

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS Y TECNOLOGÍAS APLICADAS A  
LA CONSTRUCCIÓN DE LOSAS DE ESTACIONAMIENTO**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

**JEAN PIERRE CHÁVEZ HINOJOSA**

Lima-Perú

2011

**Digitalizado por:**

Consortio Digital del  
Conocimiento MebLatam,  
Hemisferio y Dalse

## INDICE

<b>RESUMEN</b> .....	5
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	6
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	7
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	9
<b>CAPITULO 1: GENERALIDADES</b> .....	10
1.1 Antecedentes .....	11
1.2 Alcances de la tecnología de los materiales y la industrialización de la construcción .....	12
1.3 Tecnología actual utilizada en losas .....	13
1.4 Industrialización de elementos estructurales .....	17
<b>CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO</b> .....	19
2.1 Concepto de losas .....	19
2.2 Clases de losas .....	19
2.3 Sistemas de losas utilizadas en el mercado de la construcción .....	21
2.4 Característica estructural de losas .....	30
<b>CAPITULO 3: CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA EN EL DISEÑO DE LOSAS</b> .....	36
3.1 Elementos de diseño requeridos .....	36
3.2 Losas suspendidas .....	36
3.2.1 Refuerzo .....	39
3.2.2 Juntas de construcción .....	40
3.2.3 Imperfecciones en losas .....	41
3.2.4 Análisis de las imperfecciones de la superficie .....	42
3.2.5 Norma referida a losas .....	43

3.3 Losas sobre terreno .....	46
3.3.1 Elementos de diseño .....	49
3.3.2 Sistema de soporte del suelo .....	49
3.3.3 Refuerzo por temperatura y de contracción .....	49
3.3.4 Juntas .....	51
3.3.5 Sello de juntas .....	55
<b>CAPITULO 4: PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE UNA LOSA DE ESTACIONAMIENTO .....</b>	<b>58</b>
4.1 Especificaciones técnicas de los materiales en obra .....	58
4.2 Características de los equipos a utilizar .....	71
4.3 Proceso constructivo de una losa de estacionamiento asentado en el terreno.....	79
4.3.1 Conformación de subrasante .....	79
4.3.2 Conformación de Base .....	81
4.3.3 Ductos de monóxido de carbono .....	82
4.3.4 Encofrado de Losa .....	83
4.3.5 Concreto de Losa .....	85
4.4 Proceso constructivo de una losa de estacionamiento en pisos superiores.....	87
<b>CAPITULO 5: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS NUEVOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS CON LOS TRADICIONALES .....</b>	<b>96</b>
5.1 Diseño de las losas de los diferentes sistemas analizados .....	96
5.2 Comparación de costos.....	115
5.3 Ventajas y Desventajas.....	138
5.4 Comparación de los procesos constructivos.....	144
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>149</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>151</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>153</b>

---

<b>ANEXOS.....</b>	<b>155</b>
Anexo 1: Ejemplo de fondo de juntas .....	156
Anexo 2: Detalles del sistema losa colaborante .....	158
Anexo 3: Uso de mallas electrosoldadas .....	160
Anexo 4: Mayor rendimiento con viguetas pretensadas firth .....	162

## RESUMEN

Los procesos constructivos modernos han generado un notable auge en el mundo, pero en nuestro país su implementación es mucho más lenta como se observa en la situación actual de la industrialización de la construcción en el Perú.

La industrialización consiste en poner al servicio del hombre, elementos o componentes que permiten realizar más rápido y con menores insumos de mano de obra y herramientas (Menor número de operaciones) una edificación, interviniendo tanto en el proceso constructivo como en su gestión, desde la investigación de las necesidades, estudio de las posibilidades económicas de los usuarios, el financiamiento, la producción de insumos, procesos acelerados, hasta la puesta en servicio de los componentes o del inmueble edificado.

Así mismo es importante el desarrollo tecnológico en el proceso de industrialización, el diseño y producción de equipos por la industria metal mecánica, empleo de nuevos conocimientos, conversión de procesos para la producción en serie, evitando el uso improductivo de los equipos y maquinarias.

En esta tesis se estudiará los sistemas constructivos nuevos y también se hará un énfasis en las construcción con los mismos, viendo que existen muchas estructuras que se relacionan con este tema solo se estudiará los concernientes a las losas de estacionamiento; se examinará muy detalladamente las ventajas y desventajas que se tienen con estos nuevos procesos, se mostrará las condiciones que se tiene que tener para una mejor calidad en la construcción , así como también un mejor empleo de las cuadrillas a utilizar para cada tipo de trabajo.

Se explicará de forma metodológica el proceso de diseño y construcción de una losa sobre terreno y losas suspendidas, explicando los ensayos a realizar en dicho procesos de los diferentes materiales que se emplean en la construcción.

## LISTA DE TABLAS

1.	Tabla N° 1.1	Dimensiones de entramados .....	14
2.	Tabla N° 1.2	Dimensiones de puntales .....	16
3.	Tabla N° 2.1	Cargas vivas mínimas repartidas .....	31
4.	Tabla N° 2.2	Cargas equivalentes a ser añadidas a la carga muerta .....	33
5.	Tabla N° 4.1	Huso Granulométrico para Afirmado .....	60
6.	Tabla N° 4.2	Especificaciones Granulométricas .....	62
7.	Tabla N° 4.3	Ensayos de Calidad de agregados.....	63
8.	Tabla N° 4.4:	Especificaciones Técnicas para Materiales empleados en Construcción de Carreteras .....	64
9.	Tabla N° 4.5	Valores típicos de densidad natural.....	74

## LISTA DE FIGURAS

1.	Figura N° 1.1	Losa de estacionamiento con viguetas prefabricada .....	10
2.	Figura N° 1.2	Entramados .....	14
3.	Figura N° 1.3	Posición de los entramados .....	15
4.	Figura N° 1.4	Superficie encofrante .....	15
5.	Figura N° 1.5	Sistema de puntales .....	16
6.	Figura N° 1.6	Posicionamiento de los puntales .....	17
7.	Figura N° 2.1	Distribución de los elementos de la losa aligerada convencional .....	21
8.	Figura N° 2.2	Detalle de la losa aligerada convencional.....	22
9.	Figura N° 2.3	Colocación de viguetas pretensadas y bovedillas..	23
10.	Figura N° 2.4	Detalle de la losa con viguetas pretensadas.....	23
11.	Figura N° 2.5	Vaciado de concreto sobre losa colaborante.....	25
12.	Figura N° 2.6	Detalle de la losa colaborante.....	25
13.	Figura N° 2.7	Torones sin adherencia .....	26
14.	Figura N° 2.8	Anclajes para el sistema sin adherencia .....	27
15.	Figura N° 2.9	Componente de la losa postensada .....	27
16.	Figura N° 2.10	Colocación del acero de refuerzo en losa maciza..	28
17.	Figura N° 2.11	Detalle de losa con viguetas pretensadas y bovedillas de poliestireno .....	29
18.	Figura N° 2.12	Colocación de bovedillas de poliestireno.....	29
19.	Figura N° 3.1	Sistema de losa colaborante .....	38
20.	Figura N° 3.2	Sección del pavimento sin elementos de transferencia .....	46
21.	Figura N° 3.3	Sección del pavimento con elementos de transferencia .....	46
22.	Figura N° 3.4	Sección del pavimento con refuerzo de acero no estructural .....	47
23.	Figura N° 3.5	Sección del pavimento con refuerzo de acero estructural.....	47
24.	Figura N° 3.6	Sección del pavimento de concreto hidráulico con refuerzo continuo .....	48

25.	Figura	Nº 3.7	Juntas de construcción .....	52
26.	Figura	Nº 4.1	Rangos Granulométricos para Materiales de Afirmado, Sub-base y Base Granulares (MTC)....	60
27.	Figura	Nº 4.2	Rangos granulométricos para materiales de sub base y base granulares (MTC).....	61
28.	Figura	Nº 4.3	Aplicación de un compuesto formador de membrana (curador) con aspersion manual.....	70
29.	Figura	Nº 4.4	Losa cubierta con láminas plásticas (Lonas) impermeables para curado .....	70
30.	Figura	Nº 4.5	Pisón vibratorio .....	71
31.	Figura	Nº 4.6	Plancha vibratoria .....	72
32.	Figura	Nº 4.7	Rodillo liso .....	72
33.	Figura	Nº 4.8	Diagrama del ensayo cono de arena .....	73
34.	Figura	Nº 4.9	Densímetro Nuclear .....	79
35.	Figura	Nº 4.10	Equipos y herramientas para colocación del concreto .....	75
36.	Figura	Nº 4.11	Regla vibratoria .....	75
37.	Figura	Nº 4.12	Vibrador eléctrico .....	76
38.	Figura	Nº 4.13	Alisadora mecánica .....	77
39.	Figura	Nº 4.14	Proceso de formación de junta .....	77
40.	Figura	Nº 4.15	Cortadora mecánica .....	78
41.	Figura	Nº 4.16	Separación de las áreas de vaciado por medio del encofrado .....	84
42.	Figura	Nº 4.17	Colocación del refuerzo .....	84
43.	Figura	Nº 4.18	Apoyo de plancha colaborante .....	89
44.	Figura	Nº 4.19	Conectores de corte.....	90
45.	Figura	Nº 4.20	Detalle de la malla metálica en las bovedillas de tecnopor.....	95



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el desarrollo de proyectos de edificaciones multifamiliares, ésta en auge, se están diseñando edificios de gran envergadura, los cuales a diferencia de tiempos pasados constan de uno a más niveles de sótanos que son utilizados como estacionamientos en la mayoría de los casos.

