



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“BASES TEORICAS PARA EL ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA
CONSTRUCCIÓN Y COSTOS DE LOSAS ALIGERADAS CONSTRUIDAS CON
SISTEMA VIGUETA BOVEDILLA Y SISTEMA TRADICIONAL EN UNA
EDIFICACIÓN TRUJILLO, 2018”**

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

AUTOR:

JUAN JOSÉ PELAEZ MEREGILDO

TRUJILLO – PERÚ

2018



HOJA DE FIRMAS

Mg. Ing. Enrique Duran Bazán.

Mg. Ing. Josualdo Villar Quiroz.



i. INDICE

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	6
1.1. DELIMITACION DEL PROBLEMA QUE MOTIVA AL ESTADO DEL ARTE	7
1.2. JUSTIFICACIÓN	8
1.3. OBJETIVOS	8
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	8
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
1.4. PROCEDIMIENTOS METODOLOGICOS SEGUIDOS.....	9
1.4.1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	9
CAPÍTULO 2. RESULTADOS RESPECTO A LOS ANTECEDENTES.....	12
2.1. APLICACIONES A LA INGENIERIA CIVIL.....	12
2.2. TIPOS DE LOSA.....	13
2.3. LOSAS TRADICIONALES.....	16
2.1. LOSA CON SISTEMA VIGUETA-BOVEDILLA.....	24
CAPÍTULO 3. CONCLUSIONES.....	33
CAPÍTULO 4. REFERENCIAS	34
CAPÍTULO 5. ANEXOS	35
ANEXO N° 01: Ficha de registro.....	35
ANEXO N° 02: técnicas de recolección SVB.....	36
ANEXO N° 03: GUÍA DE OBSERVACIÓN LOSA TRADICIONAL.....	36
ANEXO N° 04: GUÍA DE OBSERVACIÓN LOSA SVB.....	38



ii. RESUMEN

Este trabajo se hizo para presentar las bases teóricas que permitan comparar dos sistemas de construcción para que el empresario, ingeniero u otro, decida con mayor certeza, que sistema utilizar de acuerdo con la magnitud de la obra. Según investigadores tanto nacionales como extranjeros, analizaron los sistemas de construcción a base de prefabricados y los de forma tradicional, y demostraron que construir con prefabricados, resulta más eficiente. Esta investigación corresponde al diseño no experimental de tipo transversal, se utilizó una fuente de información primaria, para las losas con SVB, los datos se obtuvieron directamente de las losas en estudio. La recolección de datos se obtuvo a través de las guías de observación. Se utilizó la estadística descriptiva como método de análisis de datos, con la ayuda de gráficos y tablas. Una losa tradicional costó S/.24700 y una losa con SVB costó S/.20600. Se concluyó que los sistemas constructivos con elementos prefabricados de concreto como es el caso del SVB para losas tiene beneficios claves en un proyecto de construcción y ventajas resaltantes frente a la obra convencional, vaciada in situ.

Palabras claves:

- Vigueta Bovedilla, Sistema Tradicional, Losa Aligerada.



iii. ABSTRAC

This work was done to present the theoretical bases that allow comparing two construction systems so that the entrepreneur, engineer or another, decides with greater certainty, which system to use according to the magnitude of the work. According to both national and foreign researchers, they analyzed the construction systems based on prefabricated and traditional, and showed that building with prefabricated, is more efficient. This investigation corresponds to the non-experimental cross-sectional design, a primary information source was used, for the slabs with BLS, the data were obtained directly from the slabs under study. The data collection was obtained through the observation guides. Descriptive statistics was used as a method of data analysis, with the help of graphs and tables. A traditional slab cost S / .24700 and a slab with SVB cost S / .20600. It was concluded that construction systems with prefabricated concrete elements such as the SVB for slabs have key benefits in a construction project and outstanding advantages over conventional work, emptied in situ

Keywords:

- Vigüeta Bovedilla, Traditional System, Lightened slab.



I. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción es, en todos los países, un indicador del desarrollo económico y la prueba evidente de su evolución. La capacidad de construir representa tanto realizar lo nuevo, como reutilizar el potencial de lo ya construido. El desarrollo de la construcción ha estado siempre ligado a la disponibilidad de los materiales y de las técnicas que han determinado sus características y escala. De hecho, puede analizarse su evolución considerando sólo cómo y con qué se han construido los edificios. Las nuevas tendencias tanto de elementos prefabricados como autosostenibles son las que mayor auge están teniendo, no solo por su impacto social y ambiental, sino también por su bajo costo.

En Perú el mercado de los prefabricados ha mostrado un gran auge, las constructoras optan por el sistema de vigueta bovedilla en losas debido a las ventajas económicas que este presenta, como son ahorro de encofrado, menor desperdicio de materiales, buena calidad de materiales, ya que estos pasan por un control de calidad, entre otras ventajas.

La construcción de losas tradicionales en Trujillo se da en viviendas pequeñas, en las que la construcción está a cargo de un maestro de obra. Hay empresas quienes aún no quieren innovar y se han acostumbrado a este sistema constructivo tradicional, perdiendo dinero en mano de obra, material, tiempo, etc.

1.1 Delimitación del problema que motiva el estado del arte

En la actualidad en Perú el problema de la vivienda es grande y para la vivienda de interés social, uno de los factores más importantes es el costo y por ello es necesario el conocimiento de diversos tipos de materiales y procedimientos constructivos.

Es del conocimiento de todos nosotros que el problema de la vivienda no es sólo en nuestro país, sino que es prácticamente a nivel mundial; sin embargo, en los países industrializados se vienen solucionando mediante la concurrencia de los más diversos métodos constructivos y materiales.

La vigueta y bovedilla es un sistema a base de largueros de concreto (viguetas) y elementos que forman la losa (bovedilla), sobre estos se coloca la llamada capa de compresión; la cual lleva una malla de acero y un colado de concreto, se puede decir que este procedimiento es un sistema semi-prefabricado. Las losas con sistema vigueta-bovedilla, las vigas se colocan en un solo sentido, no se forman retículas, el aligerado se logra con elementos de espuma de poliestireno, las cuales se conocen con el nombre de bovedillas, tienen una ceja para apoyarse directamente en la base o patín de las viguetas. Las viguetas son prefabricadas y pueden venir coladas completamente, o con el alma abierta, lo cual es mucho mejor ya que garantiza que la losa trabaje monolíticamente, al igual que en caso anterior se les coloca también una capa de compresión de concreto reforzado con una malla electro soldada para evitar grietas por temperatura.

