

6.3.6.3 — Tengan un diámetro interior nominal no superior a 50 mm y estén separados no menos de 3 diámetros medido de centro a centro.

6.3.7 — Las tuberías y sus conexiones deben diseñarse para resistir los efectos del fluido, la presión y la temperatura a las cuales van a estar sometidas.

6.3.8 — Ningún líquido, gas o vapor, excepto el agua cuya temperatura y presión no excedan de 32° C ni de 0.35 MPa respectivamente, debe colocarse en las tuberías hasta que el concreto haya alcanzado su resistencia de diseño.

6.3.10 — El recubrimiento de concreto para las tuberías y sus conexiones no debe ser menor de 40 mm en superficies de concreto expuestas a la intemperie o en contacto con el suelo, ni menos de 20 mm en aquellas que no estén directamente en contacto con el suelo o expuestas a la intemperie.

6.3.11 — Debe colocarse refuerzo en dirección normal a la tubería, con un área no menor de 0.002 veces el área de la sección de concreto.

6.3.12 — Las tuberías y ductos deben fabricarse e instalarse de tal forma que no requiera cortar, doblar o desplazar el refuerzo de su posición apropiada.¹

¹ REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318S-05) Y COMENTARIOS (ACI 318SR-05) pág. 85

FLEXIÓN

Un elemento estará sometido a flexión cuando actúen sobre la carga que tiendan a doblarlo. Ha este tipo de esfuerzo se ven sometidas las vigas de una estructura.

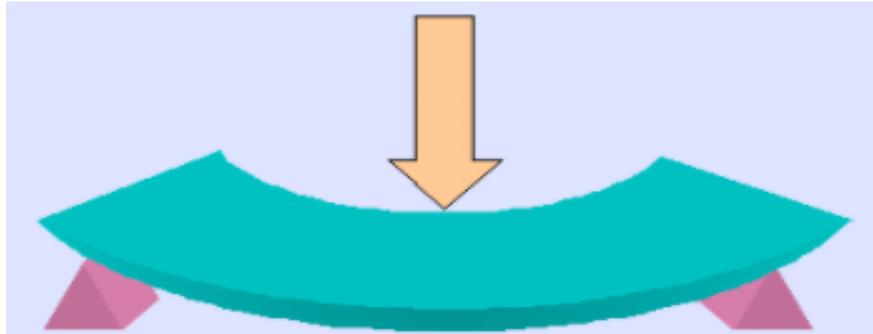


Imagen N° 01. Ilustración de cómo se deforma la flexión.

Estructuralmente, la flexión es la transmisión en horizontal de cargas verticales con el fin de salvar una determinada distancia entre apoyos. Este mecanismo no opera mediante la “Forma” sino aprovechando los “esfuerzos internos” que se oponen a la Deformación, combinando Tracción con Compresión.

Es decir, depende de:

- La RESISTENCIA molecular del material ante los esfuerzos de Tracción y Compresión
- La RIGIDEZ aportada por Las dimensiones y forma de la sección

Hay que tener en claro dos definiciones que generalmente se confunden y son: “Resistencia” con “Rigidez”:

- La RESISTENCIA se opone al “ESFUERZO” (acortamiento, alargamiento)
- La RIGIDEZ se opone a la “DEFORMACIÓN”

Por lo tanto, una pieza capaz de trabajar a la Flexión tiene que tener Resistencias de tracción muy similares, lo que explica el predominio de la madera para cumplir ese rol entre los materiales naturales, y del acero y el Hormigón Armado entre los artificiales.

TIPOS DE FLEXIÓN

- Flexión Simple:
Se dice que la flexión es simple cuando la deformada del eje de la barra es una curva contenida en el plano de las solicitaciones. Si el plano de las solicitaciones para por uno de los ejes principales de inercia de la sección transversal, entonces la flexión se denomina simple o plana.
- Flexión Pura:
Se dice que una viga trabaja a flexión pura cuando en cualquier sección solo existe momento flector. Cuando un trozo de viga trabaja a flexión simple es porque existe momento flector y esfuerzo cortante. Y cuando una viga trabaja a flexión compuesta es porque en cualquier sección existe momento flector, esfuerzo cortante y esfuerzo normal.
- Flexión Compuesta:
Se dice que una pieza está sometida a flexión compuesta cuando está sometida a flexión, a tracción y a compresión a la vez.

LEY DE HOOKE

Antes de empezar con la explicación de la ley de Hooke, debemos tener en claro algunos conceptos.

Cuando se aplica una fuerza sobre un material obtenemos como resultado que este se estira o comprime. Lo importante es la fuerza aplicada por unidad de área; llamamos esfuerzo a esta cantidad.

Cada material responde de forma distinta al esfuerzo, y los detalles de la respuesta son importantes para nosotros como ingenieros; es por esto que nace el motivo de esta tesis, el poder comparar a través de la deformación de los diferentes probetas de las losas, cual de ellas pierde más su rigidez.

Por lo general, hay 2 tipos de deformación:

DEFORMACIÓN ELÁSTICA; cuando se quita el esfuerzo, el material regresa a la forma que tenía originalmente. La deformación es reversible y no es permanente.

DEFORMACIÓN PLÁSTICA; esta ocurre cuando se aplica un esfuerzo tan grande a un material que al retirarlo el material no regresa a su forma anterior. Hay una deformación permanente e irreversible. Llamamos límite elástico del material al valor mínimo de esfuerzo necesario para producir una deformación plástica.

La ley de elasticidad de Hooke o ley de Hooke, establece la relación entre el alargamiento o estiramiento longitudinal y la fuerza aplicada. La elasticidad es la propiedad física en la que los objetos con capaces de cambiar de forma cuando actúa una fuerza de deformación sobre un objeto. El objeto tiene la capacidad de regresar a su forma original cuando cesa la deformación. Depende del tipo de material. Los materiales pueden ser elásticos o inelásticos.

CAPITULO III

MATERIAL Y EQUIPOS

3.1 MATERIALES

A continuación detallaremos los materiales usados en la investigación bajo la norma E.060 de Concreto Armado.

- *CEMENTO PORTLAND*

Producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker.

En el presente trabajo de investigación se usó el cemento Pacasmayo Extraforte ICo el cual presenta las siguientes características:

El cemento Extraforte ICo es un cemento de uso general recomendado para columnas, vigas, losas, cimentaciones y otras obras que no se encuentren en ambientes salitrosos. Este cemento contiene adiciones especialmente seleccionadas y formuladas que le brindan buena resistencia a la compresión, mejor maleabilidad y moderado calor de hidratación.

Propiedades:

- Moderado calor de hidratación
- Mejor trabajabilidad

Aplicaciones

- Obras de concreto y de concreto armado en general
- Morteros en general
- Pavimentos y cimentaciones
- Estructuras de concreto masivo²



Imagen N° 02. Tipo de cemento usado en la ejecución del proyecto.

- **AGREGADO FINO**

Árido que pasa por el tamiz de abertura nominal de 5 mm y es retenido en el de 0.8 mm (N°200), agregado fino o árido fino se refiere a la parte del árido o material inerte que interviene en la composición del hormigón, sometido a tratamiento de trituración. En la fragmentación artificial, las rocas son chancadas o trituradas en lugares llamados plantas de áridos. Las rocas utilizadas son normalmente de caliza, granito, basalto, dolomita y cuarzo, entre otras.

El agregado fino se emplea en el concreto para mejorar las propiedades de la mezcla plástica, facilitar el acabado, promover la

² <http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/cementos/adicionado/extraforte/>

uniformidad e impedir la segregación. Estas mejoras se logran, en gran parte, por la composición granulométrica, el tamaño, la forma y la textura de la superficie de las partículas.

Con excepción del agregado ligero, el agregado fino para concreto debe consistir en arena natural, arena manufacturada o una combinación de ambas.

El agregado fino o arena deberá cumplir con los requisitos establecidos en la norma, es decir, no deberá contener cantidades de arcilla, limo, álcalis, mica, materiales orgánicos y otras sustancias perjudiciales.³

- **AGREGADO GRUESO**

Agregado retenido en el tamiz 4.75 mm (N°4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas.

El agregado grueso debe ser duro, resistente, limpio y sin recubrimiento de materiales extraños o de polvo, los cuales, en caso de presentarse, deberán ser eliminados mediante un proceso adecuado.

Sustancia	Norma	Limite maximo (%)
Material que pasa por el tamiz N° 200	(ASTM C 117)	máx. 0.5
Materiales ligeros	(ASTM C 123)	máx. 1
Grumis de arcilla	(ASTM C 142)	máx. 0.5
Otras sustancias dañinas	-	máx. 1
Pérdida por intemperismo	(ASTM C 88, método Na ₂ SO ₄)	máx. 12

Tabla N° 01. Límites máximos de sustancias dañinas en agregado grueso.

³ http://fing.uach.mx/licenciaturas/IC/2012/01/26/MANUAL_LAB_DE_CONCRETO.pdf

La forma de las partículas más pequeñas del agregado grueso de roca o grava triturada deberá ser generalmente cúbica y deberá estar razonablemente libre de partículas delgadas, planas o alargadas en todos los tamaños.⁴

El agregado grueso deberá estar de acuerdo con la norma ASTM C 33. Los porcentajes de sustancias dañinas en cada fracción del agregado grueso, en el momento de la descarga en la planta de concreto, no deberá superar los siguientes límites que se observan en la tabla 01.

- **LADRILLO**

Ladrillo fabricado de arcilla moldeada, extruida y quemada o cocida en un horno tipo túnel de proceso continuo.

Denominación del Bien : Hueco 15 Liso

Denominación Técnica : H15

Grupo / Clase / Familia : Construcciones de Techo

Dimensiones: 15 x 30 x 30 cm.

Peso : 7.80 Kg.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Según la Norma NTP 399.613 - 331.040 - 331.041, este ladrillo corresponde:

Tipo IV: Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicios rigurosas.

- **ACERO DE PREESFORZADO**

Elemento de acero de alta resistencia como alambre, barra, torón o un paquete (tendón) de estos elementos, utilizado para aplicar fuerzas de pre esforzado al concreto.

⁴ <http://blog.360gradosenconcreto.com/agregados-finos-y-gruesos-manejabilidad-del-concreto/>

Debido a la baja resistencia del concreto a la tensión, se ahoga acero en él, para resistir los esfuerzos de tensión. El acero controla las deformaciones debidas a la temperatura y a la contracción y distribuye la carga al concreto y al resto del acero de refuerzo. Puede utilizarse para pre-esforzar el concreto y sirve para amarrar entre sí a otros refuerzos para facilitar el colado o resistir esfuerzos laterales.