Los sistemas modernos de construcción son asociados a tecnologías innovadoras y a los nuevos materiales, sistemas livianos que ofrecen la posibilidad de una mayor rapidez de ejecución por montaje. Estas características influyen en gran medida en el aprovechamiento de los materiales y de la mano de obra, ya que la planificación se hace más sencilla, pudiendo cumplir las metas fijadas en cuanto a los recursos económicos y de tiempo.

La demanda de mayor cantidad de viviendas hace necesaria la inversión en investigación para considerar nuevas opciones y encontrar soluciones técnicas apropiadas, esto ha provocado un alto grado de especialización, principalmente en el campo de la ingeniería. Los sistemas constructivos convencionales han evolucionado de acuerdo a nuevos criterios para el análisis, desarrollo de procesos y puesta en obra. De esta manera aumenta su utilización, ofreciendo una resistencia y capacidad de carga que le permita un desempeño igual o superior a los sistemas constructivos que actualmente se encuentran en aplicación.

Además de ello, estos sistemas también imponen características físicas apropiadas en los materiales como son propiedades térmicas, antisísmicas, resistencia al fuego y una resistencia acústica aceptable.

Este tema de tesis nos ayudará comprender los antecedentes y aplicación de los nuevos procesos constructivos de la construcción de una losa de estacionamiento, también se verá las ventajas, desventajas, interpretación de la norma técnica en el diseño y la construcción, ver como se puede mejorar la productividad en la construcción de losas de estacionamiento y dar pautas para poder estandarizar estos procesos.

## CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

Las losas que sirven para estacionamientos hoy en día están siendo muy utilizadas por el avance de las grandes construcciones que se dan en el país; un ejemplo son las grandes edificaciones, conjuntos habitacionales, centros comerciales el cual necesitan una determinada área para ubicar los respectivos estacionamientos.

En su gran variedad que existen, se podría decir que son muy fáciles de construir pero en realidad existen muchos detalles el cual se debe conocer para un adecuado proceso constructivo.

Para diseñar y construir esta estructura se debe de cumplir con los factores de seguridad, momentos flexionantes, disposiciones sobre el refuerzo, peralte mínimo, cargas lineales, cargas concentradas y muchos más factores.

En tal sentido, ha sido evidente la evolución de este elemento desde el punto de vista tecnológico; la incorporación de nuevas configuraciones y nuevos materiales las han hecho más ligeras y estructuralmente más funcionales.

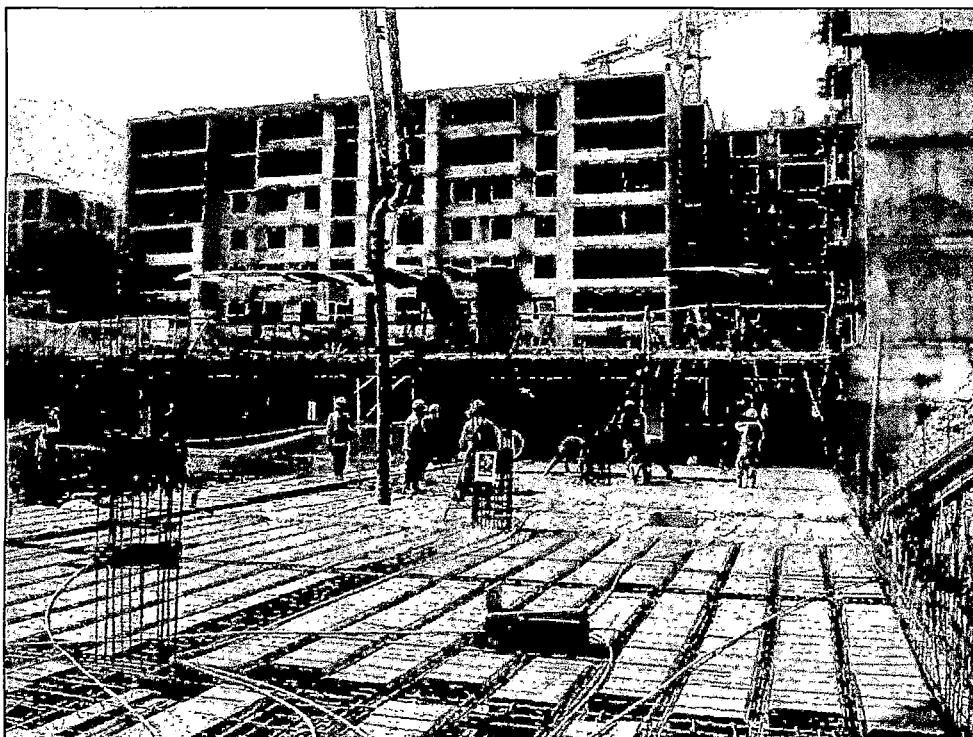


Figura 1.1 Losa de estacionamiento con viguetas prefabricadas

## 1.1 ANTECEDENTES

Los sistemas modernos de construcción son asociados a tecnologías innovadoras y a los nuevos materiales, sistemas livianos que ofrecen la posibilidad de una mayor rapidez de ejecución por montaje. Estas características influyen en gran medida en el aprovechamiento de los materiales y de la mano de obra, ya que la planificación se hace más sencilla, pudiendo cumplir las metas fijadas en cuanto a los recursos económicos y de tiempo.

Por ejemplo, casi la totalidad de las edificaciones se vacían en sitio, con métodos laboriosos de construcción de encofrado, de transporte, así como de colocación del concreto y del acero de refuerzo, lo que dificulta el control de calidad de este proceso constructivo y aumenta el tiempo de obtención del producto terminado. Estos dos factores, control de calidad y duración del proceso constructivo con los procedimientos usuales, merecen ser analizados para evaluar la conveniencia de la introducción de nuevos procesos de construcción. En particular, es de interés llevar a cabo esta evaluación para el caso de nuevos elementos de encofrado que nos faciliten el costo y el tiempo de colocación de los mismos, y con esto también dar una mejor calidad a la construcción de losas aligeradas o macizas.

Citando un ejemplo de estudio de elementos nuevos en la construcción fue la tesis hecha por el Ing. Guillermo José Díaz Aliaga (año 2000), el cual realizó un estudio de las losas con viguetas prefabricadas de concreto, resaltando las ventajas y desventajas que se puede tener; una de las conclusiones fue que este sistema prefabricado aporta todo el acero positivo de la losa aligerada, disminuyendo de esta forma el consumo de acero corrugado para el refuerzo positivo.

Además muestra ventajas de estos elementos nuevos, una de ellas es que elimina el encofrado de estas viguetas, con lo cual reduce el costo en comparación con el sistema tradicional.

Casos sobre elementos o procesos constructivos nuevos se puede ver en la construcción de entresijos con aceros dimensionados, un ejemplo de esto es la construcción del condominio Condado Real, ubicado en la cuadra cuatro del Jr. Combate de Angamos, en Santiago de Surco, la empresa que estuvo ejecutando esta construcción empleó las mallas y el acero a la medida, permitiéndoles así terminar en casi cinco meses el casco de los tres edificios del

proyecto, que consta de 96 departamentos. Resulta ventajoso trabajar con estos productos debido a que son más fáciles de colocar. Estas mallas son simples en su colocación y permiten ahorrar mano de obra en la habilitación si lo comparamos con el fierro corrugado. Además, las mallas electrosoldadas al ser livianas son más fáciles de transportar, por lo tanto se ahorra tiempo en esta actividad.