Entonces surge la interrogante ¿Cuál es el análisis comparativo de la construcción y costos de losas con SVB y losas con sistema tradicional en la obra RAFAELLA III?



1.2 Justificación del Tema

En muchas ciudades del mundo los sistemas de construcción prefabricados están aumentando, pero hay quienes todavía prefieren las técnicas tradicionales de construcción in-situ. Es por ello la importancia de hacer un análisis comparativo, sobre qué sistema ofrece mejores resultados en su construcción y costos. Ante el boom de la construcción que se está dando en nuestro país, debemos tener sistemas constructivos más eficientes que ahorren tiempo y dinero. La construcción de losas aligeradas es una las piezas claves en una edificación, ya que es la que lleva el mayor tiempo tanto en su construcción hasta su desencofrado. Para la construcción de losas aligeradas con sistema vigueta bovedilla, se debe tener en cuenta Manual para albañiles y maestros de obra, Editado por la Pontificia Universidad Católica del Perú y SENCICO, que son responsables de su construcción y mantenimiento. Las cualidades del trabajo es dar a conocer las ventajas y desventajas, haciendo un análisis comparativo, de dos sistemas constructivos de losas aligeradas, tanto en su modo de construcción en obra y los costos que estos generan. Nos referimos al sistema de construcción prefabricado: vigueta bovedilla y al sistema de construcción tradicional.

1.3 Objetivo

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Describir dos sistemas de construcción de losas aligeradas, el sistema vigueta bovedilla y el Sistema Tradicional y los antecedentes que permiten comparar tanto en su aspecto económico como constructivo.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ - Identificar las ventajas y desventajas, tanto técnicas y económicas de ambos sistemas de construcción de losas aligeradas.



- ✓ Presentar a los profesionales de ingeniería civil una guía que ayude a utilizar de forma eficiente y adecuada un sistema de construcción de losa, idóneo a las necesidades técnicas y económicas del proyecto.

1.4 Procedimientos metodológicos seguidos

1.4.1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se utilizó una fuente de información primaria, para las losas con SVB, los datos se obtuvieron directamente de las losas en estudio. Para las losas con sistema tradicional se utilizó una fuente de información secundaria ya que los datos se obtuvieron de reportes anteriores en obras parecidas. Las técnicas utilizadas son documental y observación.

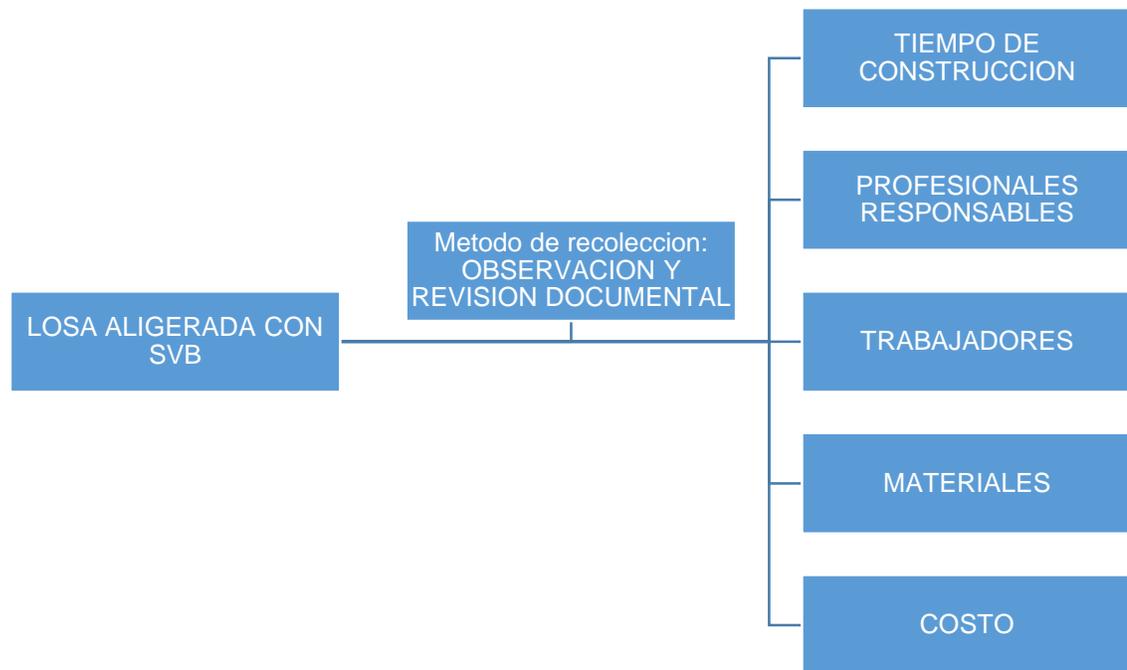
La observación según nivel de participación: Observación participante, porque los datos se tomaron directamente de obra.

La observación según la forma de registrar: Observación directa, porque hubo contacto directo con el objeto de estudio al evaluarlo.

➤ LOSA CON SVB

TABLA N°1 técnicas de recolección SVB

TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN
Observación	Guía de observación
Revisión documental	Ficha resumen