- *AGUA*

Considerada como materia prima para la confección y el curado del concreto debe cumplir con determinadas normas de calidad. En la NTP 339.088 nos detallan los límites que debe presentar el agua para la construcción:

- El contenido máximo de materia orgánica, expresada en oxígeno consumido, será de 3 ppm.
- El contenido de residuo sólido no será mayor de 5000 ppm.
- El pH estará comprendido ente 5.5 y 8.
- El contenido de sulfato, expresado en ion SO_4 , será menor de 600 ppm.
- El contenido de cloruro, expresado en ion Cl , será menor de 1000 ppm.
- El contenido de carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total) será mayor de 1000 ppm.
- Como requisito opcional considera que si la variación de color es una característica que se desea controlar, el contenido de fierro, expresado en ion férrico, será de una parte por millón (1 ppm)⁵.

⁵ <https://prezi.com/fwacpsan4dji/requisitos-de-calidad-del-agua-para-el-concreto/>

Tipo de Elemento	Contenido Maximo de iones cloruro solubles en agua en el concreto, % peso cmo
Concreto Pre-esforzado	0.06
Concreto Armado que en servicio estara expuesto a cloruros	0.15
Concreto armado que en servicio estara seco o protegido contra la	1.00
Otras construcciones de concreto	0.30

TABLA N° 02. Contenido máximo de iones cloruros para la protección contra la corrosión de la armadura. ACI 318

3.2 EQUIPOS

DEFORMÍMETRO

El comparador de carátula es un instrumento de medición con el cual un pequeño movimiento del husillo se amplifica mediante un tren de engranajes que mueven en forma angular una aguja indicadora sobre la carátula del dispositivo. Las agujas indicadoras pueden dar tantas vueltas como lo permita el mecanismo de medición del aparato.

Este instrumento no entrega valores de medición, sino que entrega variaciones de mediciones.

Al ser un instrumento de comparación, es necesario que durante su uso esté sólidamente sujeto a una base de referencia.

Para medir la variación, primero se debe ajustar el deformímetro a la base de la maquinaria y al espécimen a ensayar; después de eso se debe establecer el cero. Luego se procede a medir las piezas a las cuales se les desea saber cuánto varía la medida de la pieza con respecto al patrón.

Si las agujas del dial se mueven en sentido horario, el valor es positivo, si las agujas del dial se mueven en sentido anti horario, el valor mostrado por el comparador es negativo.

Las ventajas de un comparador de carátula es que sirve para un gran número de mediciones como por ejemplo: planitud, circularidad, cilindridad, esfericidad, concetricidad, desviación, desplazamiento, etc.⁶

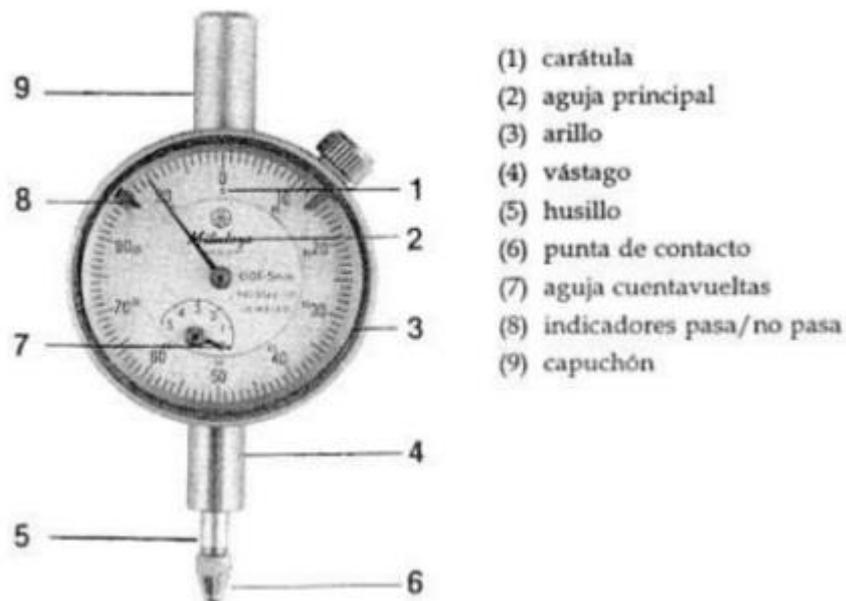


Imagen N° 03. Imagen de comparador de carátula.

GATO HIDRÁULICO

Gato hidráulico. El gato es una máquina empleada para la elevación de cargas que puede ser mecánica o hidráulica. Los gatos mecánicos, de cremallera (o husillo) son adecuados para la elevación de pesos pequeños, mientras que los gatos hidráulicos se emplean para la elevación de grandes pesos

Gata hidráulica

Son versátiles, ya que pueden ser colocados en espacios estrechos y ofrece una buena influencia. Tienen una manija más larga en comparación con el resto de los gatos hidráulicos y empujar contra una la palanca que

⁶ <https://es.slideshare.net/nurrego/metrologia-manejo-del-comparador-de-caratula>

da una elevación de los brazos de elevación principal. Con su uso, es posible dar una mayor sustentación por carrera del pistón. Ellos son ampliamente utilizados en la construcción de edificios y la reparación de los cimientos de las casas. También se ha encontrado para ser muy útil en operaciones de búsqueda y rescate.



Imagen N° 04. Fotografía del gato hidráulico utilizado en el ensayo.

MARCO DE CARGA

Estructura metálica, elaborados con 2 postes de tubos 4”, una viga donde se coloca la gata de manera perpendicular a esta, y una base cuadrada inferior de tubo de 3” que lleva encima una plancha de 1” que sirve de sostén a la muestra que se desee someter a prueba.



Imagen N° 05. Fotografía del marco de carga

APOYOS DE METAL

Los apoyos fueron diseñados según el tamaño de nuestra probeta (1.50m x 0.90m), se armó todo este perímetro utilizando rieles de 3 1/2", unidos con soldadura de tipo supercito y citoriel. Los apoyos que utilizamos fueron ejes de 1 1/2" de diámetro que se soldaron a lo largo de la medida de 1.50m.

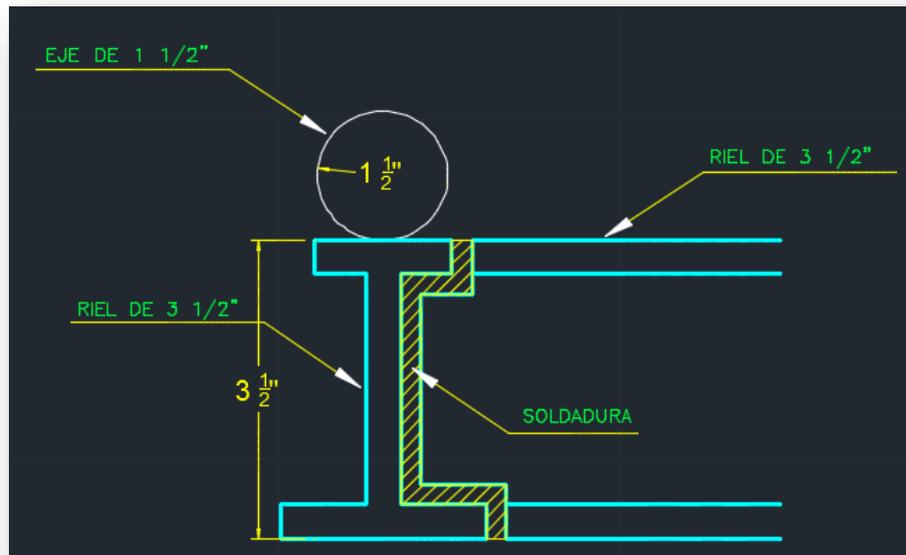


Imagen N° 06. Imagen en AutoCAD del apoyo de las losas, vista de perfil.

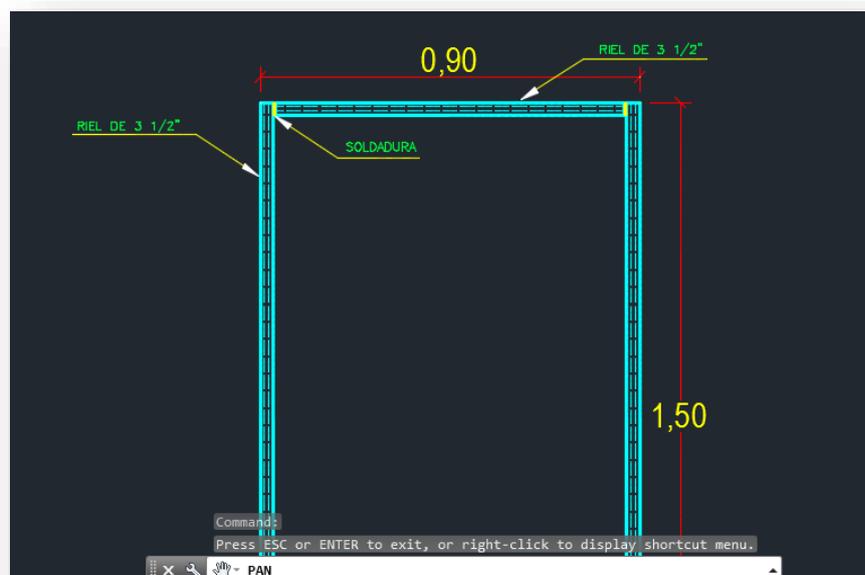


Imagen N° 07. Imagen en AutoCAD del apoyo de las losas, vista de planta.



Imagen N° 08. Foto del apoyo de las losas.

MONTACARGAS

El montacargas es un vehículo de transporte que puede ser utilizado para transportar, remolcar, empujar, apilar, subir o bajar distintos objetos y elementos. Son maquinarias que funcionan con dos pesos que se contraponen entre sí en lados opuestos de un punto de giro: las ruedas delanteras. La carga que transporta se balancea por un centro de gravedad que balancea en todas las direcciones. Este centro de gravedad determina su estabilidad.⁷



Imagen N° 09. Modelo de montacargas usado en el ensayo.

⁷ <http://www.mcfa.com/es-mx/cat/material-handling-equipment/Cat-Lift-Trucks/ClassIV/SmallICCushionTireTrucks/2C3000-2C6500>

La característica principal de este medio móvil es su capacidad de soportar peso, que una persona no puede tolerar, lo cual simplifica el movimiento, traslado y orden de mercaderías en uso industrial o comercial especialmente. La tolerancia del sobrepeso ahorra además de energía y tiempo, dinero y horas de trabajo. Los montacargas son de uso corriente en comercios e industrias. Requiere de un entrenamiento para su manejo y el conocimiento de las normas de seguridad.

CAPITULO IV

DESARROLLO Y ENSAYO EXPERIMENTAL

4.1 DESARROLLO

Para mayor detalle en este capítulo se describirán paso a paso el desarrollo de nuestras probetas, los materiales utilizados y sus especificaciones

4.1.1 ELABORACIÓN DE LA LOSA ALIGERADA

Para la elaboración de las probetas, se tuvo que adecuar a las medidas del equipo hechizo existente, por ello se realizó con medidas de 1.50 x 0.90 metros.