Cuando la construcción de losas se hace con vaciados en sitio y se emplean mallas de refuerzo para el lecho superior de la losa, es común que esta malla no quede en la posición requerida, y por tanto, que estas partes de la losa no puedan resistir esfuerzos de tensión que deberían ser tomados por la malla mencionada.

## 1.2 ALCANCES DE LA TECNOLOGÍA DE LOS MATERIALES Y LA INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

La industrialización consiste en poner al servicio del hombre, elementos o componentes que permiten realizar más rápido y con menores insumos de mano de obra y herramientas (menor número de operaciones) una edificación, interviniendo tanto en el proceso constructivo como en su gestión, desde la investigación de las necesidades, estudio de las posibilidades económicas de los usuarios, el financiamiento, la producción de insumos, procesos acelerados, hasta la puesta en servicio de los componentes o del inmueble edificado.

Así mismo es importante el desarrollo tecnológico en el proceso de industrialización, el diseño y producción de equipos por la industria metal mecánica, empleo de nuevos conocimientos extranjeros como nacionales, conversión de procesos para la producción en serie, evitando el uso improductivo de los equipos y maquinarias.

Cuando se busca industrializar la producción de componentes, es necesario considerar: requerimientos de los usuarios, funcionalidad de los componentes, aspecto terminado de la construcción, seguridad y economía, buscando lograr una productividad mayor que la obtenida con las técnicas empleadas hasta la fecha de evaluación.

Ello debe estar ligado con el máximo aprovechamiento de los insumos disponibles, tratando de aplicar los sistemas de acuerdo con los materiales, usos y costumbres de los usuarios.

Cuando se trata de construir en zonas accesibles a las grandes maquinarias o cercanas a las plantas de producción, se prefiere utilizar sistemas cuyos componentes sean de grandes dimensiones, como paredes y losas de techo, así como de módulos tipo cajones de dimensiones que conforman ambientes, cuidando el manejo de los elementos prefabricados, el montaje y las uniones de los mismos.

### 1.3 TECNOLOGÍA ACTUAL UTILIZADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOSAS

En el ámbito de la construcción, resulta crucial el manejo eficiente del tiempo de ejecución de las obras en función de técnicas y procedimientos constructivos innovadores que aumenten la productividad y que a su vez sean ejecutados con el menor grado de especialización posible en lo que a mano de obra se refiere. Esto implica la observación de lo actual y la incorporación de elementos que permitan cubrir ciertas necesidades partiendo de los aspectos anteriormente señalados.

Cuando se hace una revisión de los sistemas constructivos, un elemento a considerar, lo constituyen las losas, tanto de cubierta como de entrepiso, siendo estos elementos estructurales los que en un principio aportaban mayor carga muerta a la estructura; en tal sentido se observa claramente a través del tiempo, la tendencia cada vez mayor de proporcionar a dichos elementos mayor ligereza y funcionalidad estructural, es así como han surgido las Losas Nervadas o Aligeradas, las cuales han venido evolucionando desde su creación hasta nuestros días a la par de las crecientes necesidades del sector para cubrir espacios de gran magnitud con este tipo de elementos sin que este hecho implique mayores inconvenientes de tipo económicos o constructivos.

Entre las nuevas tecnologías que existe para la construcción de losas suspendidas se tiene el sistema de encofrados, que se ha ido evolucionando y que actualmente se componen por elementos de madera o metálicos; estos elementos se complementan para poder formar el encofrado de la losa.

El encofrado de la losa se compone por medio de los entramados (fig.1.2), superficie encofrante (fig.1.3) y el sistema de apuntalamiento.(fig. 1.4)

### Detalles de los entramados

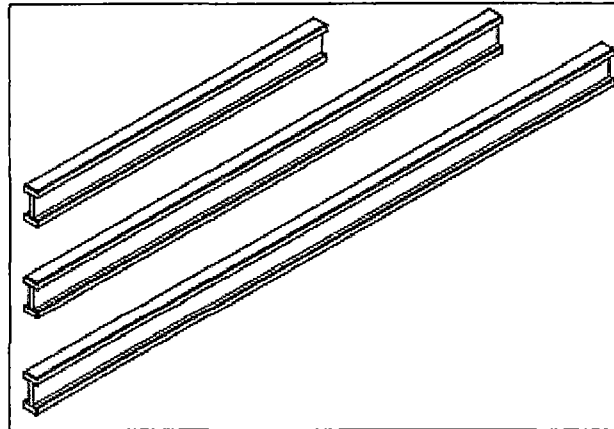


Figura 1.2 Entramados

### Dimensiones de entramados

Gama Vigas VM 20	Peso (kg)
VIGA VM 20 1,9	9,5
VIGA VM 20 2,45	10,8
VIGA VM 20 3,9	19,5
VIGA VM 20 4,9	24,5
VIGA VM 20 2,9	14,5
VIGA VM 20 3,3	16,5
VIGA VM 20 3,6	18
VIGA VM 20 5,9	29,5
VIGA VM 20 1,45	7,3
VIGA VM 20 2,15	10,8
VIGA VM 20 2,65	13,3
VIGA VM 20 4,5	22,5