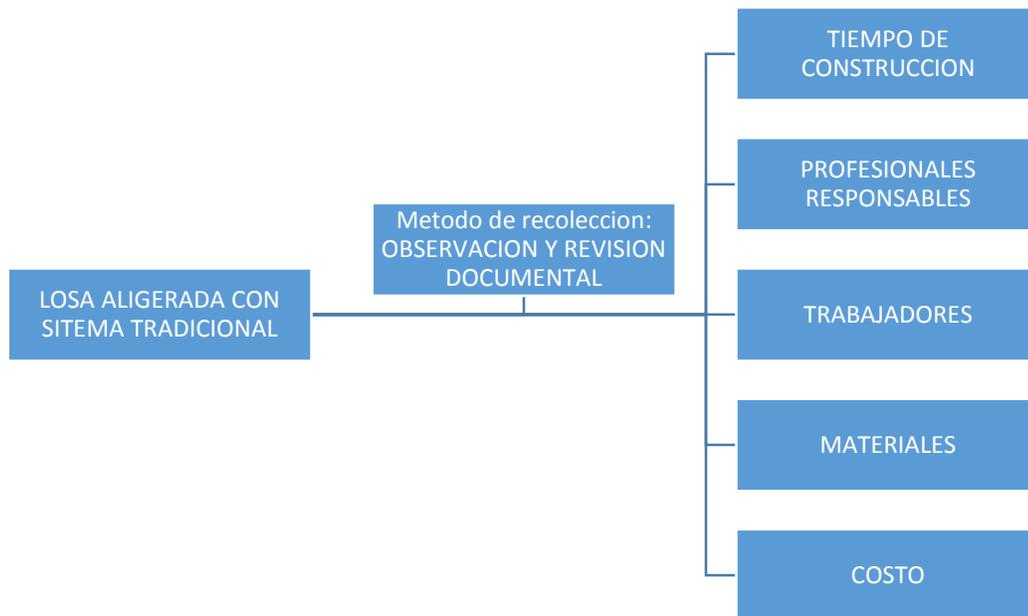


- **TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN:** el instrumento utilizado fue la guía de observación, se anotó en cuanto tiempo construyen una losa aligerada, desde el encofrado de vigas, ya que las losas y vigas se llenan como un sistema monolítico; hasta el llenado de estas.
- **PROFESIONALES RESPONSABLES:** el instrumento utilizado fue la guía de observación, se anotó la cantidad de ingenieros que están a cargo de cada área, tanto seguridad como construcción.
- **TRABAJADORES:** el instrumento utilizado fue la guía de observación, se anotó la cantidad de trabajadores y su especialidad, para construir la losa con SVB.
- **MATERIALES:** el instrumento utilizado fue la ficha resumen, se revisó la planilla de metrados.
- **COSTOS:** el instrumento utilizado fue la ficha resumen, se revisó los documentos de análisis de precios unitarios.

✓ LOSA TRADICIONAL

TABLA N°2 técnicas de recolección Losa Tradicional

TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN
Observación	Guía de observación
Revisión documental	Ficha resumen



- **TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN:** el instrumento utilizado fue la ficha resumen, ya que se hizo una revisión documental del tiempo que se demora en construir con este sistema, tomando como modelos obras similares.
- **PROFESIONALES RESPONSABLES:** el instrumento utilizado fue la guía de observación, se anotó la cantidad de ingenieros que están a cargo de cada área, tanto

seguridad como construcción. Se tomo nota de otra obra similar construida con sistema tradicional.

- **TRABAJADORES:** el instrumento utilizado fue la guía de observación, se anotó la cantidad de trabajadores y su especialidad, para construir la losa con Sistema Tradicional. Se tomo nota de otra obra similar construida con sistema tradicional.
- **MATERIALES:** el instrumento utilizado fue la ficha resumen, se revisó la planilla de metrados.
- **COSTOS:** el instrumento utilizado fue la ficha resumen, se revisó los documentos de análisis de precios unitarios.

II. RESULTADOS RESPECTO A LOS ANTECEDENTES

Las losas son elementos estructurales utilizados en la construcción, con el fin de proporcionar superficies planas y útiles. Éstos son considerados bidimensionales, ya que la tercera dimensión es muy pequeña con relación a las otras dos.

Estas superficies planas, por lo general horizontales, pueden estar apoyada perimetralmente o en voladizo en vigas de concreto, muros de mampostería o de concreto, en vigas de acero estructural, algunas veces directamente apoyadas sobre columnas o directamente sobre el terreno en forma continua. (ROSALES, 2005).

2.1. APLICACIONES EN LA INGENIERÍA CIVIL

Las losas son el elemento estructural que se utiliza en la construcción para separar una superficie de otra, de tal forma que sirven para techos y pisos.

- **Función arquitectónica:** Separar los espacios verticales, formando los diferentes niveles de una construcción. La losa debe garantizar el aislamiento del ruido, del calor y de visión directa, es decir, que no deje ver las cosas de un piso a otro.

- **Función estructural:** Las losas o placas deben ser capaces de sostener las cargas de servicio como el mobiliario y las personas, al igual que su propio peso y el de los acabados. Además, pueden formar un diafragma rígido intermedio, para atender la función sísmica del conjunto. (ROSALES, 2005).

2.2. TIPOS DE LOSA

Hay distintas clasificaciones que se dan para las losas, entre las cuales se pueden identificar las siguientes:

2.2.1. SEGÚN SU TIPO DE APOYO

Según su tipo de apoyo, se pueden dar los siguientes tipos de losas

- Losa apoyada sobre vigas en dos de sus lados opuestos
- Losa apoyada sobre muros en dos lados opuestos
- Losa apoyada sobre cuatro vigas en sus bordes
- Losa apoyada sobre cuatro muros en sus bordes
- Losa apoyada sobre columnas directamente (placa plana)
- Losa reticular apoyada sobre columnas directamente
- Losa apoyada sobre el terreno

Losas unidireccionales son aquellas en la cuales la carga se transmite en una dirección hacia los muros portantes o vigas; son, generalmente, losas rectangulares en las que un lado mide por lo menos 2 veces más que el otro.

Losas o placas bidireccionales: Cuando se dispone de muros portantes o vigas en los cuatro costados de la placa y la relación entre la dimensión mayor y la menor del lado de la placa es de 2 ó menos, se utilizan placas reforzadas en dos direcciones.

Las losas apoyadas en dos de sus lados trabajan en una sola dirección, transmitiendo la carga en la dirección de los apoyos. Los otros tipos de losa trabajan transmitiendo su carga en dos direcciones perpendiculares entre sí, siempre y cuando la relación de largo/ancho de sus luces sea menor o igual que 2 y en el caso de losas nervadas, que se coloquen nervios en sus dos direcciones perpendiculares.

Las losas que trabajan en una dirección o unidireccionales se comportan básicamente como vigas anchas que se suelen diseñar tomando como referencia una franja de ancho unitario (un metro de ancho). Esto sucede cuando las losas rectangulares se apoyan en dos extremos opuestos, careciendo de apoyos en los otros bordes restantes.

También, cuando las losas rectangulares se apoyan en sus cuatro lados, y la relación largo/ancho, como ya se había mencionado, es mayor o igual a 2, la losa trabaja fundamentalmente en la dirección más corta. Cuando las losas se sustentan en dos direcciones ortogonales, se desarrollan esfuerzos y deformaciones en ambas direcciones, y es por eso por lo que reciben el nombre de losas bidireccionales. Siempre tomando en consideración que cuando las losas de este tipo están sustentadas en sus cuatro lados y la relación largo/ancho es menor a 2, se considera una losa que trabaja en ambos sentidos. (RICARDO, 2008)

2.2.2. SEGÚN SU CONSTITUCIÓN

Según esta clasificación tenemos:

- Losas macizas
- Losas aligeradas:
- Losas combinadas o compuestas: losa-acero

Cuando el concreto es el material que ocupa todo el espesor de la losa, se le denomina a esta losa densa o maciza. No utilizan ningún tipo de aligerante. Se usan con espesores hasta de 15 cm, generalmente utilizan doble armado de acero, una en la parte inferior

y otra en la parte superior ya que con esto cubren la necesidad de acero que es provocada por los momentos, tanto positivo como negativo.