1. ENCOFRADOS

Se utilizó dos tipos de encofrado, encofrado metálico para el borde de la losa (frisos) y encofrado de madera para la parte inferior de las viguetas (tablones).



Imagen N° 10. Fotografía del molde de metal usado para las probetas de losas aligeradas.



Imagen N° 11. Fotografía de la madera usada para el encofrado de las losas.

2. ALAMBRE

Para las fijaciones en el desarrollo de las losas se utilizó alambre de amarre N°16.

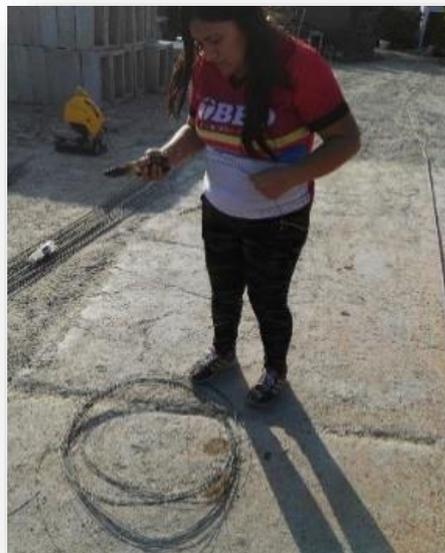


Imagen N° 12. Fotografía cortando el alambre N°16 para los amarres de las viguetas.

3. TIPO DE LADRILLO

Según el espesor de la losa, la altura de los ladrillos debe ser 5 cm menos que el espesor de dicha losa.

Los espesores de losas aligeradas son de 17, 20, 25 y 30

Sin embargo para el ensayo se utilizó ladrillo de techo 15 para tener un espesor de losa de 20 cm, ya que este espesor es el más utilizado en las construcciones.



Imagen N° 13. Fotografía de los ladrillos Techo 15.

4. CONCRETO

Se extrajo esta tabla estandarizada de dosificación por m³ para techos aligerados para luego hacer el cálculo de equivalencia

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO	F'C RESISTENCIA A 28 DIAS kg/cm ²	TAMAÑO DE PIEDRA	PESO			
				CEMENTO Kg	AGUA(lt)	PIEDRA(kg)	ARENA(kg)
Techos Aligerados	Elementos Horizontales	210	3/4"	385(9.1)	235	780	955

Tabla N° 03. Dosificación y equivalencia según UNACEM f'c 210 kg/cm²

Primero se calculó la arena, piedra en kilos y el agua en litros y posteriormente con estos datos, se realizó el cálculo para obtener las equivalencias en baldes para facilitar el manejo en campo.

CONCRETO 210 (DOSIFICACION UNACEM) POR M3		
385	KG	CEMENTO
235	LT	AGUA
780	KG	ARENA
955	KG	PIEDRA

Tabla N° 04. Equivalencia realizada en Excel.

	PARA	0.11 M3
0.11	42.35 KG	CEMENTO
0.11	25.85 LT	AGUA
0.11	85.8 KG	ARENA
0.11	105.05 KG	PIEDRA

Tabla N° 05. Equivalencia en Kg y Lt realizada en Excel.

PESO DE UN BALDE APROX 18LT	26.5 KG
3.24 BALDES	ARENA
3.96 BALDES	PIEDRA

Tabla N° 06. Equivalencia calculada en baldes para campo.

5. ELABORACION DE VIGUETAS

- Viguetas:

Las medidas de las probetas a ensayar fueron de (1.50m x 0.90m) ya que se adecuo a la maquina existente. El sentido de las viguetas se colocó en la dirección de la medida más pequeña de la losa (0.90m).

Se cumplió con el diámetro y longitud mínima para el doblado de las viguetas

PARA DOBLAR BASTONES				
Diámetro (d)	Distancia (L)		Diámetro mínimo de doblado (D)	Largo mínimo del extremo doblado
	Doblez a 90°	Doblez a 180°		
6 mm	25 mm	55 mm	36 mm	80 mm
8 mm	30 mm	70 mm	48 mm	100 mm
3/8"	35 mm	85 mm	57 mm	120 mm
12 mm	50 mm	110 mm	72 mm	140 mm
1/2"	55 mm	120 mm	76 mm	150 mm
5/8"	65 mm	150 mm	95 mm	190 mm
3/4"	85 mm	175 mm	114 mm	230 mm
1"	115 mm	235 mm	152 mm	300 mm

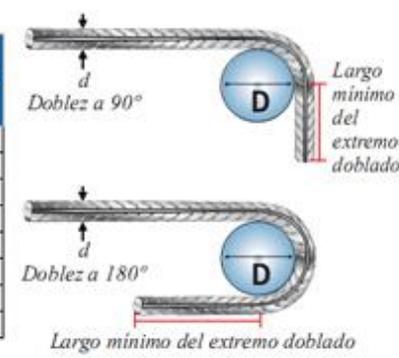


Tabla N° 07. Datos de los aceros obtenidos de aceros Arequipa.

Los fierros de 1/2" fueron cortados con ayuda de la maquina tronadora.

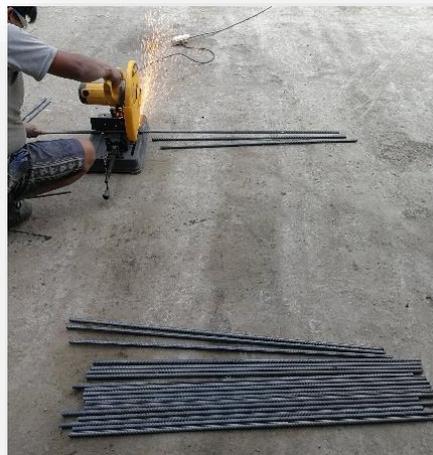


Imagen N° 14. Fotografía cortando el acero de 1/2" para las viguetas de borde.

Se doblaron los fierros con un tubo y una trampa



Imagen N° 15. Fotografía del doblado del fierro para las viguetas.



Imagen N° 16. Fotografía de como quedaron las viguetas después de ser dobladas.

- Viga de borde:

Las vigas de borde no cumplen ningún tipo de función estructural solo sirve como armadura de montaje en el borde, amarrando las viguetas.

Se utilizó varillas de fierro de $\frac{1}{2}$ ", varillas de fierro de $\frac{3}{8}$ " y alambre N°16 para las fijaciones



Imagen N° 17. Fotografía del armado de las vigueta de borde.

4.1.2 ELABORACIÓN DE LAS PROBETAS DE LOSAS ALIGERADAS

Se elaboraron 6 probetas de losas:

- 2 losas sin tuberías
- 2 losas con tubería empotradas (paralelo a las viguetas y perpendicular a esta)
- 2 losas con tubería empotrada cubierta con alambre N°16 de forma circular.

1. ELABORACION DE LOSAS SIN TUBERIAS

Primero se colocó los tablonces en el suelo para ubicarlos cada 25 cm aproximadamente donde se pusieron las viguetas.



Imagen N° 18. Fotografía del encofrado completo para la losa.

Se pasó petróleo con una brocha alrededor del encofrado metálico con el fin de que el concreto no se pegue a este.



Imagen N° 19. Fotografía del momento en el que se le está aplicando petróleo.

Posteriormente se colocaron los ladrillos dejando un espaciamiento de 10cm para el posterior vaciado de las viguetas.

Se cortaron los ladrillos dejando 5 cm en todo el perímetro es decir de 1.50 x 0.90 m a 1.45 x 0.85 m, donde se colocaron las vigas de borde.



Imagen N° 20. Fotografía cortando el ladrillo para poder colocarlo en la losa.

Se realizó el armado de las vigas de borde, usando fierro de $\frac{1}{2}$ " longitudinalmente y de $\frac{3}{8}$ " transversalmente. El acero transversal fue distribuido cada 15 cm a lo largo del acero longitudinal unido con alambre N°16



Imagen N° 21. Fotografía armando la viga de borde de 0.87 m.



Imagen N° 22. Fotografía del amarre de acero transversal con el longitudinal realizado a las viguetas de borde.

Se armó dos tipos de vigas de borde, 2 de 1.47m y 2 de 0.87m para amarrar el perímetro de la losa



Imagen N° 23. Fotografía armando las vigueta de borde de 1.47 m.



Imagen N° 24. Fotografía amarrando las viguetas de borde.

Una vez amarradas las vigas de borde, se procedió con el montaje de las viguetas que se fijaron con alambre N°16.

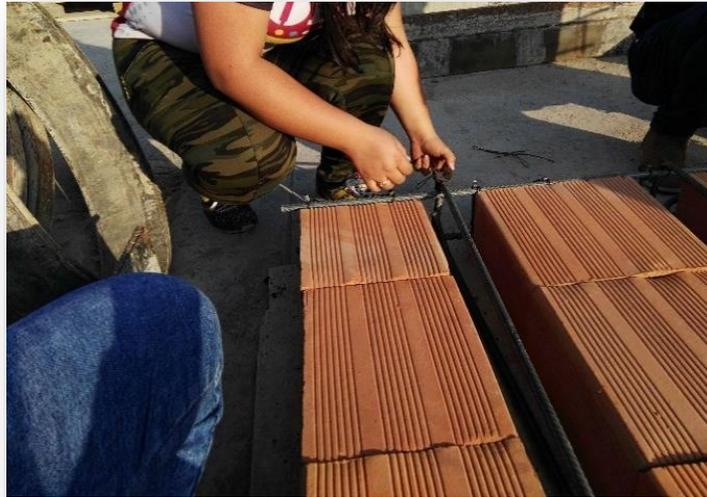


Imagen N° 25. Fotografía amarrando las viguetas a la vigueta de borde.

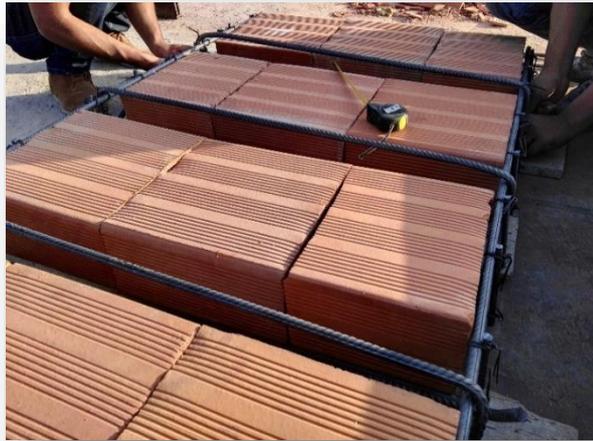


Imagen N° 26. Fotografía de la ubicación final de las viguetas junto a las viguetas de borde.