Tabla 1.1 Dimensiones de entramados

Fuente: ULMA ENCOFRADOS

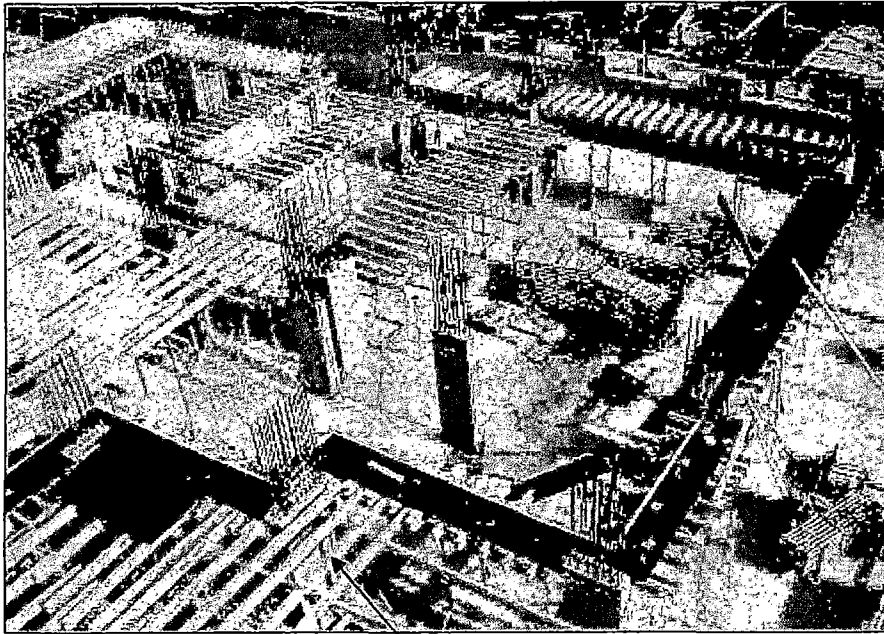


Figura 1.3 Posición de los entramados

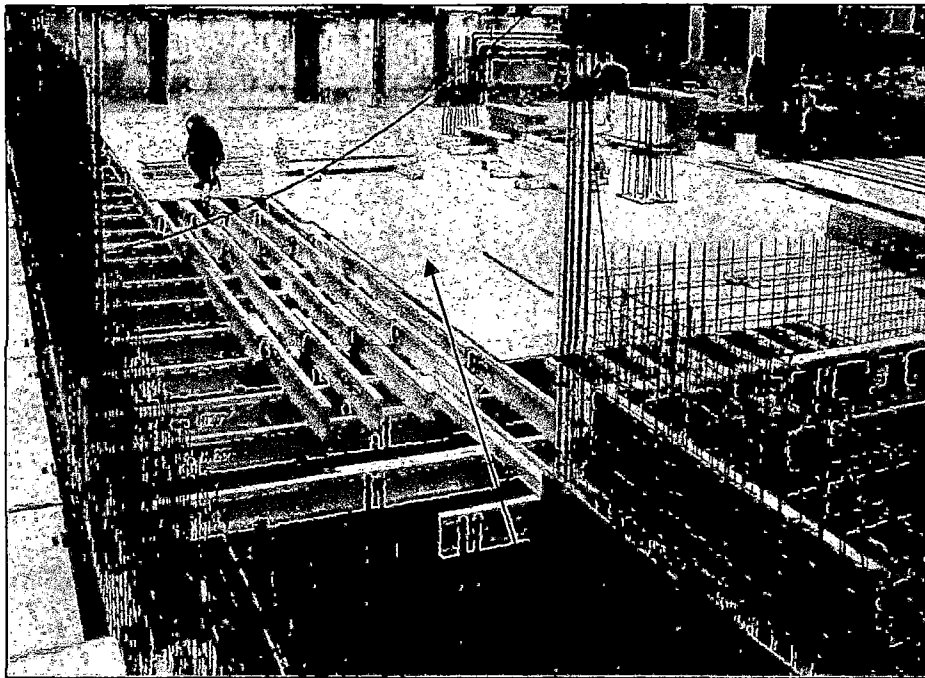


Figura 1.4 Superficie encofrante

Superficie encofrante

## Detalles de los sistemas de puntales

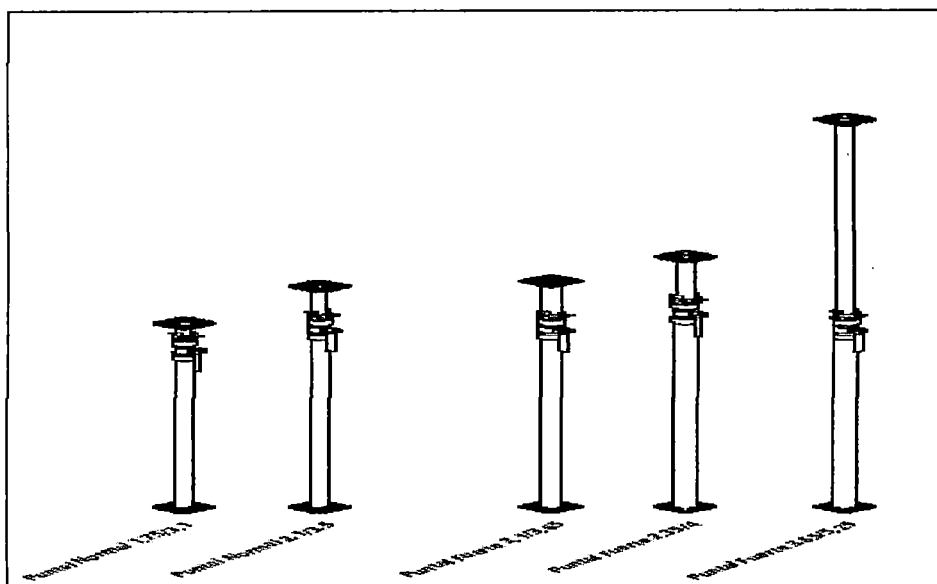


Figura 1.5 Sistema de puntales

## Dimensiones de los puntales

Gama Puntales	Peso (Kg.)
PUNTAL ECO 1,75/3	6,2
PUNTAL ECO 2,1/3,5	8
PUNTAL EP-D30 1,80/3,0	15,89
PUNTAL EP-D40 2.0/4.0	22,82
PUNTAL ALUPROP 1.65/2.80	17,6
PUNTAL ALUPROP 2.20/3.70	21,6
PUNTAL ALUPROP 3.30/4.80	25,4
PUNTAL ALUPROP 4.50/6.00	29,6

Tabla 1.2 Dimensiones de puntales

Fuente: ULMA ENCOFRADOS





Figura 1.6 Posicionamiento de los puntales

#### 1.4 INDUSTRIALIZACIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Los sistemas prefabricados de construcción presentan en la actualidad la más variada gama de tecnología, materiales, sistemas constructivos y de montaje de cada uno de los elementos que componen la obra a construir.

Se puede interpretar la prefabricación como el intento de sistematización y coordinación entre los distintos elementos constructivos destinado a facilitar su colocación en la obra y reducir los tiempos de ejecución, lo que constituye una demanda permanente en la construcción.

El desarrollo de tecnologías ha llevado a un gran avance en cuanto a la industrialización de elementos y a la incorporación de técnicas a la edificación convencional. Un ejemplo de elemento prefabricado en la construcción de una losa de estacionamiento suspendida que se está utilizando mucho son las losas con viguetas prefabricadas, el cual nos da muchas ventajas en los procesos constructivos.

En muchos aspectos, las actividades productivas han tenido mundialmente cambios importantes, producto de las tendencias inevitables de la modernización; sin embargo, en la industria de la construcción de algunos países aún se emplean procesos constructivos no muy diferentes a los utilizados desde hace medio siglo. Las estructuras prefabricadas de concreto, a pesar de ser un ejemplo prometedor de nuevos procesos constructivos, todavía no son muy frecuentes.

### Ventajas y posibles limitaciones

En toda actividad productiva, el concreto de calidad y la duración del proceso son factores relevantes para obtener un producto aceptable. En el caso particular de la industria de la construcción de estructuras de concreto, los procesos constructivos que se emplean actualmente no difieren mucho de aquellos que comenzaron a utilizarse hace algunas décadas. Por ejemplo, casi la totalidad de estas edificaciones se vacían en sitio, con métodos laboriosos de construcción de encofrado, de transporte, así como de colocación del concreto y del acero de refuerzo, lo que dificulta el control de calidad de este proceso constructivo y aumenta el tiempo de obtención del producto terminado.

Estos dos factores, control de calidad y duración del proceso constructivo con los procedimientos usuales, merecen ser analizados para evaluar la conveniencia de la introducción de nuevos procesos de construcción.

Los factores como la calidad y duración del proceso son justamente dos aspectos favorables que se tienen en estructuras de concreto prefabricadas. En particular el último (la duración), es un factor relevante en el costo de obra, por lo que el ahorro no sólo de días, sino también hasta de meses en algunos casos que se puede obtener con estructuras prefabricadas, en comparación con las fabricadas en sitio.

Entre los principales factores que se oponen al empleo de estructuras prefabricadas destaca el temor a la innovación, por parte de inversionistas, arquitectos e ingenieros, por desconocimiento de los nuevos procesos constructivos.

## CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

### 2.1 CONCEPTO DE LOSAS

Se denomina como losas a los elementos estructurales bidimensionales, en donde la tercera dimensión es pequeña comparada con las otras dos dimensiones básicas. Estas losas actúan por flexión, ya que las cargas que actúan sobre estas son fundamentalmente perpendiculares al plano principal de las mismas. Se pueden distinguir varios tipos de losas; según el tipo de apoyo se pueden encontrar, según la dirección de trabajo y según la distribución interior del concreto.

### 2.2 CLASES DE LOSAS

**Según el tipo de apoyo se pueden distinguir.**

- **Losas Sostenidas sobre Vigas:** estas losas están soportadas por vigas compactas de mayor peralte, o por vigas de otros materiales independientes e integrados a la losa.
- **Losas Sustentadas sobre Muros:** están soportadas por muros de concreto, muros de mampostería o muros de otro material.
- **Losas Planas:** estas losas son las que pueden mantenerse directamente sobre las columnas, estas losas en su forma tradicional no poseen resistencia suficiente para irrumpir dentro del rango inelástico de comportamiento de los materiales, estas no son ajustadas para zonas de alto riesgo sísmico. Ahora bien si se desea mejorar la resistencia de las losas al punzonamiento y la integración de estas losas planas con las columnas se recomienda la utilización de los capiteles y ábacos.
- **Losas Planas con Vigas Embebidas:** estos tipos de losas son muy resistentes frente a los sismos ya que estas están incorporadas con vigas banda o embebidas para mejorar su comportamiento frente a los terremotos, estas pueden ser útiles para edificios de varias plantas, con luces y cargas pequeñas y medianas.

### Según la dirección de trabajo.

- **Losas Bidireccionales:** Estas losas son conocidas por este nombre ya que la geometría de esta y el tipo de apoyo determina la magnitud de los esfuerzos en dos direcciones ortogonales, o sea, que se sustentan en dos direcciones ortogonales, que se desarrollan esfuerzos y deformaciones en ambas direcciones. Estas dispone de muros portantes en los cuatro costados de la placa y la relación entre la dimensión mayor y la menor del lado de la placa es de 1.5 o menos, se utilizan placas reforzadas en dos direcciones.
- **Losas Unidireccionales:** se consideran unidireccionales cuando los esfuerzos en una dirección son preponderantes sobre los esfuerzos en la dirección ortogonal, son aquellas en que la carga se transmite en una dirección hacia los muros portantes; son generalmente losas rectangulares en las que un lado mide por lo menos 1.5 veces más que el otro. Estas losas se comportan como vigas anchas, las cuales se suelen diseñar tomando como referencia un metro de ancho.