Las losas aligeradas son aquellas que forman vacíos en un patrón rectilíneo, los cuales aligeran la carga muerta debido al peso propio.

En el caso de las losas aligeradas, el concreto no ocupa todo el espesor de la losa y esto es creado por elementos como lo son la bovedilla de material pómez o elementos de poliuretano, y estos elementos se denominan elementos aligerantes y también por elementos que sirven de formaleta temporal.

Cuando se refiere a un sistema combinado de losas, es la combinación de un material como lo es el acero o la madera con el concreto. Una de estas combinaciones nos da un elemento estructural denominado sistema mixto, entre los cuales se encuentra el sistema de losa-acero. (RICARDO, 2008)

2.2.3. SEGÚN EL TIPO DE MATERIALES UTILIZADOS

Losas o placas en concreto (hormigón) reforzado: Son las más comunes que se construyen y utilizan, como refuerzo, barras de acero corrugado o mallas metálicas de acero.

Losas o placas en concreto (hormigón) pretensado: Son las que utilizan cables traccionados y anclados que le transmiten compresión a la placa. Este tipo de losa es de poca ocurrencia en el medio guatemalteco y sólo lo utilizan las grandes empresas constructoras que tienen equipos con los cuales tensionan los cables.

Losa o placa apoyada en madera: Son las fabricadas sobre un entarimado de madera, complementadas en la parte superior por un diafragma en concreto reforzado.

Losa o placa en lámina de acero: Es la que se funde sobre una lámina de acero delgada y que configura simultáneamente la formaleta y el refuerzo inferior del concreto que



se funde encima de ella. Este sistema será utilizado en la comparación que se hace más adelante

2.3. LOSA TRADICIONAL

2.3.1. DEFINICIÓN

Se hace mención a cuatro grandes actividades para la descripción de este procedimiento constructivo.

- Instalado del encofrado para vaciado de la Losa
- Armado de Acero de Refuerzo en la Losa
- Vaciado de la Losa de Concreto Armado
- Desencofrado de la Losa

Es necesaria la formación de cuadrillas para las distintas actividades. (CASTELLS, 1995)

2.3.2. INSTALACIÓN DE ENCOFRADO

En este procedimiento se verá la colocación del encofrado para el vaciado de una Losa Tradicional.

Se puede definir como encofrado, a la estructura que sirve para soportar el concreto y el acero de refuerzo de una losa, su uso es provisional, de ahí su nombre de "Obra Falsa"; pues se ocupa únicamente mientras que el concreto adquiere la resistencia necesaria para sustentarse por sí misma. (CASTELLS, 1995)

➤ COMPONENTES DE UN ENCOFRADO

Existen diversos elementos, los cuales componen un encofrado de madera y estos son los siguientes:



- Arrastres
- Cuñas
- Pies derechos o puntales
- Contraventeos
- Cachetes
- Soleras
- Tarimas

ARRASTRE se considera a las bases, o sea, son los elementos que sirven para distribuir el peso del encofrado y el concreto armado a la superficie (firme de concreto, terreno nivelado y compactado, etc.), generalmente se aprovechan tramos cortos de madera para el habilitado de los mismos, cuyas dimensiones serán de 25 por 25 cm. aproximadamente.

LAS CUÑAS son al igual que los elementos de arrastre, formadas por tramos cortos de madera y su función principal es que el pie derecho (polín), entre a presión entre las vigas mdrinas y el arrastre y también tiene la función de nivelación de la cimbra en general.

LOS PIES DERECHOS también conocidos como **PUNTALES**, son polines de madera que sirven de apoyo, y actúan como una columna estructuralmente hablando. Sus medidas comerciales son 4 x 4" x 8' es decir, de 0.10 x 0.10 x 2.44 m.

Los pies derechos no deben cortarse a la medida exacta, entre el firme y las soleras; deberá ser descontado el espesor de la cuña y el arrastre.

LOS CONTRA VENTEOS son duelas en forma de equis (x), se clavan entre los pies derechos para darle mayor rigidez a los puntales y en general a todo el encofrado.



SOLERAS son conocidas también como largueros; consisten en piezas de madera, las cuales van a tener la función de transmitir el peso de la plataforma (tarimas) y el concreto armado a los pies derechos, estas vigas pueden ser de 10 por 20 cm o utilizar al igual que en los puntales polín de 10 x 10 cm.

Las soleras irán colocadas sobre los pies derechos, éstas se fijan por medio de cachetes, que consisten en tramos de madera de 2.5 x 10 x 40 cm. Si los puntales y las madrinan no dieran la longitud deseada podrán ser empalmados por medio de cachetes clavados por los lados de estos.

LAS TARIMAS son moldes de madera que se encuentran contruidos a base de duela o triplay, éstas estarán en contacto directo con el concreto al momento de colar, y se deberán impregnar con varias capas de aceite quemado o diesel; inclusive se recomienda sumergirse en diesel para que absorban mayor cantidad de él, este proceso se hace para facilitar el descimbrado y aumentar los usos de la cimbra, que a la larga nos va a representar una economía, ya que la madera es costosa. Entre el diesel y el aceite quemado es recomendable el diesel ya que es menos sucio que el aceite, el cual manchará la superficie del concreto.

Existen medidas comerciales de tarimas y las más comunes de 1.00 x 0.50 m contruidas con duela; y el conjunto de estos moldes dará la formación de la plataforma que estará en contacto con el concreto armado; el acabado que dan este tipo de tarimas es el llamado acabado común, ya que, al descimbrar, el concreto tendrá marcada la forma de las tarimas y ésta servirá para recibir el aplanado de yeso o el acabado que se desee dar.

Las tarimas contruidas con triplay (generalmente triplay de 16 mm), las medidas son de 1.22 x 2.44 m normalmente, aunque se pueden hacer de menores dimensiones. El acabado que dan éstas es el denominado acabado aparente, es decir, que al descimbrar, el concreto estará liso siendo éste su acabado final.

Es muy importante que antes de hacer el habilitado de la cimbra se verifiquen en los planos, tanto arquitectónicos como los estructurales, las dimensiones reales que tendrá la losa, esto para evitar desperdicios o faltantes de material. (CASTELLS, 1995)

➤ **PROCEDIMIENTO DE ENCOFRADO**

Se iniciará con la colocación de los arrastres a una distancia de 1 m. en ambos sentidos, sobre los arrastres irán colocados los pies derechos aproximadamente a la misma distancia, después se plomean estos y se unen con una duela de madera para mantenerlos en pie.