Luego se colocó el acero de temperatura perpendicularmente al sentido de las viguetas cada 25cm, teniendo en cuenta que no debe estar en contacto con el ladrillo. Se fijaron a las viguetas con alambre N°16.

Antes del vaciado del concreto se humedeció el ladrillo con el fin de evitar que el ladrillo absorba el agua de la mezcla.



Imagen N° 27. Fotografía del momento en que se rocía agua a los ladrillos antes de colocar la mezcla.

Luego se procedió con el mezclado del concreto, para lo cual utilizamos piedra de ½”, arena gruesa y cemento Pacasmayo rojo.



Imagen N° 28. Fotografía del agregado grueso usado para la mezcla.



Imagen N° 29. Fotografía del agregado fino usado para la mezcla.

El diseño de mezcla para este ensayo es de 210 kg/cm² lo cual se utilizó una dosificación de 1:2:2 (1 bl de cemento, 2 de piedra y 2 de arena). Para realizar esta losa se necesitó 0.11 m³ de concreto.

LOSA

$$1.5 \times 0.9 \times 0.05 = 0.07 \text{ M3}$$

VIGUETAS

$$0.1 \times 0.15 \times 0.9 \times 3 = 0.04 \text{ M3}$$

$$\text{cantidad de concreto} = 0.11 \text{ M3}$$

F'C=210 KG/CM2				
Concreto (m3)	Cemento (bl)	Arena (m3)	Piedra (m3)	Agua (m3)
0.11	9.73	0.52	0.53	0.19
	1.05	0.06	0.06	0.02

Tabla N° 08. Excel de las cantidades de agregados que se deben usar para la mezcla.



Imagen N° 30. Fotografía del mezclado de los agregados, el cemento y el agua.

2. ELABORACION DE LOSAS CON TUBERIA EMPOTRADAS

Se limpió el encofrado metálico con una espátula para quitar algunos restos de cemento de las losas anteriores.



Imagen N° 31. Fotografía de la limpieza del encofrado metálico de la losa.

Se colocaron los tablonces y ladrillos dejando el espaciamiento para las viguetas y los 5cm en todo el perímetro



Imagen N° 32. Fotografía de la ubicación del ladrillo y encofrado.

Las vigas de borde fueron amarradas en el perímetro de la losa con alambre N°16.



Imagen N° 33. Fotografía de la ubicación del ladrillo y viguetas de borde.

Teniendo en cuenta que el ladrillo no debe tener contacto con el fierro ni con el encofrado.



Imagen N° 34. Fotografía en la que se observa los dados de concreto para que evitar el contacto entre el encofrado y los ladrillos.

Se adecuaron los ladrillos, dejando un espacio al centro para la tubería de 4” que estaría perpendicular a las viguetas, y se cortaron algunos para la ubicación del tubo de 2”.



Imagen N° 35. Fotografía en la que se observa el corte de los ladrillos para que pueda pasar la tubería.

De la misma forma, se acondiciono, cortando los ladrillos para la tubería de 4” que se posiciono de manera paralela a las viguetas



Imagen N° 36. Fotografía en la que se observa el momento en el que se está distribuyendo la tubería para hacer el corte respectivo a los ladrillos.

Las tuberías fueron marcadas para el corte y adaptación a la losa aligerada.

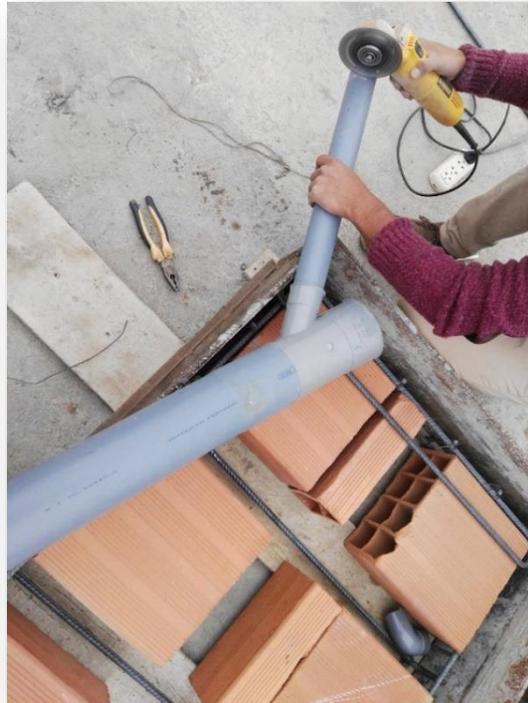


Imagen N° 37. Fotografía en la cual se corta la tubería para que encaje en los orificios de los ladrillos.

Una vez con los tubos cortados, se fijaron con pegamento.



Imagen N° 38. Se utilizó pegamento Ultra-PEG.

Con las tuberías ubicadas, se procedió a poner las viguetas fijándolas con alambre N°16



Imagen N° 39. Se utilizó una tortola para amarrar el alambre.

Luego se colocó el acero de temperatura a 25 cm fijando con alambre N°16, posteriormente se humedecieron los ladrillos.



Imagen N° 40. Finalizando el armado de la losa.

Se preparó la mezcla con una resistencia de 210 kg/cm²



Imagen N° 41. Una vez terminado el diseño de mezcla, se preparó y añadió a la losa.

Inmediatamente después de haber vertido el concreto se empezó con el vibrado insertando un vástago vibratorio en el interior de la masa.



Imagen N° 42. Se tuvo mucho cuidado con el vibrado en las viguetas de borde ya que se podría salir la mezcla por esos lugares.

Es de vital importancia el vibrado para la durabilidad del concreto, con este procedimiento la mezcla adquiere una consistencia fluida y licuada cubriendo los espacios homogéneamente evitando las cangrejeras. Asimismo conseguir que el concreto tenga mayor adherencia y unión con la armadura.

Por último se pasó una regla de madera ya que la losa tiene que quedar lo más nivelada posible.



Imagen N° 43. Nivelación de la losa con ayuda de la regla de madera

Normalmente el acabado de toda losa debe ser rugoso, para tener adherencia y permitir la colocación del contra piso, pero en este caso nuestro acabado fue un lúcido, por el motivo de que debimos tener la superficie liza para no tener dificultades de nivelado en el momento de hacer el ensayo.



Imagen N° 44. Se pasó el frotacho para obtener una superficie con acabado liso en la probeta.

3. ELABORACION DE LOSAS CON TUBERIAS EMBEBIDAS CUBIERTAS CON ESPIRALES DE ALAMBRE N°16

Se procedió el mismo orden que la losa anterior, solo que en la tubería se enrolló de forma espiral con alambre N°16 para que el concreto no pierda continuidad y a la vez el alambre proporcione tracción entre estos dos elementos concreto-tubería.



Imagen N° 45. Armado de la losa con tubería perpendicular a la vigueta.

Para alcanzar la resistencia especificada y evitar rajaduras, se hizo el curado durante los 7 primeros días (3 veces por día), debido a que el concreto desarrolla cerca del 80 % de la resistencia durante estos días, la resistencia final se logrará una vez alcanzado los 28 días de edad, siempre y cuando se haya cumplido con el curado adecuado.

Para un mejor curado, y para evitar que el agua escurra por los bordes, se colocó arena fina a los costados haciendo “arroceras”.



Imagen N° 46. Curado de las losas.



Imagen N° 47. Probeta de concreto a 1/3 de su longitud.



Imagen N° 48. Probeta de concreto a 2/3 de su longitud.



Imagen N° 49. Probeta de concreto.

4.2 ENSAYO

Lo que se realizó en el ensayo fue someter a nuestras diferentes probetas de losas aligeradas, a una fuerza paralela a la gravedad con la cual se pudiera deformar la losa y de esa deformación poder sacar los datos para el análisis y comprobar nuestra hipótesis.

1- UBICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

Se buscó una zona plana y a nivel para situar la estructura metálica en la cual se adhiere la gata hidráulica, y a su vez se incorpora los apoyos de metal que se hicieron con rieles y perfiles cilíndricos. La estructura metálica y la gata fueron proporcionadas por el dueño del taller la cual ellos utilizan para hacer ensayos de probetas. La gata que se nos brindaron fue calibrada por la universidad de Piura, por lo cual no fue necesario volver a calibrar.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-6.2814	-5.3033	-4.3252	-3.3471	-2.369	-1.3909	-0.4128	0.5653	1.5434	2.5215
10	3.4996	4.4777	5.4558	6.4339	7.412	8.3901	9.3682	10.3463	11.3244	12.3025
20	13.2806	14.2587	15.2368	16.2149	17.193	18.1711	19.1492	20.1273	21.1054	22.0835
30	23.0616	24.0397	25.0178	25.9959	26.974	27.9521	28.9302	29.9083	30.8864	31.8645
40	32.8426	33.8207	34.7988	35.7769	36.755	37.7331	38.7112	39.6893	40.6674	41.6455
50	42.6236	43.6017	44.5798	45.5579	46.536	47.5141	48.4922	49.4703	50.4484	51.4265
60	52.4046	53.3827	54.3608	55.3389	56.317	57.2951	58.2732	59.2513	60.2294	61.2075
70	62.1856	63.1637	64.1418	65.1199	66.098	67.0761	68.0542	69.0323	70.0104	70.9885
80	71.9666	72.9447	73.9228	74.9009	75.879	76.8571	77.8352	78.8133	79.7914	80.7695
90	81.7476	82.7257	83.7038	84.6819	85.66	86.6381	87.6162	88.5943	89.5724	90.5505
100	91.5286	92.5067	93.4848	94.4629	95.441	96.4191	97.3972	98.3753	99.3534	100.3315
110	101.3096	102.2877	103.2658	104.2439	105.222	106.2001	107.1782	108.1563	109.1344	110.1125
120	111.0906	112.0687	113.0468	114.0249	115.003	115.9811	116.9592	117.9373	118.9154	119.8935
130	120.8716	121.8497	122.8278	123.8059	124.784	125.7621	126.7402	127.7183	128.6964	129.6745
140	130.6526	131.6307	132.6088	133.5869	134.565	135.5431	136.5212	137.4993	138.4774	139.4555
150	140.4336	141.4117	142.3898	143.3679	144.346	145.3241	146.3022	147.2803	148.2584	149.2365
160	150.2146	151.1927	152.1708	153.1489	154.127	155.1051	156.0832	157.0613	158.0394	159.0175
170	159.9956	160.9737	161.9518	162.9299	163.908	164.8861	165.8642	166.8423	167.8204	168.7985
180	169.7766	170.7547	171.7328	172.7109	173.689	174.6671	175.6452	176.6233	177.6014	178.5795
190	179.5576	180.5357	181.5138	182.4919	183.47	184.4481	185.4262	186.4043	187.3824	188.3605
200	189.3386	190.3167	191.2948	192.2729	193.251	194.2291	195.2072	196.1853	197.1634	198.1415
210	199.1196	200.0977	201.0758	202.0539	203.032	204.0101	204.9882	205.9663	206.9444	207.9225
220	208.9006	209.8787	210.8568	211.8349	212.813	213.7911	214.7692	215.7473	216.7254	217.7035
230	218.6816	219.6597	220.6378	221.6159	222.594	223.5721	224.5502	225.5283	226.5064	227.4845
240	228.4626	229.4407	230.4188	231.3969	232.375	233.3531	234.3312	235.3093	236.2874	237.2655
250	238.2436									

Tabla N° 09. Tabla de calibración brindada por la universidad de Piura, con la cual se desarrolló los gráficos de fuerza-deformación.