### Según la distribución interior del concreto.

- **Losa Maciza:** se llama así cuando el concreto ocupa todo el espesor de la losa, ahora bien cuando parte del volumen de la losa y es ocupado por materiales más livianos o espacios vacíos se conoce como Losa Aligerada o Losa Alivianada: estas losas usan un aligerante para rebajar su peso e incrementar el espesor para darle mayor rigidez transversal a la losa.
- **Losa Aligerada:** son aquellas losas en la que parte del concreto se reemplaza por otros materiales como cajones de madera y principalmente cuando se trata de viviendas de uno y dos pisos se reemplaza por ladrillos o bloques. De esta forma se disminuye el peso de la losa y se pueden cubrir mayores luces de manera más económica.

## 2.3 SISTEMAS DE LOSAS UTILIZADAS EN EL MERCADO DE LA CONSTRUCCIÓN

### a) Losas Aligeradas convencionales

Estas losas son las más utilizadas en la construcción actualmente, esto se debe a las distintas ventajas que posee. Las losas aligeradas más usadas son de 20 y 25 cm. Con un espesor de losa de 5 cm, y un ancho de vigueta de 10 cm. Por cuestiones constructivas, es aconsejable no colocar más de dos varillas de acero por vigueta. En la figura 2.1 se muestra la distribución de los elementos que componen este sistema (ladrillos, viguetas, acero de refuerzo e instalaciones eléctricas y sanitarias) y en la figura 2.2 se muestra el detalle de corte de losa.



Figura 2.1 Distribución de los elementos de la losa aligerada convencional

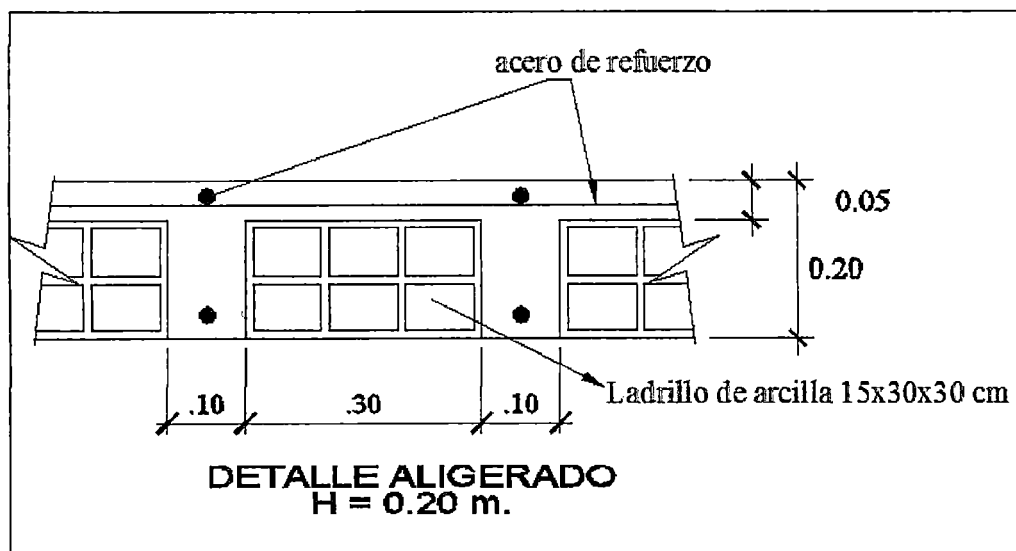


Figura 2.2 Detalle de la losa aligerada convencional

### b) Losa Aligerada con viguetas pretensadas

Este tipo de losa es un sistema estructural formado por componentes portantes prefabricados denominados viguetas, componentes aligerantes llamados bovedillas y por una losa de compresión. El sistema está perimetralmente confinado con una dala ó viga de concreto reforzado.

Se entiende por pretensado a la aplicación controlada de una tensión al concreto, mediante el tensado de alambres de acero de alta resistencia, previa a la entrada en servicio de la estructura. Este sistema se compone mediante elementos como son:

Vigueta pretensada.- Componente portante resistente del sistema, formado por alambres de presfuerzo y de concreto de alta resistencia, las cuales son de alma llena mediante fabricación de moldes fijos ó extrusión (molde deslizante).

Bovedilla ó componente aligerante.- Componente aligerante de relleno apoyado directamente en las viguetas, fabricados de materiales con densidad inferior a la del concreto, tales como cemento-arena, poliestireno, barro ó cualquier otro material que disminuya el peso y aligere la losa. No se considera contribución alguna por parte de las bovedillas a la resistencia de la losa.

En la figura 2.3 se muestra la colocación de los elementos que componen este sistema.

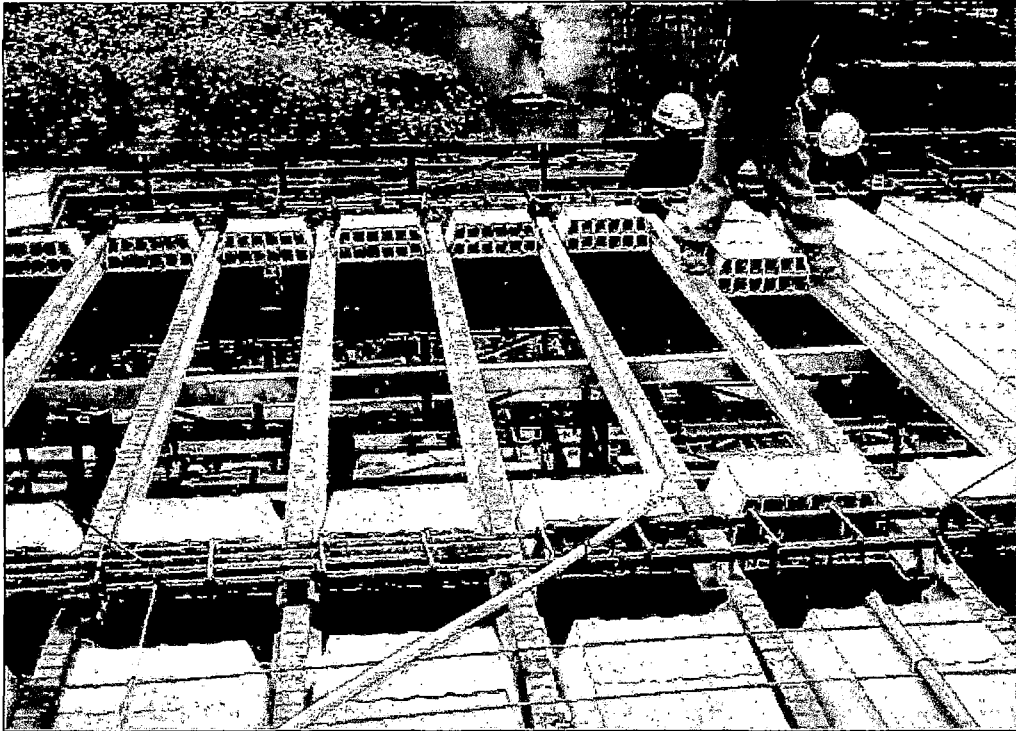


Figura 2.3 Colocación de viguetas pretensadas y bovedillas

En la figura 2.4 se muestra el detalle de la sección de la losa con viguetas pretensadas.