Se colocan sobre los pies derechos las vigas madrinas inferiores y se clavan, con cachetes; posteriormente se colocan las vigas madrinas superiores. Sobre las vigas madrinas se colocan las tarimas, con una ligera separación, esto es porque cuando la tarima absorbe agua del concreto se hincha.

Una vez que se ha completado la colocación de las tarimas, se pasan niveles para ver si la cimbra se encuentra a la altura deseada; si existiese la necesidad de aumentar el nivel, éste se hará por medio de las cuñas, una vez nivelada se clavan al puntal y al arrastre para evitar que se desnivele.

Para rigidizar la cimbra se clavan los contravientos en los pies derechos, estos se clavarán alternadamente. Una vez realizado lo anterior se procede a la colocación de la frontera de la losa, ésta se fabrica a base de duela; si una sola duela no llegara a dar la altura para que contenga al concreto al momento del vaciado se requerirá unirle otra por medio de cachetes a una separación de 1 m. Las fronteras se colocan en todo el perímetro que abarque la losa, ésta se fija por medio de barrotes clavados a las vigas madrinas.

Por último, se hará un chequeo general de los niveles para evitar que la losa quede desnivelada, porque una vez que el concreto es vaciado sobre la cimbra es imposible nivelarla. (CASTELLS, 1995)

➤ **BASES PARA LA SUPERVISIÓN**

En todos los casos, el procedimiento constructivo se ajustará a especificaciones, las cuales irán anotadas en los planos de detalle.

- a) Las dimensiones de las formas estarán anotadas claramente en los planos de diseño correspondiente.
- b) La escuadría de las piezas de madera por usar deberá ser tal que tenga la resistencia y rigidez necesarias y suficientes para soportar las cargas verticales y empujes laterales.
- c) Se sujetarán firmemente las tarimas y los cachetes a fin de evitar deformaciones en la superficie del concreto; así mismo, deben evitarse todas aquellas hendiduras por las cuales puede escaparse la lechada de cemento, evitando así acabados defectuosos.
- d) Antes de efectuar el colado, deben revisarse meticulosamente las cimbras como son: arrastres, cuñas, pies derechos, contraventeos, cachetes, vigas madrinas, tarimas y la frontera alineada y fija. (CASTELLS, 1995)

2.3.3. COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO EN LOSA

Se verá el procedimiento de armado para una losa tradicional. Podemos definir el armado de acero de refuerzo como el conjunto de operaciones de habilitado, colocado y armado de la varilla de acuerdo con la posición en que se encuentra marcada en el Plano Estructural. (CASTELLS, 1995)

2.3.4. VACIADO DE LOSA

El objetivo principal es la realización del colado de una losa tradicional. Se define al colado de la losa como a la colocación de concreto recién elaborado en una cimbra o molde; que servirá como cubierta o entrepiso de una edificación

➤ **SUPERVISIÓN Y NECESIDADES PREVIAS AL VACIADO**

Antes de iniciar un colado es importante revisar ciertos puntos:

- Prever la necesidad de algún equipo o elemento para poder hacer el colado de la losa, como pudiera ser el uso de alguna rampa, vibradores, bomba para concreto o malacates.
- Se verifica que el armado de la losa se encuentre de acuerdo con los planos estructurales; que no falte ningún elemento del armado, que se encuentren alineadas las varillas, amarradas correctamente en los cruces y que los amarres se encuentren doblados hacia abajo para evitar algún accidente.
- Se verifica que el acero esté calzado con los pollos de tal manera que exista la separación entre el armado y la cimbra para garantizar el recubrimiento y el concreto penetre perfectamente abajo de la varilla.
- Se revisa que la cimbra esté firme y segura y el área limpia de clavos, madera, papel, basura, polvo, etc. Revisar que las juntas en la cimbra estén selladas para evitar fugas de lechada.
- Verificación de la instalación eléctrica de acuerdo con el plano de instalaciones, y se recomienda poner tablonos o duelas por donde van a transitar los obreros durante la colocación del concreto para evitar que estén pisando las tuberías, ya que esto provocaría complicaciones posteriores en la instalación, como, por ejemplo, que se aplastarán las tuberías impidiendo con esto el paso de los conductores a través del tubo.

En caso de que en el proyecto no se especifique el equipo y herramienta para el colado de la losa, el encargado del colado determinará el equipo y herramienta a emplear (botes, palas, carretillas, bomba de concreto, bogues, etc.). Se deberán tomar muestras del concreto a colocar para efectuar las pruebas necesarias.

➤ **VACIADO DE LOSA**

Tomando en cuenta lo anterior, podremos proceder al colado, el vaciado de concreto, independientemente del equipo que se vaya a utilizar, no deberá caer de una altura mayor a 1.50 m, de lo contrario, el concreto sufrirá una disgregación de los materiales. Se depositará el concreto sobre la cimbra siguiendo una distribución adecuada, y éste se extenderá con una pala hacia los lugares donde falte concreto; se irá vibrando detrás del proceso anterior, para evitar que queden oquedades en la losa.

El espesor de la losa se controla por medio de un escantillón, posteriormente se empareja la parte superior una vez que se tiene el espesor especificado, y se da el acabado deseado.

Para evitar que se agriete el concreto, se requiere curarlo, es decir, no dejar que se evapore rápidamente el agua que contiene el concreto, y esto se efectúa cubriendo su superficie con una película impermeable de asfalto, alquitrán, silicatos de sodio, u otro producto, o sencillamente mojando con agua la superficie colada frecuentemente.

En tiempo de calor deberá agregarse mayor cantidad de agua, en virtud de que las pérdidas por evaporación son mayores. Puede tenderse sobre la superficie de concreto una capa de arena que se mantendrá húmeda durante el curado. Cuando menos unos quince días es necesario vigilar la humedad del concreto. (CASTELLS, 1995)

➤ **RECOMENDACIONES**

El vaciado del concreto puede hacerse a cualquier hora del día o de la noche. Sin embargo, debe preferirse que todos los colados se hagan a la luz del día, colando de noche cuando sea completamente indispensable. Cuando se cuele de día, se deben tomar precauciones necesarias a fin de poderlo terminar con la luz del día; en caso contrario, debe preverse un



alumbrado conveniente para la operación. El concreto debe depositarse sobre la cimbra, en capas no mayores de 15 cm de espesor, sin dar tiempo a que empiece el fraguado; cada capa se irá vibrando. Como complemento de lo anterior, un albañil, provisto de su cuchara, introducirá ésta varias veces en la masa de concreto para llenar las caras perimetrales y elevar la lechada a la parte superior.