Una vez ubicado correctamente el equipo necesario se colocó una regla de nivel para confirmar que todo el equipo estuviera nivelado y no hubiera falla por desnivel.



Imagen N° 50. Ubicación de los apoyos con el montacargas, sobre la estructura metálica en la cual se efectuará el desarrollo de los ensayos.



Imagen N° 51. Se utilizó una regla de nivel para corroborar que el equipo a usar estuviera correctamente ubicado.

2- INSTALACIÓN DEL COMPARADOR DE CARÁTULA

Debido a que la maquinaria a emplear no se utilizaba para ensayar deformación, se tuvo que modificar la estructura metálica que soporta a la gata hidráulica de la siguiente manera: se soldó un perno de $\frac{1}{4}$ " x 2" en el cual se colocaría el comparador de carátula o también conocido como deformímetro, y para su ajuste se utilizaría una tuerca. Al inicio se consideró utilizar una sargenta, para mantener al deformímetro fijo en la maquinaria, pero se pensó que para más rigidez del deformímetro sería mejor soldarlo.



Imagen N° 52. Colocación del gato hidráulico.



Imagen N° 53. Incorporación del deformímetro a la maquinaria mediante soldadura, para mejor rigidez.

3- PESO DE LAS LOSAS

Las losas antes de ser ensayadas, se consideró pesarlas para tener datos de cada una de ellas. Para lo cual se utilizó el montacargas para poder ubicarlas sobre la balanza.



Imagen N° 54. Ubicación de la losa sobre la balanza con ayuda del montacargas.

El peso de las losas se tuvo en consideración debido a que en el ensayo de probetas, los datos que se extraen de las muestras no son solo sus medidas como alto y diámetro, sino que también el peso de la misma para poder hallar su densidad, es por eso que se consideró el peso de las losas.



Imagen N° 55. Una vez colocada la losa en el centro de la balanza se procedía a medir el peso de la misma.

A continuación se detallan los datos obtenidos por las probetas de losas antes de ser ensayados.

LOSAS	ANCHO	LARGO	ALTO	PESO	VOLUEN	DENSIDAD
Losa sin tubería	0.9 m	1.5 m	0.20 m	420 kg	0.27 m ³	1.6 T/m ³
Losa con tubería perpendicular a la vigueta	0.9 m	1.5 m	0.20 m	348 kg	0.27 m ³	1.3 T/m ³
Losa con tubería paralela a la vigueta	0.9 m	1.5 m	0.20 m	408 kg	0.27 m ³	1.6 T/m ³
Losa con tubería enrollada con alambre	0.9 m	1.5 m	0.20 m	356 kg	0.27 m ³	1.5 T/m ³

Tabla N°10. Tabla de volumen y densidad de las losas aligeradas sometidas a ensayo.

$$\delta = \frac{m}{v} T/m^3$$

Fórmula para hallar la densidad de las losas.

4- UBICACIÓN DE LAS LOSAS

Una vez el equipo estuviera ubicado y nivelado de manera correcta; y ya se tuvieran los pesos de las probetas de losas; se procedía a colocar la losa sobre los apoyos, para lo cual se usó el montacargas, luego de eso con unas barretas se acomodaba la losa de tal forma que quede su centro geométrico en el centro de la gata hidráulica.



Imagen N° 56. Ubicación de la losa con el montacargas sobre los apoyos de acero en la maquinaria.



Imagen N° 57. Acomodando la losa aligerada con tubería para que su centro geométrico coincida con el centro de la gata.

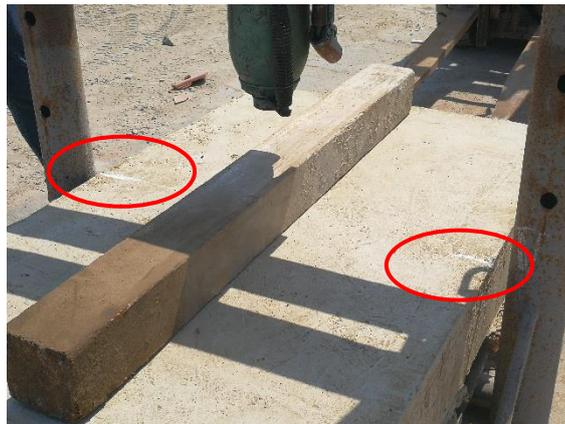


Imagen N° 58. Ubicación de la losa en el centro de la maquinaria.

5- DEFORMACIÓN DE LAS LOSAS

Una vez ubicada la losa sobre la maquinaria se procedía a colocar una barra de madera y una barra de acero con la cual se distribuía la fuerza aplicada por la gata hidráulica. Cuando la gata hidráulica ejercía presión sobre la losa, la losa presentaba una deflexión la cual fue medida gracias al uso del deformímetro.



Imagen N° 59. Logramos observar a la losa ubicada en el centro del equipo, y a su vez logramos apreciar la gata hidráulica junto al deformímetro.



Imagen N° 60. Se aprecia todos los elementos ubicados de manera correcta y se inicia el ensayo.

Antes de empezar con el ensayo se tenía presente que si la distancia que separaba a la gata hidráulica con el riel de acero era considerablemente grande se optaba por colocar una pieza de acero adicional para lograr conectar a la gata con el riel.



Imagen N° 61. Conexión directa entre la gata hidráulica con el riel de acero, para distribuir la carga de manera equivalente a lo largo de la losa.



Imagen N° 62. Conexión mediante una pieza de acero entre la gata hidráulica con el riel de acero, para distribuir la carga de manera equivalente a lo largo de la losa.

Al inicio del ensayo se tuvo dificultad al tratar de medir la deformación inducida a la losa por medio de la gata hidráulica, para lo cual se consideró mejor ubicarla lo más cerca posible del lugar donde se aplicaría la fuerza y a su vez se utilizó una varilla de madera con la cual pudiera enlazarse con la losa.



Imagen N° 63. Observamos que el deformímetro y la losa están conectados por medio de una varilla de madera, con la cual se ha medido la deformación.

CAPITULO V

RESULTADOS

A continuación presentamos los gráficos obtenidos de la recolección de datos del deformímetro y de la gata hidráulica.

- DATOS DE LA LOSA ALIGERADAS SIN TUBERIA

N°VUELTAS (DEFORMIMETRO)	N°VUELTAS CONVERTIDO	MARCADOR PRINCIPAL (DEFORMIMETRO)	Δ vueltas	CM	FUERZA (GATA HIDRAULICA) (KN)	CALIBRADO KN	CALIBRADO TN
7.30	17.3	0.00	0	0	0.00	-6.28	-0.63
6.40	16.4	22.00	0	0.092	10.00	3.50	0.35
5.80	15.8	65.00	1	0.165	25.00	18.17	1.82
4.50	14.5	34.00	2	0.234	35.00	27.95	2.80
3.80	13.8	69.00	3	0.369	55.00	47.51	4.75
3.00	13	3.00	4	0.43	65.00	57.30	5.73
2.30	12.3	34.00	5	0.534	75.00	67.08	6.71
2.00	12	16.00	5	0.516	85.00	76.86	7.69
1.20	11.2	39.00	6	0.639	100.00	91.53	9.15
1.00	11	99.00	6	0.699	115.00	106.20	10.62
9.80	9.8	69.00	7	0.769	150.00	140.43	14.04
9.10	9.1	93.00	8	0.893	165.00	155.11	15.51
8.80	8.8	49.00	8	0.849	185.00	174.67	17.47
8.20	8.2	98.00	9	0.998	195.00	184.45	18.44
7.80	7.8	57.00	9	0.957	200.00	189.34	18.93
7.20	7.2	99.00	10	1.099	210.00	199.12	19.91
6.80	6.8	44.00	10	1.044	220.00	208.90	20.89
6.00	6	50.00	11	1.15	240.00	228.46	22.85
5.30	5.3	15.00	12	1.215	250.00	238.24	23.82
5.00	5	98.00	12	1.298	250.00	238.24	23.82
3.80	3.8	3.00	13	1.33	250.00	238.24	23.82

Tabla N° 11. Tabla de los resultados obtenidos de la losa aligerada sin tubería. Hecho por autores

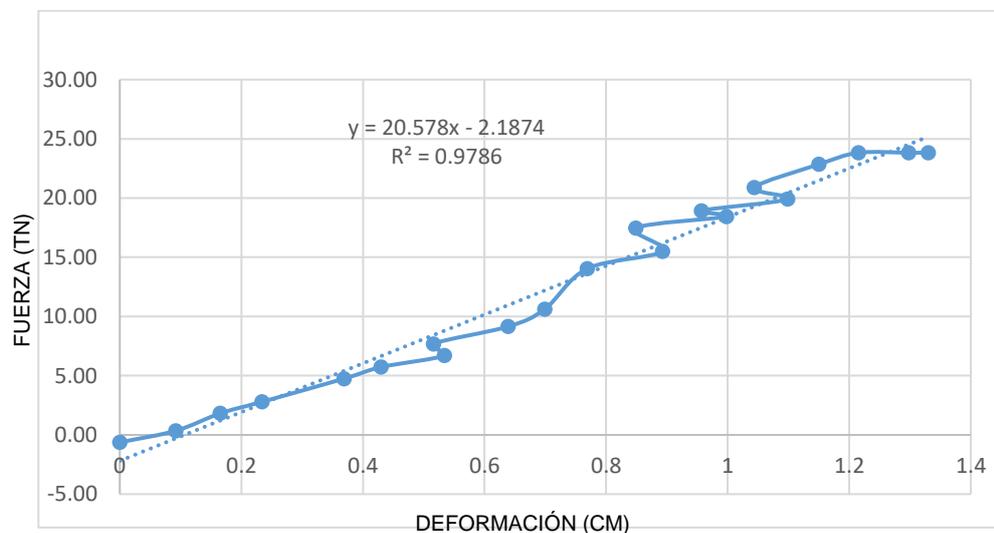


Tabla N° 12. Gráfica de los resultados obtenidos de la losa aligerada sin tubería.