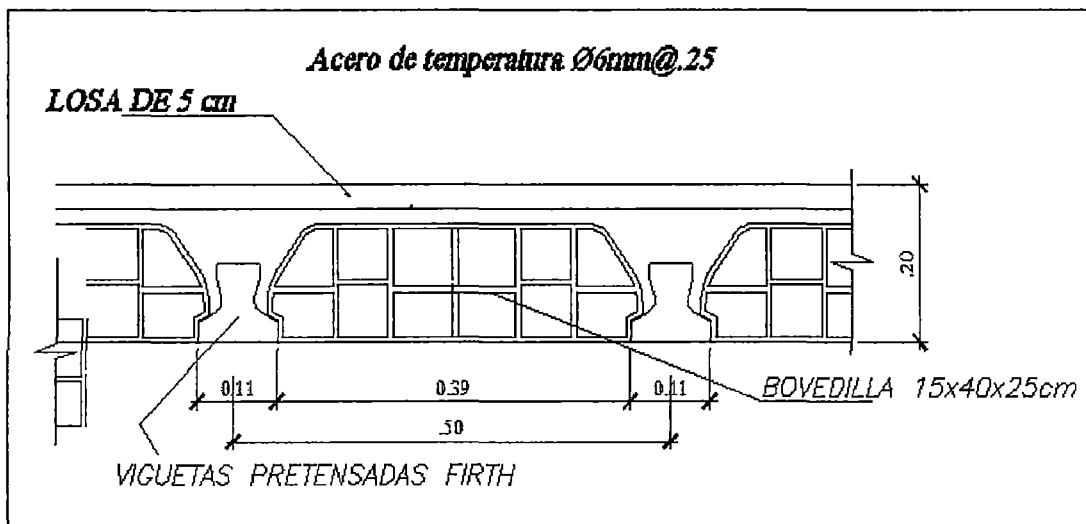


Figura 2.4 Detalle de la losa con viguetas pretensadas

### c) Losas Colaborante con planchas de acero deck

Es un sistema de entrepiso metálico que utiliza un perfil de acero galvanizado, diseñado para anclarse perfectamente con el concreto y formar de esta manera una losa reforzada. Este nuevo sistema de construcción y de diseño de excelente resistencia estructural y sísmico, se viene implementando en el Perú con gran éxito por su eficiencia, economía y rápido sistema constructivo en comparación al método tradicional de encofrado y desencofrado.

#### Usos

1. Como encofrado: Disminuyen el uso de encofrados de entrepisos para efectos de vaciado de la losa así como también para efectos de montaje.
2. Como refuerzo para momentos positivos: La Placa Colaborante trabaja como acero de refuerzo positivo, formando un conjunto monolítico en conjunto con el concreto.
3. Este sistema constructivo actúa como viga de acero y cimbra trabajando como una sección compuesta con el concreto.

#### Elementos del sistema

1. Plancha de Acero Galvanizado Laminado
2. Losa de Concreto
3. Conectores de Cortante - Malla de Temperatura
4. Las planchas de acero galvanizado laminado cuentan con relieves longitudinales a lo largo de las paredes de cada uno de los canales, los que actúan como conectores mecánicos uniendo la plancha con el concreto, permitiendo una perfecta adherencia.
5. El concreto actúa como elemento de compresión efectivo, rellena los canales de la plancha, proporcionando de esta manera una superficie firme y plana de acabado.
6. Después que el concreto adquiere su propia resistencia con los conectores de corte y malla, la sección compuesta esta diseñada para soportar sobrecargas por su diseño donde la plancha provee el esfuerzo positivo del entrepiso.



En la figura 2.5 se muestra el vaciado que se realiza sobre el sistema de losa colaborante.

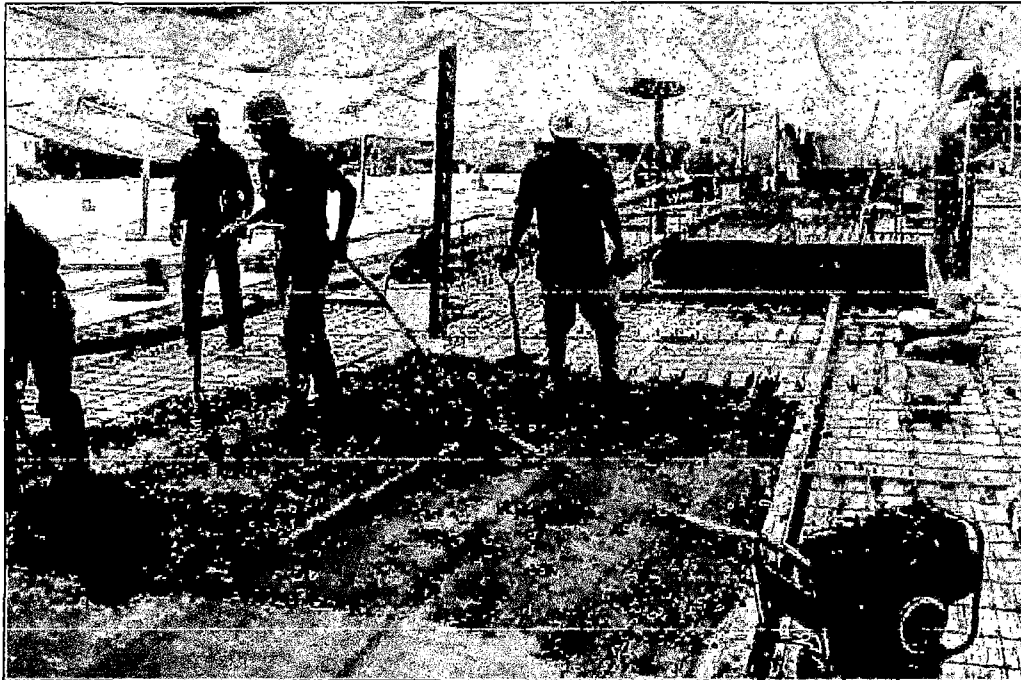


Figura 2.5 Vaciado de concreto sobre la losa colaborante

En la figura 2.6 se muestra el detalle de la sección de la losa colaborante con planchas de acero deck.

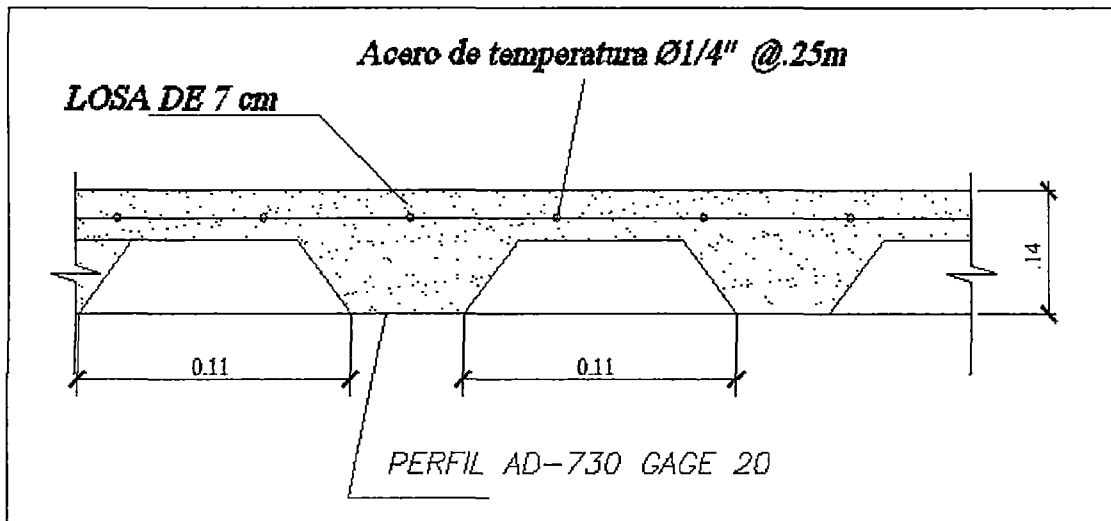


Figura 2.6 Detalle de la losa colaborante

#### d) Losa maciza postensada

Esta losa es un sistema que no es usado mucho en nuestro medio. El postensado es una técnica de precargar el concreto en forma tal que se eliminen, reduzcan, los esfuerzos de tensión que son inducidos por las cargas muertas. En un postensado, una fuerza axial externa permanente de una magnitud predeterminada, es aplicada en el miembro de concreto, la cual induce en la sección de concreto en esfuerzo de compresión.

Las losas postensadas vaciadas en el lugar son realizadas principalmente con torones (agrupaciones de alambres de acero de alta resistencia. Figura 2.7) que se colocan al mismo tiempo que el acero de refuerzo tradicional y se tensan unos cuantos días después del vaciado del concreto. Debido a la curvatura con que se colocan los torones, su tensado ejerce una fuerza interna en la estructura que se opone al sentido de aplicación de las cargas, reduciendo así los efectos de estas. Con esta técnica es posible reducir los espesores de las losas en relación con los requeridos con el uso de concreto armado tradicional, se limita la fisuración y se disminuyen las deflexiones.