Al estar colando debe preverse que, sobre todo cuando el mezclado es a mano, las camas sean en forma continua, o sea, que entre revoltura y revoltura vaciada no haya una diferencia mayor de treinta minutos (por conveniencia no deben permitirse camas mayores de 5 bultos de cemento por el factor tiempo de fraguado); cuando por causas ajena, o por razones de trabajo, sea preciso interrumpir el vaciado de concreto, deben preverse juntas de construcción (verticales, normal a la dirección).

Al reanudar el vaciado, en la sección suspendida, deberá tratarse la junta dejada previamente (raspando la junta, quitándole el polvo que se haya adherido a la superficie).

Una vez que el concreto comience a fraguar, se dejará reposar como mínimo ocho horas. En este lapso se vigilará que sobre la losa no se coloquen cargas; asimismo, se cuidará que no se transite sobre su superficie. (CASTELLS, 1995)

2.3.5. DESENCOFRADO DE LOSA

Consiste en remover la Obra falsa y acarrear el material utilizado para la cimbra fuera de la zona de trabajo, almacenándola, limpiándola e impregnándola nuevamente con diesel o aceite para sus posteriores usos. La cimbra podrá quitarse dependiendo del tipo de concreto a utilizar (normal o rápida) de acuerdo con la siguiente tabla.

TABLA N°2 Tiempo de Fraguado

FUENTE Elaboración Propia

DÍAS	FRAGUADO DE CONCRETO	
	NORMAL	RÁPIDO
7	-	DESENCOFRAR Y APUNTALAR
14	DESENCOFRAR Y APUNTALAR	QUITAR PUNTALES
28	QUITAR PUNTALES	-

Las fronteras podrán ser descimbradas al día siguiente, tomándose las precauciones necesarias, con el objeto de no perjudicar el acabado. No deben emplearse barretas de uñas, patas de cabra u otras herramientas de metal contra el concreto para aflojar la cimbra.

Si es necesario deben emplearse pedazos de madera para hacer palanca entre el concreto y la cimbra.

Como ejemplo de la duración del ciclo podemos obtener datos del estudio según se obtuvo en la Guía de Observaciones (Ver Anexo 03).

2.4. LOSA CON SISTEMA VIGUETA-BOVEDILLA

El sistema Vigueta Bovedilla (SVB) es un sistema de losas aligerada que utiliza viguetas de alma abierta vaciadas parcialmente en planta y sobre las cuales se apoyan las bovedillas o elementos de relleno a fin de obtener una losa estructural que permita la transmisión de cargas hacia los elementos resistentes así como pueda compatibilizar los desplazamientos horizontales de los elementos resistentes así como pueda compatibilizar los desplazamientos horizontales de los elementos verticales sobre los que se apoya. De esta manera, colocando el acero negativo y de temperatura según

diseño, y a través de un vaciado o colocado en una sola etapa, se garantiza el comportamiento monolítico de la losa aligerada.

- El sistema Vigüeta Bovedilla es utilizado para ejecutar losas aligeradas en dos direcciones, ello según la mayor sobrecarga y luces según requerimiento, para lo cual se utilizan las bandejas estructurales sobre las cuales se tienen el acero positivo en obra.
- Además, el SVB cuenta con elementos accesorios tales como las bandejas simples para uso sanitario y estructural, así como de las bandejas eléctricas para colocación de centros de luz en los paños de losas. (CLAVO, 2015)

2.4.1. PROCESO CONSTRUCTIVO

➤ ALMACENAMIENTO E IZAJE EN OBRA.

Se deberá contar un área lo suficientemente plana para apilar las vigüetas unas sobre otras hasta un máximo de 7 filas verticales debidamente separadas por soleras o tablones. El izaje se realizará con personal o mediante wincha.



FIGURA 1-Almacenamiento de viguetas

FUENTE: Obra Golf Infinitum

➤ COLOCACIÓN DE SOLERAS Y PUNTALES

Se colocarán las soleras y puntales con un espaciamiento de 1.50 m entre sí, para lo cual se deberá tener armado el acero y encofrado de las vigas de techo.



FIGURA 2-Colocación de soleras y puntales en obra

FUENTE: Obra Golf Infinitum

➤ EMPLANTILLADO

Este proceso consiste en colocar una bovedilla en cada extremo de dos viguetas continuas según plano codificado. La longitud de apoyo de las viguetas dentro de las vigas debe ser entre 5 y 10 cm.

De ser necesario se podrán cortar con amolador a las viguetas y bovedillas para poder encajarlas en la forma del paño a techar



FIGURA 3-Emplantillado

FUENTE: Obra Golf Infinitum

➤ **COLOCACIÓN DE BOVEDILLAS Y BANDEJAS**

Luego de emplantillar se deberá rellenar los espacios entre viguetas para lo cual se colocará bovedilla tras bovedilla, así mismo se ubicaran las bandejas simples y eléctricas según plano codificado.



FIGURA 4-Colocación de bovedillas y bandejas

FUENTE: Obra Golf Infinitum

➤ **INSTALACIONES SANITARIAS**

Se procederá a armar y colocarla red de desagüe sobre las bandejas simples. Para conseguir el pase de la tubería a través de las viguetas se podrá cortar el refuerzo superior o el zigzag.



FIGURA 5-Instalaciones Sanitarias

FUENTE: Obra Golf Infinitum

➤ **COLOCACIÓN DE ACERO, INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y DE AGUA**

Se colocará el acero negativo (bastones y balancines) y el de temperatura, para luego realizar el tendido de la red eléctrica y de agua potable en la losa.



FIGURA 6-Instalaciones eléctricas

FUENTE: Obra Golf Infinitum

➤ **VACIADO DE CONCRETO**

Se deberá regar con agua el aligerado hasta saturar las bovedillas para luego proceder con el vaciado de la losa junto con las vigas para garantizar la integridad del techo.



FIGURA 7-Vaciado de concreto a la losa

FUENTE: Obra Golf Infinitum

➤ **DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA**

Se podrá desencofrar la losa a un mínimo de 7 días o hasta que el concreto alcance el 80% de su resistencia de diseño.