- DATOS DE LA LOSA ALIGERADA CON TUBERÍA PERPENDICULAR A LA VIGUETA

N°VUELTAS (DEFORMIMETRO)	N°VUELTAS CONVERTIDO	MARCADOR PRINCIPAL (DEFORMIMETRO)	Δ vueltas	CM	FUERZA (GATA HIDRAULICA) (KN)	FUERZA CALIBRADO KN	FUERZA CALIBRADO TN
7.500	17.5	0.000	0	0.000	0.000	-6.28	-0.628
7.300	17.3	97.000	0	0.097	5.000	-1.39	-0.139
6.000	16	62.000	1	0.162	10.000	3.50	0.350
5.500	15.5	25.000	2	0.225	20.000	13.28	1.328
5.000	15	89.000	2	0.289	25.000	18.17	1.817
4.300	14.3	45.000	3	0.345	30.000	23.06	2.306
3.200	13.2	20.000	4	0.420	60.000	52.40	5.240
3.000	13	84.000	4	0.484	75.000	67.08	6.708
2.500	12.5	51.000	5	0.551	85.000	76.86	7.686
2.000	12	9.000	5	0.590	100.000	91.53	9.153
1.300	11.3	20.000	6	0.620	135.000	125.76	12.576
1.000	11	71.000	6	0.671	150.000	140.43	14.043
0.500	10.5	24.000	7	0.724	165.000	155.11	15.511
9.500	9.5	36.000	8	0.836	195.000	184.45	18.445
8.900	8.9	48.000	8	0.848	210.000	199.12	19.912
8.500	8.5	19.000	9	0.919	220.000	208.90	20.890
8.300	8.3	2.000	9	0.920	222.000	210.857	21.086
7.600	7.6	26.000	9	0.926	240.000	228.46	22.846
7.000	7	65.000	10	1.065	250.000	238.244	23.824
6.200	6.2	2.000	11	1.120	250.000	238.24	23.824

Tabla N° 13. Tabla de los resultados obtenidos de la losa aligerada con tubería perpendicular. Hecho por autores.

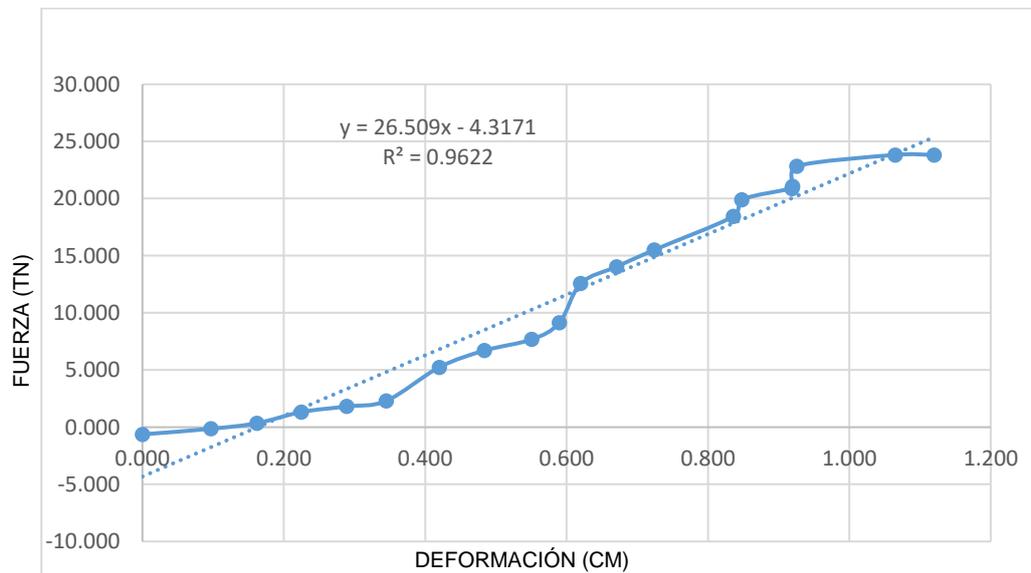


Tabla N° 14. Gráfica de los resultados obtenidos de la losa aligerada con tubería perpendicular.

- DATOS DE LA LOSA ALIGERADA CON TUBERÍA PARALELA A LA VIGUETA

N°VUELTAS (DEFORMIMETRO)	N°VUELTAS CONVERTIDO	MARCADOR PRINCIPAL (DEFORMIMETRO)	Δ vueltas	CM	FUERZA (GATA HIDRAULICA) (KN)	CALIBRADO KN	CALIBRADO TN
4.200	14.500	0.000	0	0.000	0.000	-6.281	-0.628
3.500	13.500	7.000	1	0.170	5.000	-1.390	-0.139
2.000	12.000	36.000	2	0.236	10.000	3.490	0.349
1.200	11.200	51.000	3	0.351	20.000	13.281	1.328
0.700	10.700	96.000	3	0.396	30.000	23.062	2.306
9.900	9.900	12.000	4	0.412	50.000	42.624	4.262
9.100	9.100	40.000	5	0.540	70.000	62.186	6.219
8.900	8.900	16.000	5	0.516	80.000	71.967	7.197
8.600	8.600	85.000	5	0.585	90.000	81.748	8.175
8.100	8.100	32.000	6	0.632	110.000	101.310	10.131
7.800	7.800	99.000	6	0.699	120.000	111.091	11.109
7.500	7.500	42.000	7	0.742	140.000	130.653	13.065
6.900	6.900	15.000	7	0.715	150.000	140.434	14.043
6.100	6.100	55.000	8	0.855	160.000	150.215	15.021
5.300	5.300	93.000	9	0.993	180.000	169.777	16.978
5.000	5.000	62.000	9	0.962	190.000	179.558	17.956
4.800	4.800	33.000	9	0.933	200.000	189.339	18.934
4.200	4.200	96.000	10	1.096	210.000	199.120	19.912
3.900	3.900	62.000	10	1.062	220.000	208.901	20.890
3.500	3.500	20.000	11	1.120	230.000	218.682	21.868
3.200	3.200	8.000	11	1.180	235.000	223.572	22.357
2.800	2.800	55.000	11	1.155	245.000	233.353	23.335
2.400	2.400	17.000	12	1.217	250.000	238.244	23.824

Tabla N° 15. Tabla de los resultados obtenidos de la losa aligerada con tubería paralela.
Hecho por autores

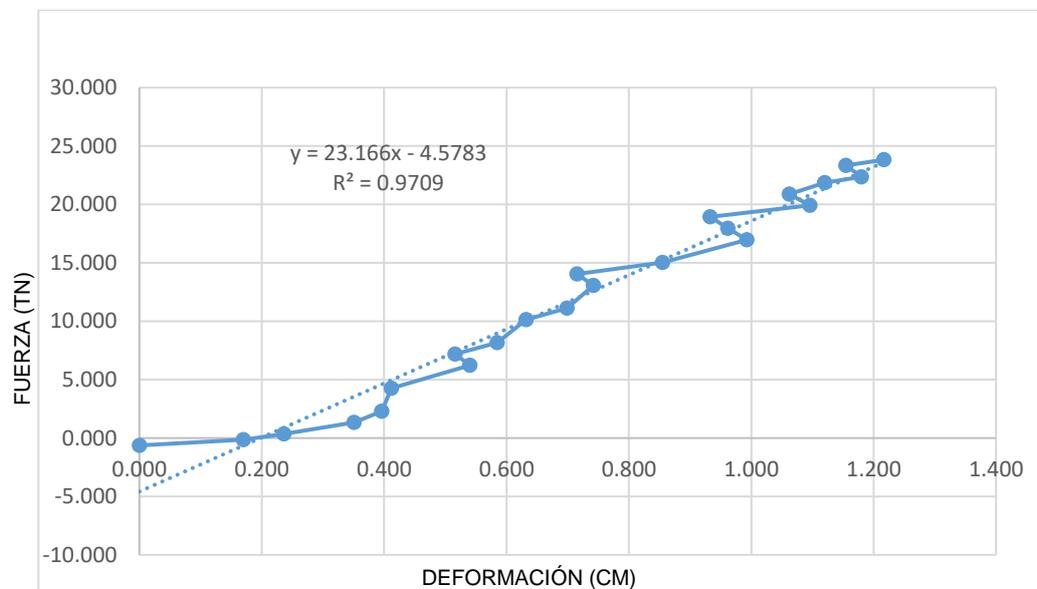


Tabla N° 16. Gráfica de los resultados obtenidos de la losa aligerada con tubería paralela.

- **DATOS DE LA LOSA ALIGERADA CON TUBERÍA ENROLLADA**

N°VUELTAS	N°VUELTAS CONVERTIDO	MARCADO PRINCIPAL	Δ vueltas	CM	GATA HIDRAULICA (KN)	CALIBRADO KN	CALIBRADO TN
6	16.00	0	0	0	0	-6.28	-0.63
5.00	15.00	28.00	1	0.13	10.00	3.50	0.35
4.00	14.00	52.00	2	0.25	20.00	13.28	1.33
3.80	13.80	3.00	2	0.23	30.00	23.06	2.31
3.10	13.10	49.00	2	0.25	40.00	32.84	3.28
2.60	12.60	90.00	3	0.39	50.00	42.62	4.26
2.00	12.00	17.00	4	0.42	65.00	57.30	5.73
1.50	11.50	73.00	4	0.47	75.00	67.08	6.71
1.20	11.20	26.00	4	0.43	85.00	76.86	7.69
1.00	11.00	95.00	6	0.60	90.00	81.75	8.17
0.40	10.40	49.00	5	0.55	100.00	91.53	9.15
0.10	10.10	14.00	5	0.51	110.00	101.31	10.13
9.60	9.60	60.00	6	0.66	120.00	111.09	11.11
9.00	9.00	12.00	7	0.71	140.00	130.65	13.07
8.60	8.60	61.00	7	0.76	150.00	140.43	14.04
8.20	8.20	25.00	7	0.73	160.00	150.21	15.02
7.60	7.60	66.00	8	0.87	170.00	160.00	16.00
7.30	7.30	37.00	8	0.84	180.00	169.78	16.98
6.20	6.20	54.00	9	0.95	190.00	179.56	17.96
6.00	6.00	21.00	10	1.02	200.00	189.34	18.93
5.20	5.20	54.00	10	1.05	210.00	199.12	19.91
4.70	4.70	2.00	11	1.12	220.00	208.90	20.89
4.00	4.00	58.00	12	1.26	230.00	218.68	21.87
3.50	3.50	4.00	12	1.24	240.00	228.46	22.85
3.00	3.00	61.00	13	1.36	250.00	238.24	23.82

Tabla N° 17. Tabla de los resultados obtenidos de la losa aligerada con tubería perpendicular enrollada. Hecho por autores