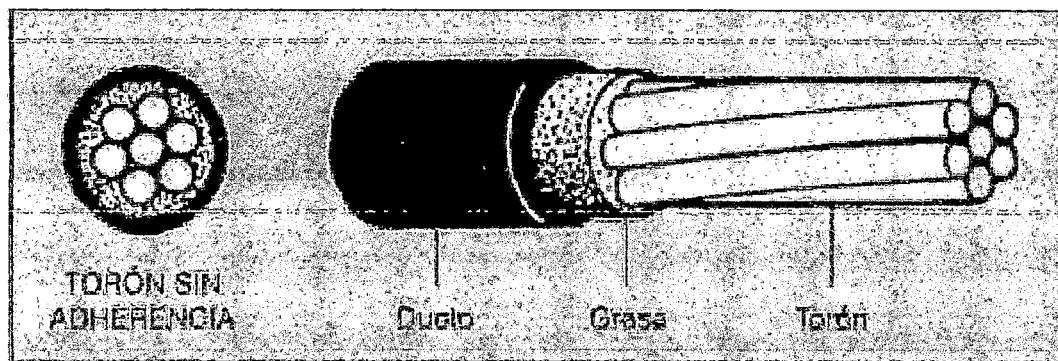


Figura 2.7 Torones sin adherencia

Este sistema se compone de unos anclajes que van colocados en los encofrados de los costados de losa, el anclaje es una pieza de hierro fundido, que aloja el sistema de cuñas, diseñada para su uso en conjunción con las cuñas. Los anclajes pueden emplearse indistintamente como activos o pasivos. El anclaje activo es donde se realiza el tensionamiento y el pasivo es el encargado de desarrollar la fuerza de reacción, ubicado en el extremo opuesto del torón.

(Figura 2.8)



Figura 2.8 Anclajes para el sistema sin adherencia

Otra parte importante del sistema son las cuñas, que son pequeñas piezas de acero aleado de alta resistencia con forma de cono truncado, con un agujero central de superficie dentada, que se encarga de ajustar los torones para bloquear el cable y sostener la tensión en el mismo. Para la fase del tensado se utiliza un gato hidráulico de uno o dos pistones, está diseñado para el tensado uno a uno de los anclajes. Se necesita de un manómetro, es el equipo de medición con el cual se verifican las cargas introducidas a los torones. Por tratarse de un sistema hidráulico, los manómetros indican lecturas de presiones, permitiendo calcular la carga que se aplica a los torones, conocido el coeficiente de área activa de los pistones del gato hidráulico.

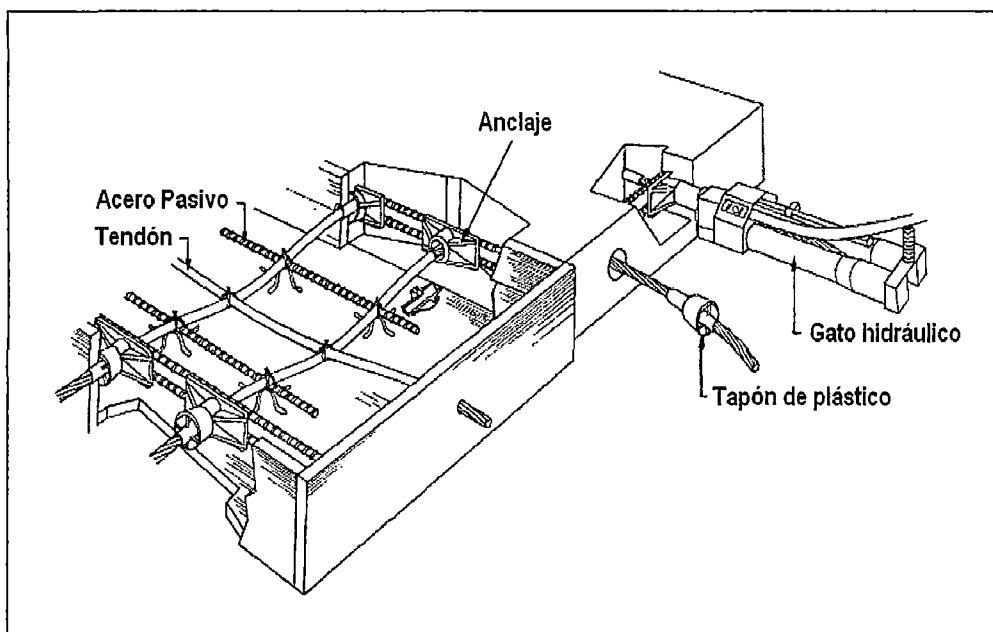


Figura 2.9 Componentes de la losa postensada

### e) Losa maciza

Este tipo de losa se caracteriza porque el concreto ocupa todo el espesor de la losa ya que no existen aligerantes. Se consideran unidireccionales cuando los esfuerzos en una dirección son preponderantes sobre los esfuerzos en la dirección ortogonal, son aquellas en que la carga se transmite en una dirección hacia los muros portantes; son generalmente losas rectangulares en las que un lado mide por lo menos 1.5 veces más que el otro. Estas losas se comportan como vigas anchas, las cuales se suelen diseñar tomando como referencia un metro de ancho.

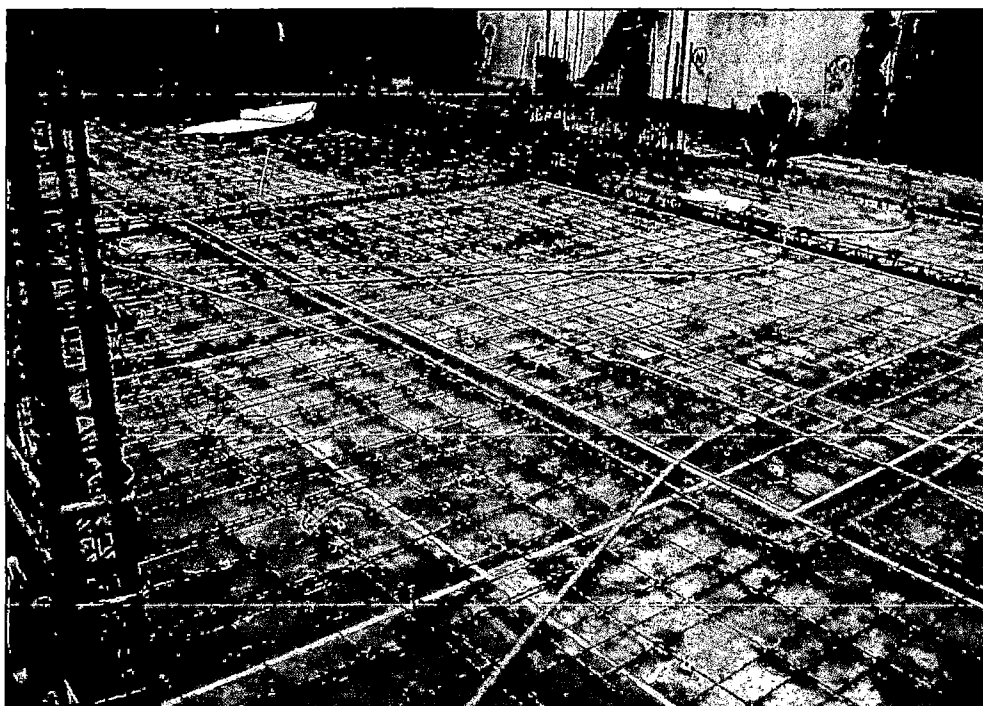


Figura 2.10 Colocación del acero de refuerzo en una losa maciza

### f) Losa aligerada con viguetas pretensadas y bovedillas de poliestireno expandido

Este tipo de losa es una variedad de una losa aligerada con viguetas pretensadas que en lugar de tener bovedillas de arcilla tiene bovedillas de poliestireno expandido. Este sistema tiene como ventaja reducir el peso muerto de la losa y también el de dar un confort térmico y acústico. Por la disminución del peso de la losa también disminuiría la cantidad de acero de refuerzo. Las bovedillas en este sistema tienen medidas de 0.15x0.40x1.20 m. En la figura 2.11 se muestra el detalle de la losa con viguetas pretensadas y bovedillas de poliestireno expandido.