Se recomienda que se vayan retirando las soleras desde los extremos hacia las ubicadas en el centro del paño. (CLAVO, 2015)

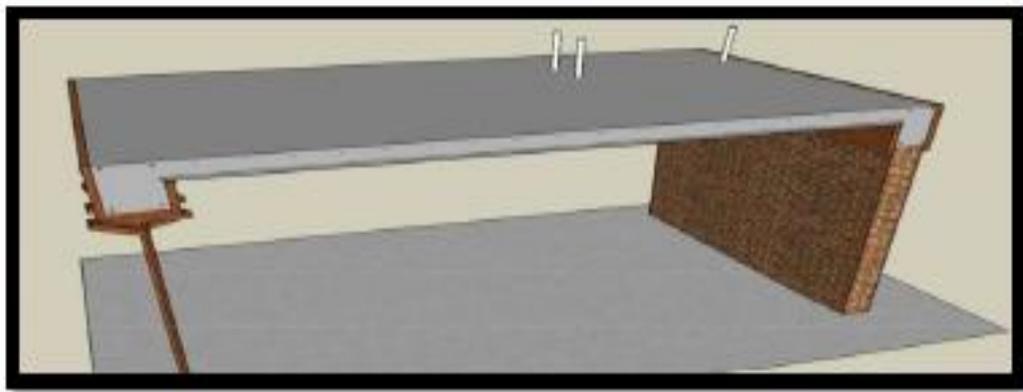


FIGURA 8-Desencofrado de losa aligerada

FUENTE: Obra Golf Infinitum

➤ ***CURADO DEL HORMIGÓN Y RETIRO DE ALZAPRIMAS***

- **Curado:** Durante el fraguado y endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo, mediante riego directo. El curado es recomendable hacerlo durante los primeros 7 días.
- **Retiro de Alzaprimas:** No se retirarán las alzaprimas hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria y previa autorización del Director de obra considerando buenas condiciones ambientales para el proceso.

➤ ***VOLUMEN DE H° EN LA LOSA***

Utilizando el Sistema ***VigueTraba***, sólo se vacía una carpeta de compresión de 5cm, esto reduce un 40% el peso del entrepiso comparado con una Losa Maciza Tradicional.

➤ ***VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS***

En la construcción de entrepisos con el Sistema VigueTraba®, se busca reducir los costos que se tendrían al construir la losa con otros sistemas, al optimizar los tiempos de ejecución del entrepiso, ahorro en alzaprimas y mano de obra, sin el uso de moldajes y sacrificar las características de calidad y diseño

El entrepiso con sistema ***VigueTraba***®, otorga:

Ventajas Económicas:

- Rapidez y facilidad de montaje.
- Se elimina el enladrado que es necesario para la losa tradicional.
- Menor cantidad de alzaprimas por metro cuadrado.



- Ahorro en tiempo y costo de construcción, comparando con otras alternativas de entrepiso.
- Reducción en el tiempo de desencofrado.
- Menor cantidad de hormigón por m² necesario para vaciar la carpeta.
- No requiere de equipo pesado para el montaje. (Peso por metro lineal 17 Kg).
- Como ejemplo de la duración del ciclo podemos obtener datos del estudio según se obtuvo en la Guía de Observaciones (Ver Anexo 04).

Ventajas Técnicas:

- Menor masa a considerar para el cálculo sísmico.
- Reducción de esfuerzos.
- Menor carga muerta en vigas, columnas y fundaciones.
- Mayores luces a igualdad de canto, respecto a las viguetas de hormigón armado.
- Rápido y fácil montaje.
- Menor deformación respecto a las viguetas de hormigón armado e elimina el moldaje necesario para la losa tradicional.
- Mayor aislamiento acústico y térmico del entrepiso, gracias a la bovedilla de poliestireno expandido *ExpanPol*® .
- Menor peso por m² del entrepiso.



III. CONCLUSIÓN

- La comparación de los sistemas de construcción de losas aligeradas, el sistema tradicional y el sistema SVB, concluyo que esta última es más económica y eficiente, debido a que se le puede dar uso mucho antes que a la losa tradicional. Por todo lo expuesto, se puede desprender que la aplicación del sistema constructivo de elementos prefabricados de concreto tiene beneficios claves en un proyecto de construcción y ventajas resaltantes frente a la obra convencional, vaciada in situ.
- Se identificó mayores ventajas tanto técnicas, como el desencofrado en menores días, y económicas, como menor cantidad de obreros y menos días de trabajo, en la construcción de losas con SVB.
- Se concluyó que el sistema SVB puede ser más eficiente y económico para la construcción de losas aligeradas por demorar menos tiempo.



IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTELLS, G. G. (1995). *PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS Y COSTOS DE LOSA TRADICIONAL, VIGUETA Y BOVEDILLA Y LOSA PREFABRICADA SISTEMAS CONSTRUCTIVOS SOFRE (S.C.S.) PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL*. Mexico.
- CLAVO, S. Y. (2015). *ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS Y PRODUCTIVIDAD DE LAS ESTRUCTURAS COPLANARES HORIZONTALES DE SISTEMA VIGUETA BOVEDILLA - SOLTEK Y SISTEMAS TRADICIONALES DE LA OBRA GOLF INFINITUM EN LA CIUDAD DE TRUJILLO*. Trujillo.
- GARCIA, A. T. (2010). *PROPUESTA DE UN SISTEMA DE LOSA ALIGERADA PARA LA CONSTRUCCION DE CASAS HABITACION*. MICHOACAN, MEXICO.
- PERCCA, A. R. (2015). *ESTUDIO Y ANALISIS COSTO-BENEFICIO DE LA APLICACION DE ELEMENTOS PREFABRICADOS DE CONCRETO EN EL CASCO ESTRUCTURAL DEL PROYECTO TOTTUS GUIPOR*. LIMA, PERU.
- RAMIREZ, C. G. (2009). *DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE UN SOTANO Y SIETE PISOS*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas , Lima .
- RICARDO, L. C. (2008). *HORMIGON I*. ARGENTINA.
- ROSALES, V. J. (2005). *ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL SISTEMA DE LOSAS PREFABRICADAS VIGUETA Y BOVEDILLA, LOSA DENSA Y LOSA ACERO*. Guatemala



V. ANEXOS

ANEXO N° 01: Ficha de registro.

FICHA DE REGISTRO DE DATOS N° 01

REVISIÓN DE LAS PUBLICACIONES REFERIDAS AL TEMA

DENOMINACIÓN DE LA FICHA:

A. - PUBLICACIONES DE TESIS.

- 1.
 - 2.
 - 3.
-

B. - GUIAS.

- 1.
 - 2.
 - 3.
-

C.- NORMAS TÉCNICAS

- 1.
- 2.
- 3.