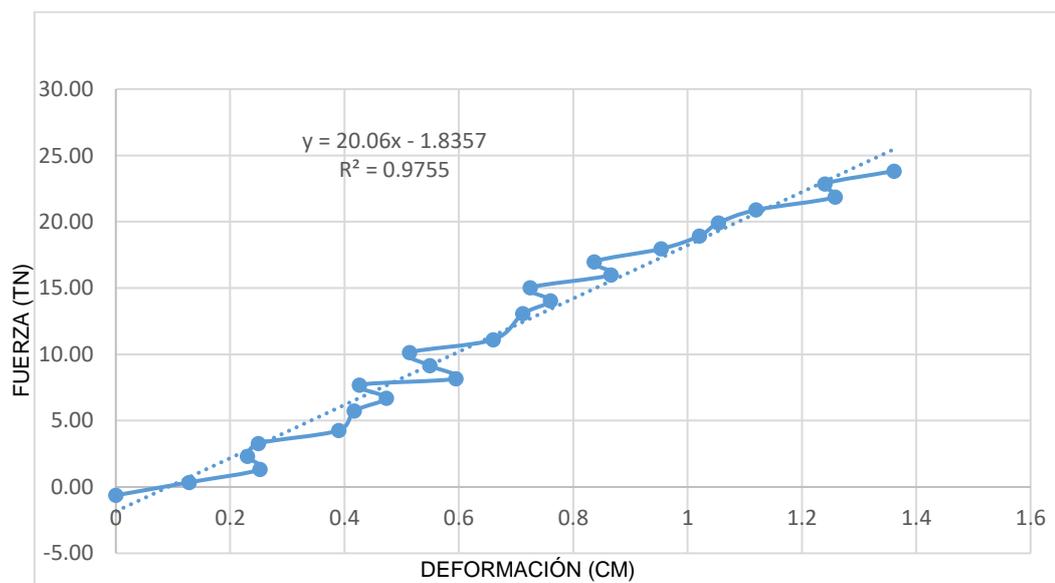


Tabla N° 18. Gráfica de los resultados obtenidos de la losa aligerada con tubería perpendicular

CAPITULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Las viguetas absorben la carga y al pasar la tubería perpendicular a estas, reducen su comportamiento, es por esta razón que se demuestra con este ensayo que las tuberías no deberían atravesar o cortar las viguetas ya que afecta significativamente en su continuidad y resistencia quitándole así un porcentaje significativo de su rigidez.
- Es usual en el medio de la construcción escuchar que la colocación de la tubería paralela a las viguetas es una mejor posición que atravesarlas, sin embargo las pruebas demostraron que si existe pérdida de rigidez. Esto se debe a que las tuberías que llegan a la tubería principal si cortan las viguetas aunque estas sean de menor diámetro.
- Las losas que presentan tuberías enrolladas con alambre N°16 obtuvo un resultado favorable, de esta manera se comprueba que es muy necesario enrollar las tuberías embebidas, obteniendo un buen comportamiento que este acero toma los esfuerzos tangenciales a la tubería, provenientes tanto de la cortante como de la flexión.
- En el cuadro siguiente presentamos una comparación de la pendiente (fuerza-deflexión) promedios leídos en los diferentes ensayos realizados, esto nos da una idea clara de la variación de la rigidez al a flexión que se experimenta en cada una de las condiciones ensayadas.

ENSAYO	PENDIENTE	Δ	$\% \Delta$
sin tubería	20.6	1.00	0.000%
tubería paralela	23.16	1.124	12.43%
tubería perpendicular	26.5	1.286	28.64%
tubería enrollada	20.06	0.974	-2.62%

Tabla N° 19. Comparación de rigidez. Hecho por autores

- La ubicación del tubo de desagüe en la losa aligerada es de suma importancia , ya que si se hace de una correcta colocación respetando las medidas, nos damos cuenta que llega a tener espacio de casi 2 cm por encima de los aceros de la vigueta, con este espacio la profundidad del bloque en compresión queda intacta

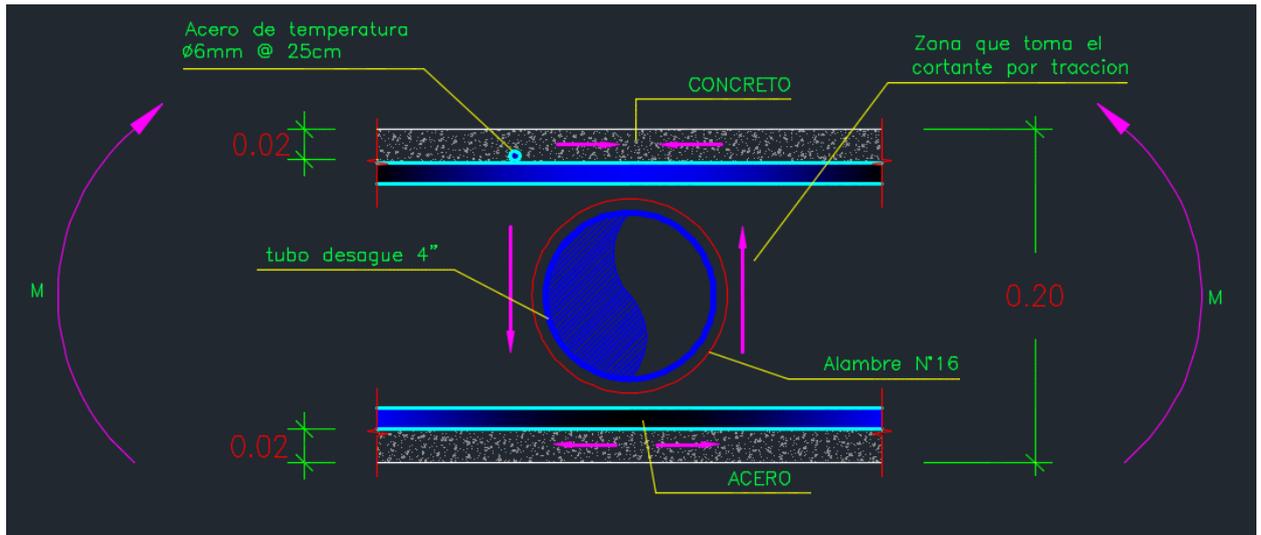


Imagen N° 64. Imagen en AutoCAD de la colocación de la tubería en la losa.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

- Queda demostrado con el ensayo que las losas aligeradas pierden significativamente el porcentaje de su rigidez cuando se le empotra las tuberías que conforman la batería de baños en la losa aligerada, ya sea de manera paralela o tubería perpendicular a las viguetas.
- Una de las condiciones más importantes a tener en cuenta al momento de empotrar tuberías en las losas, es que estas deben ser colocadas con refuerzo de acero alrededor de la tubería, ya que este influye en el comportamiento estructural de la losa.
- Al comparar el comportamiento estructural de la losa aligerada sin tubería con la losa aligerada con tubería paralela y con tubería perpendicular hemos llegado a la conclusión de que; la losa con la tubería paralela a las viguetas pierden 12.43% de su rigidez a la flexión y la losa con tubería perpendicular a las viguetas pierden 28.64% de su rigidez a la flexión.
- Al comparar la pérdida porcentual de la rigidez de las losas hemos concluido que la losa con tubería perpendicular es la más desfavorable, pero si es que a esa tubería se la refuerza con refuerzo de acero en espiral alrededor de ella ha mejorado en 2.62% su rigidez a la flexión.

CAPITULO VIII

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la elaboración de una Norma Técnica en la cual se puedan detallar paso a paso los ensayos que se deben de realizar en las losas, ya que en la actualidad en la norma peruana no contamos con ensayos específicos para losas.
- Se sugiere que las dimensiones de las probetas de losas aligeradas con tubería deberían ser del tamaño real de un baño económico (3 m²)⁸, para lo cual deberían tener una máquina con dichas dimensiones.
- Aparte de ensayar a la losa para hallar su deformación por flexión, se debería realizar un ensayo al corte, debido a que el aporte de la rigidez de la cortante es significativa.
- Es de suma importancia que si se desea realizar una investigación similar al expuesto anteriormente, se debe tener en cuenta que las probetas de las losas deben de contar con vigas de dimensiones reales a sus probetas y no con viguetas de borde; debido a que al tener vigueta de borde no se puede evaluar su resistencia a la torsión ya que no presenta empotramiento.
- Se debe tener muy en cuenta la colocación de la tubería en las losas aligeradas, ya que una incorrecta colocación alteraría su comportamiento estructural debilitando su resistencia.

⁸ Norma A.030 Anexo 1 Infraestructura mínima para un establecimiento de hospedaje clasificado como Hotel

CAPITULO IX

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Concrete Institute. Enero del 2005. Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-05) y comentario (ACI 318SR-05). USA. Producido por el Comité ACI 318.
- Corporación Aceros Arequipa S.A. 2010. Manual de Construcción para maestro de obra. Perú. Nueva Vía Comunicación S.A.

CAPITULO X

ANEXOS

CERTIFICADO DE CALIDAD DEL CEMENTO UTILIZADO EN LAS LOSAS


CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.

 Calle La Colonia Nro 150 Lta. El Vivero de Morisson Santiago de Surco - Lima
 Carretera Panamericana Norte Km. 956 Pacasmayo - La Libertad
 Teléfono 017 - 6030

 SGC-REG-05-00002
 Versión 01

CEMENTO EXTRAFORTE

Cemento Portland Compuesto Tipo ICo

Conforme a la NTP 334.090

Pacasmayo, 20 de Julio del 2016

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CP3.AA	Requisito NTP 334.090
MgO	%	2.2	Máximo 6.0
SO3	%	2.4	Máximo 4.0

PROPIEDADES FÍSICAS		CP3.AA	Requisito NTP 334.090
Contenido de Aire	%	4	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.07	Máximo 0.80
Superficie Específica	m ² /kg	3640	NO ESPECÍFICA
Retenido MECS	%	4.2	NO ESPECÍFICA
Densidad	g/mL	2.92	NO ESPECÍFICA

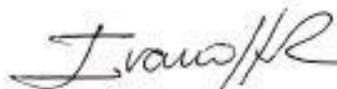
Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm ²)	23.4 (239)	Mínimo 13.0 (Mínimo 133)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm ²)	28.6 (302)	Mínimo 20.0 (Mínimo 204)
Resistencia Compresión a 28días	MPa (Kg/cm ²)	36.7 (374)	Mínimo 25.0 (Mínimo 255)

Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	134	Mínimo 45
Fraguado Final	min	290	Máximo 420

 Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-06-2016 al 30-06-2016
 La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Mayo 2016



Ing. Ivanoff V. Rojas Tello

Superintendente de Control de Calidad

 Solicitado por : **Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.**

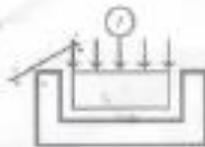
Queda totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

Especificaciones técnicas del montacargas

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
MARCA	KOMATSU	
MODELO	FG25T-16	
TIPO DE MOTOR	GASOLINA/GAS	GASOLINA
CAPACIDAD DE CARGA (Kg)	2500	
CENTRO DE CARGA (mm)	500	
PESO DE SERVICIO (Kg)	3590	
TIPO DE MÁSTIL	3 ETAPAS FULL FREE VIEW	
ALTURA DEL MÁSTIL RECOGIDO (mm)	2145	1995
ALTURA DEL MÁSTIL EXTENDIDO (mm)	5780	5380
ELEVACIÓN LIBRE DE HORQUILLAS (mm)	1145	995
ÁNGULO DE INCLINACIÓN HORQUILLAS	6° / 6°	
ALTURA ELEVACIÓN CARGA (mm)	4700	4300
LONGITUD DE HORQUILLAS	1070	
MARCA DE MOTOR	NISSAN	
MODELO DE MOTOR	K21	
POTENCIA DEL MOTOR	46 @ 2450	
DESPLAZAMIENTO (cc)	2065	
TRANSMISIÓN	TORQFLOW	
DIRECCIÓN	HIDRÁULICA	
NUMERO DE LLANTAS	4	
TIPO DE LLANTAS	NEUMÁTICAS	
LLANTAS DELANTERAS	7,00-12-12 PR (H)	
LLANTAS TRASERAS	6,00 X09-10 PR(H)	
DESPLAZAMIENTO LATERAL (SIDE SHIFTER)	SI	
LUCES FRONTALES, TRASERAS Y DIRECCIONALES	SI	
CINTURÓN DE SEGURIDAD	SI	
EQUIPO ESTANDAR	Indicador de Combustible Indicador temperatura del Agua Luz indicadora carga Batería Indicador presión aceite Horómetro Pito de reversa Silla de suspensión Cabina y tren de potencia de suspensión exclusiva KOMATSU	
*Dimensiones del montacargas. - Largo: 2.585 mm sin incluir las horquillas - Ancho: 1.150 mm - Alto: 2070 mm		
Las características que aparecen en esta ficha técnica son ilustrativas y no constituyen oferta comercial. Sus especificaciones pueden estar sujetas a cambio dependiendo de su efectiva disponibilidad. Las características definitivas del vehículo serán las que conozca y acepte el comprador en la correspondiente orden de pedido.		

ANEXO 1
INFRAESTRUCTURA MÍNIMA PARA UN ESTABLECIMIENTO DE HOSPEDAJE CLASIFICADO COMO HOTEL

REQUISITOS MÍNIMOS	5****	4****	3***	2**	1*
Nº de Habitaciones El número mínimo de suites debe ser igual al 5% del número total de las habitaciones	40	30	30	20	20
Salones (m2. por Nº total de habitaciones) El área techada útil en conjunto, no debe ser menor a:	3 m2	2.5 m2	1.5 m2	—	—
Bar independiente	Obligatorio	Obligatorio	—	—	—
Comedor - Cafetería (m2. por Nº total de habitaciones) Deben estar techados y cada uno de ellos no debe ser menor a:	1.5 m2	1.25 m2	1 m2	—	—
Todas las habitaciones deben tener un closet o guardarropa de un mínimo de: m2	1.5 x 0.7	1.5 x 0.7	1.2 x 0.7	Debe tener	Debe tener
1. Simples (m2)	13 m2	12 m2	11 m2	9 m2	8 m2
2. Dobles (m2)	18 m2	18 m2	14 m2	12 m2	11 m2
3. Suites (m2 mínimo, si la sala está INTEGRADA al dormitorio)	28 m2	26 m2	24 m2	—	—
4. Suites (m2 mínimo, si la sala está SEPARADA del dormitorio)	32 m2	28 m2	26 m2	—	—
Cantidad de servicios higiénicos por habitación (tipo baño)	1 baño privado con tina 5.5 m2	1 baño privado con tina 4.5 m2	1 baño privado con tina 4m2	1 cada 2 habitaciones con ducha 3 m2	1 cada 2 habitaciones con ducha 3 m2
Área mínima Todas las paredes deben estar revestidas con material impermeable de calidad comprobada (metros)	altura 2.10	altura 2.10	altura 2.10	altura 1.80	altura 1.80
Servicios y equipos para las habitaciones:					
1. Aire acondicionado frío (tomándose en cuenta la temperatura promedio de la zona)	Obligatorio	obligatorio	—	—	—
2. Calefacción (tomándose en cuenta la temperatura promedio de la zona)	Obligatorio	obligatorio	—	—	—
3. Agua fría y caliente las 24 horas (no se aceptan sistemas activados por el huésped)	Obligatorio en ducha y lavatorio	obligatorio en ducha y lavatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio
4. Alarma, detector y extintor de incendios	Obligatorio	obligatorio	—	—	—
5. Tensión 110 y 220 v.	Obligatorio	obligatorio	obligatorio	—	—
6. Teléfono con comunicación nacional e internacional (en el dormitorio y en el baño)	Obligatorio	obligatorio	obligatorio	—	—
Ascensor de uso público (excluyendo sótano o semi-sótano)	obligatorio a partir de 4 plantas	obligatorio a partir de 4 plantas	obligatorio a partir de 5 plantas	obligatorio a partir de 5 plantas	obligatorio a partir de 5 plantas
Ascensor de servicio distintos a los de uso público (con parada en todos los pisos y excluyendo sótano o semi-sótano)	obligatorio a partir de 4 plantas	obligatorio a partir de 4 plantas	—	—	—
Alimentación eléctrica de emergencia para los ascensores	Obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio	obligatorio
Estacionamiento privado y cerrado (porcentaje por el Nº de habitaciones)	30%	25%	20%	—	—
Estacionamiento frontal para vehículos en tránsito	Obligatorio	obligatorio	obligatorio	—	—
Generación de energía eléctrica para emergencia	Obligatorio	obligatorio	obligatorio	—	—
Recepción y conserjería	obligatorio - separados	obligatorio - separados	obligatorio - separados	obligatorio	obligatorio
Sauna, baños turcos o hidromasajes	Obligatorio	—	—	—	—
Servicios higiénicos públicos (Se ubicarán en el hall de recepción o en zonas adyacentes al mismo)	obligatorio diferenciados por sexos	obligatorio diferenciados por sexos	obligatorio diferenciados por sexos	Obligatorio	Obligatorio
Teléfono de uso público	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio
Cocina (porcentaje del comedor)	80%	50%	40%	—	—
Zona de mantenimiento	Obligatorio	Obligatorio	—	—	—



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

DISEÑO DE MEZCLAS PARA CONCRETO

OBRA: OBRAS VARIAS

SOLICITA: DALMACIO AGUILAR SERQUEN

UBICACIÓN: MZ. G 1.T 25 CURVA DE SUN - MOCHE - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, 10 DE JUNIO DEL 2014

CANTERA: AGREGADO GRUESO: SAN MARTIN

AGREGADO FINO: HUANCHACO

Hojas 1 de 2

DISEÑO DE UNA MEZCLA DE CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND TIPO V SIN AIRE INCLUIDO

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

INFORMACION:

Resistencia deseada $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia de cálculo $f'or = 254 \text{ kg/cm}^2$

Control de Obra: Supervisión especializada constante

El diseño de la mezcla se hizo únicamente con los agregados proporcionados por los solicitantes del diseño.

AGREGADOS:

AGREGADO GRUESO:

Peso Volumétrico Seco y Compactado: 1,565 kg/m³

Peso Volumétrico Seco y Suelto: 1,294

Tamaño máximo del agregado: 3/4"

Porcentaje de Absorción (%): 0.84

Contenido natural de humedad (%): 0.07

AGREGADO FINO:

Peso Volumétrico Seco y Compactado: 1,687 kg/m³

Peso Volumétrico Seco y Suelto: 1,438

Módulo de Fineza: 2.32

Porcentaje de Absorción (%): 2.40

Contenido natural de humedad (%): 0.47

CEMENTO:

Portland Tipo V: ASTM C-150

Peso Volumétrica: 1500 kg/m³

HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

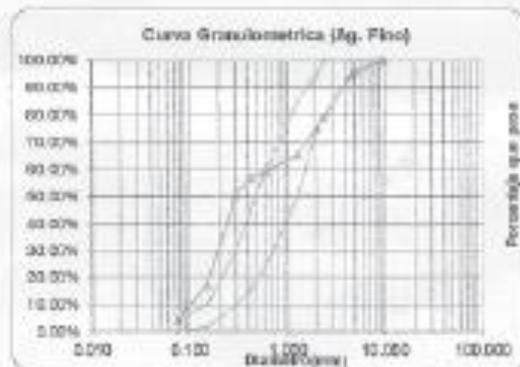
Ing. José Miguel Polo
CIP 34570


RESULTADOS:

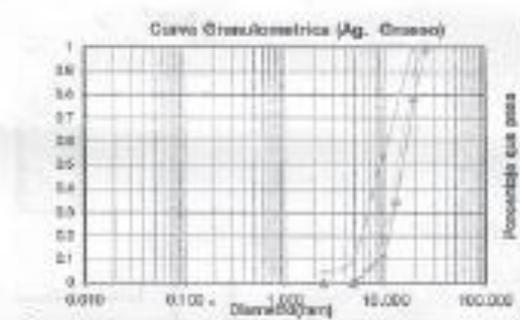
Hoja 2 de 2

AGREGADO FINO:

MALLA	PESO RET.	% QUE PASA
3/8"	0.00	100.00%
No 4	23.38	95.32%
No 8	79.10	79.50%
No 10	21.40	75.22%
No 16	48.60	65.50%
No 30	30.75	66.26%
No 40	12.21	56.51%
No 50	30.67	60.78%
No 100	167.83	17.27%
No 200	64.50	4.37%
Plato	21.88	0.00%
Σ	500.00	


AGREGADO GRUESO:

MALLA	PESO RET.	% QUE PASA
1 1/2"	0.00	100.00%
1"	0.00	100.00%
3/4"	421.73	79.91%
1/2"	676.87	35.07%
3/8"	477.05	11.22%
No 4	224.35	0.00%
Σ	2000.00	


 Asentamiento Máximo **3** pulgadas

 Bolsas x metro cúbico: **9.10**
DOSIFICACION RECOMENDADA EN PESO (KG)

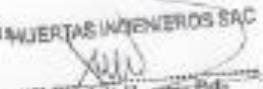
CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
1.00	1.93	2.66	0.57

DOSIFICACION RECOMENDADA EN VOLUMEN:

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
1.00	2.01	3.08	0.88

Notas:

- * La presente dosificación no señala la aplicación de ningún aditivo plastificante.
- * En la dosificación con leña, tener en cuenta que una bolsa de cemento llena 1.75 latas.
- * El Diseño se ha realizado con las humedades naturales de los materiales que han ingresado al laboratorio, cualquier cambio de estos en el campo se deberá hacer la

 HUERTAS INGENIEROS SAC


ANEXOS FOTOGRÁFICOS

A continuación se verá la secuencia del proceso constructivo de las probetas de losas aligeradas y su ensayo.