ANEXO N° 02: LOSA CON SISTEMA SVB

TABLA N°2: técnicas de recolección SVB

TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN
Observación	Guía de observación
Revisión documental	Ficha resumen

ANEXO N° 03:

GUÍA DE OBSERVACIÓN LOSA TRADICIONAL

- **Nombre de la Obra** : "PROYECTO MULTIFAMILIAR AURORA II"
- **N° de Licencia de construcción** : 315-2018
- **Unidad Gestora** : COAM CONTRATISTAS S.A.C.
- **Unidad Ejecutora** : CASZAVA CONSTRUCTORES S.A.C.
- **Ubicación** : Mz. D1 lote 23, Urb. La Esmeralda - Trujillo, La Libertad.
- **Descripción de la Obra**

Área:

- Del terreno: El área es (220.00 m2).

Sustento Documentario de Obra:

- **Fecha de Inicio de Obra.** : 02 de abril, del 2017
- **Plazo estimado** : 300 Días Calendarios.

<i>TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN</i>		
<i>ACTIVIDAD</i>	<i>INICIO</i>	<i>FIN</i>
<i>ARMADO DE VIGUETAS</i>	21/04/17	22/04/17
<i>COLOCACIÓN DE BOVEDILLA</i>	23/04/17	23/04/17
<i>ENCOFRADO DE TECHO</i>	19/04/17	20/04/17



<i>SSOMA</i>	<i>ING. CRISTIAN ROJAS</i>
<i>SUPERVISIÓN</i>	<i>ING. LUIS MENDOZA</i>
<i>RESIDENCIA</i>	<i>ING CESAR MEMBRILLO</i>

<i>RANGO</i>	<i>NOMBRE</i>
<i>OP. ENCOFRADOR</i>	<i>WILLIAM MANOSALVA SÁNCHEZ</i>
<i>OP. ENCOFRADOR</i>	<i>ARELLANO USQUINAO MORENO</i>
<i>OP. ENCOFRADOR</i>	<i>JOSÉ RIVERO PUMACAHUA</i>
<i>OP. ENCOFRADOR</i>	<i>LEONARDO FLORES FLORES</i>
<i>OP. ENCOFRADOR</i>	<i>PEDRO ORTIZ SÁNCHEZ</i>
<i>OP. FIERRERO</i>	<i>ABEL CHÁVEZ COTRINA</i>
<i>OP. FIERRERO</i>	<i>HUMBERTO ARENAS ABANTO</i>
<i>OP. FIERRERO</i>	<i>WINDOSR VÁSQUEZ RAMÍREZ</i>
<i>OP. FIERRERO</i>	<i>ALEJANDRO DIAZ CALDERÓN</i>
<i>OP. FIERRERO</i>	<i>PASCUAL QUIÑONES FLORES</i>
<i>AYUDANTE</i>	<i>ANDERSON VÍLCHEZ MANOSALVA</i>
<i>AYUDANTE</i>	<i>YONI CHÁVEZ COTRINA</i>

	<i>MATERIALES</i>	
<i>ITEM</i>	<i>UND</i>	<i>CANTIDAD</i>
<i>Fierro de viguetas</i>	<i>KG</i>	<i>300</i>
<i>Concreto para viguetas</i>	<i>M3</i>	<i>8</i>
<i>Encofrado</i>	<i>M2</i>	<i>100</i>
<i>Viguetas prefabricadas</i>	<i>UND</i>	<i>0</i>
<i>Bovedilla</i>	<i>M2</i>	<i>0</i>
<i>Ladrillo de techo</i>	<i>M2</i>	<i>180</i>

<i>ITEM</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO TOTAL</i>
<i>Fierro de viguetas</i>	<i>300</i>	<i>2100</i>
<i>Concreto para viguetas</i>	<i>8</i>	<i>1000</i>
<i>Encofrado</i>	<i>100</i>	<i>4300</i>
<i>Viguetas prefabricadas</i>	<i>60</i>	<i>4200</i>



<i>Bovedilla</i>	0	0
<i>Ladrillo de techo</i>	180	4500

ANEXO N° 04:

GUÍA DE OBSERVACIÓN LOSA SVB

- **Nombre de la Obra** : "PROYECTO MULTIFAMILIAR AURORA II"
- **N° de Licencia de construcción** : 315-2018
- **Unidad Gestora** : COAM CONTRATISTAS S.A.C.
- **Unidad Ejecutora** : CASZAVA CONSTRUCTORES S.A.C.
- **Ubicación** : Mz. D1 lote 23, Urb. La Esmeralda - Trujillo, La Libertad.
- **Descripción de la Obra**

Área:

- Del terreno: El área es (220.00 m2).

Sustento Documentario de Obra:

- **Fecha de Inicio de Obra.** : 02 de abril, del 2017
- **Plazo estimado** : 300 Días Calendarios.

<i>TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN</i>		
<i>ACTIVIDAD</i>	<i>INICIO</i>	<i>FIN</i>
<i>ARMADO DE VIGUETAS</i>	21/04/17	21/04/17
<i>COLOCACIÓN DE BOVEDILLA</i>	21/04/17	21/04/17
<i>ENCOFRADO DE TECHO</i>	20/04/17	21/04/17

<i>SSOMA</i>	<i>ING. NATALIA SILVA</i>
<i>SUPERVISIÓN</i>	<i>ING. DIEGO VALDIVIEZO</i>
<i>RESIDENCIA</i>	<i>ING ALEXIS ZAVALA</i>



<i>RANGO</i>	<i>NOMBRE</i>
<i>OP. ENCOFRADOR</i>	CARLOS HUAMÁN ROJAS
<i>OP. ENCOFRADOR</i>	JOSÉ RIVERO PUMACAHUA
<i>OP. ENCOFRADOR</i>	PEDRO ORTIZ SÁNCHEZ
<i>OP. ENCOFRADOR</i>	JOSÉ ARENAS ABANTO
<i>OP. FIERRERO</i>	WINDOSR VÁSQUEZ RAMÍREZ
<i>OP. FIERRERO</i>	PASCUAL QUIÑONES FLORES
<i>AYUDANTE</i>	ANDERSON VÍLCHEZ MANOSALVA
<i>AYUDANTE</i>	YONI CHÁVEZ COTRINA

	<i>MATERIALES</i>	
<i>ITEM</i>	<i>UND</i>	<i>CANTIDAD</i>
<i>Fierro de viguetas</i>	KG	0
<i>Concreto para viguetas</i>	M3	0
<i>Encofrado</i>	M2	25
<i>Viguetas prefabricadas</i>	UND	60
<i>Bovedilla</i>	M2	180
<i>Ladrillo de techo</i>	M2	0

<i>ITEM</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO TOTAL</i>
<i>Encofrado</i>	25	2400
<i>Viguetas prefabricadas</i>	60	4200
<i>Bovedilla</i>	0	0
<i>Ladrillo de techo</i>	180	4500