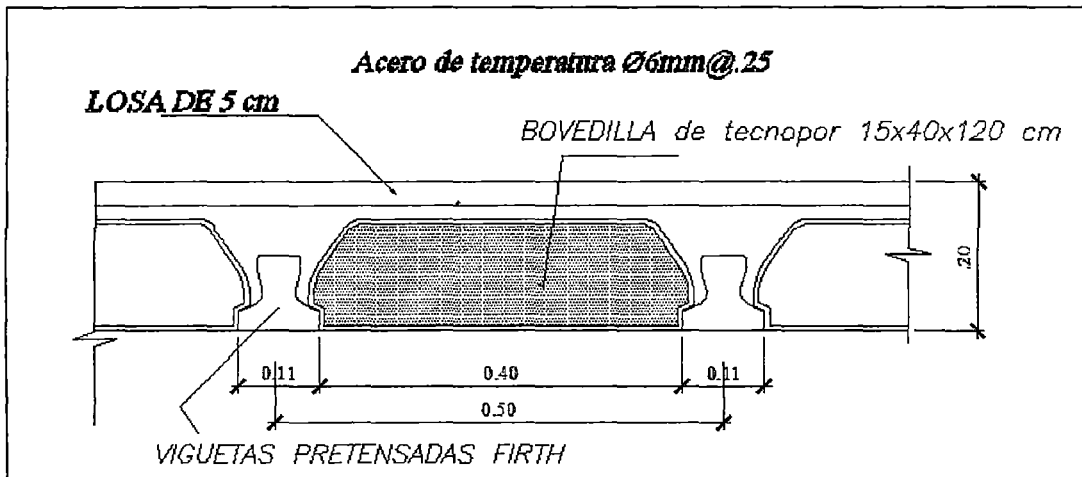


Figura 2.11 Detalle de losa con viguetas pretensadas y bovedillas de poliestireno

g) Losa aligerada con bovedillas de poliestireno expandido

Este tipo de losa es una variedad de una losa aligerada convencional que en lugar de tener ladrillo de arcilla tiene bovedillas de poliestireno expandido. Este sistema tiene como ventaja reducir el peso muerto de la losa y también el de dar un confort térmico y acústico. Por la disminución del peso de la losa también disminuiría la cantidad de acero de refuerzo. En la figura 2.12 se observa cómo están colocados los elementos.



Figura 2.12 Colocación de las bovedillas de poliestireno

## 2.4 CARACTERÍSTICA ESTRUCTURAL DE LOSAS

Cada uno de los sistemas mencionados en el subcapítulo anterior tiene sus propias ventajas distintivas, dependiendo de la distancia entre las columnas, de la magnitud de las cargas que deben soportarse, de las longitudes de los claros y del costo de la construcción.

La posición de las columnas depende en gran parte de la forma del área del piso y de la utilización que se dará al edificio; para simplificar la estructuración, las columnas deben situarse alineadas sobre un mismo eje, siempre que sea posible.

Es aconsejable también tener claros repetitivos de dimensiones iguales, con objeto de obtener una construcción uniforme de los entresijos. No obstante que la separación de las columnas generalmente está determinada por la distribución de la planta del edificio, en la estructuración se pretende lograr formar áreas aproximadamente cuadradas.

Se ha visto en la práctica que un espaciamiento de 6 metros entre columnas es el más económico, pero esto depende, por supuesto, del tipo de construcción que se utilizará para el piso; cuando el tamaño del edificio lo justifique, pueden hacerse algunos diseños de prueba para seleccionar la distribución más satisfactoria de acuerdo con las consideraciones económicas.

Para poder establecer un diseño de losa se necesita saber de las diferentes cargas que actúan sobre ésta, continuación se describe las cargas:

**Cargas vivas:** En el diseño de un piso deben tomarse en consideración tanto las cargas vivas como las muertas; las primeras están controladas por el tipo de utilización del edificio y por las Normas de Cargas ( NTE E0.20 ) que especifican las cargas vivas mínimas para pisos y techos, las cuales debe usar el diseñador en sus cálculos.

Los valores de cargas vivas mínimas repartidas se aprecian en la tabla 2.1

Tabla 2.1 Cargas vivas mínimas repartidas

**CARGAS VIVAS MÍNIMAS REPARTIDAS**

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS (Kg/m <sup>2</sup> )
<b>Almacenaje</b>	500
<b>Baños</b>	igual a la carga principal del resto del área
<b>Bibliotecas</b>	
Salas de lectura	300
Salas de Almacenaje	750
Corredores y escaleras	400
<b>Centros de Educación</b>	
Aulas	300
Talleres	350
Auditorios, Gimnasios, etc. de acuerdo a lugares de asambleas	
Laboratorios	300
Corredores y escaleras	400
<b>Garajes</b>	
Para parqueo exclusivo de automóviles con altura menor de 2.40m	250
<b>Hospitales</b>	
Salas de operación, laboratorios, y áreas de servicio	300
Cuartos	200
Corredores y escaleras	400
<b>Hoteles</b>	
Cuartos	200

Fuente: Tabla de Cargas NTE E0.20

**Carga Viva Mínima Repartida.-** Se usará como mínimo los valores que se establecen en los diferentes tipos de ocupación o uso, verificando su conformidad de acuerdo a las disposiciones. Estas cargas incluyen un margen para las condiciones ordinarias de impacto. Cuando la ocupación o uso de un espacio no sea conforme con ninguno de los que figuran en las tablas, el proyectista determinará la carga viva justificándola ante las autoridades competentes.

Salas Públicas - de acuerdo a lugares de asamblea	
Almacenaje y servicios	500
Corredores y escaleras	400
<b>Industria</b>	
<b>Instituciones Penales</b>	
Zona de habitación	200
Zonas públicas - de acuerdo a lugares de asamblea	
Corredores y escaleras	400
<b>Lugares de Asamblea</b>	
Con asientos fijos	300
Con asientos móviles	400
Salones de baile, restaurantes, museos y gimnasios.	400
Graderías y tribunas	500
Corredores y escaleras	500
<b>Oficinas</b>	
Exceptuando salas de archivo y computación	250
Salas de archivo	500
Salas de computación	350
Corredores y escaleras	400
<b>Teatros</b>	
Vestidores	200
Cuarto de Proyección	500
Escenario	750
Zonas Públicas – de acuerdo a lugares de asamblea	
<b>Tiendas</b>	500
Corredores y escaleras	500
<b>Viviendas</b>	200
Corredores y escaleras	200

Tabla 2.1 (Continuación)

Fuente: Tabla de Cargas NTE E0.20

**Carga Muerta.-** Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que se propone sean permanentes

Se considerará el peso de todos los dispositivos de servicio de la edificación, inclusive las tuberías, ductos y equipos de calefacción y aire acondicionado, instalaciones eléctricas, ascensores, maquinaria para ascensores y otros dispositivos fijos similares.



El peso de todo este material se incluirá en la carga muerta. El peso de los equipos con el que se amueble una zona dada, será considerado como carga viva.

Se considerará el peso de todos los tabiques, usando los pesos reales en las ubicaciones que indican los planos. Cuando no se conozca la distribución de tabiques, obligatoriamente se usará las cargas mínimas repartidas equivalentes que figuran en la tabla 2.2, las que se añadirán a la carga muerta. En el caso que los tabiques puedan ser cambiados de lugar se considerará la condición que cause los mayores esfuerzos entre la ubicación inicial y las cargas mínimas repartidas equivalentes

Peso del Tabique (Kg/m)	Carga Equivalente (Kg/m <sup>2</sup> ) a ser añadida a la carga muerta.
74 ó menos	30
75 a 149	60
150 a 249	90
250 a 399	150
400 a 549	210
550 a 699	270
700 a 849	330
850 a 1000	390

Tabla 2.2 Cargas equivalentes a ser añadidas a la carga muerta

Fuente: Tabla de Cargas NTE E0.20

### Para un diseño de una losa sobre terreno

Además de cumplir con resistir los esfuerzos normales y tangenciales transmitidos por los neumáticos y su constitución estructural, bien construida (Gran Resistencia a la Flexo-Tracción, a la Fatiga y elevado Modulo de Elasticidad), debe tener el espesor suficiente que permita introducir en los casos mas desfavorables solo depresiones débiles a nivel del suelo del terreno de fundación y cada nivel estructural apto para resistir los esfuerzos a los que está sometido. Debe cumplir con satisfacer también las características principales del Pavimento de Concreto Hidráulico (PCH):

- Estar previstas para un período de servicio largo.
- Prever un bajo mantenimiento.

## **FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PERFORMANCE DE LOS PAVIMENTOS DE CONCRETO**

### **Tráfico**

- Carga bruta y presión de llanta
- Propiedades del terreno de fundación y materiales del pavimento
- Repetición de carga
- Radio de influencia de carga
- Velocidad
- Eje y configuración de rueda

### **Clima**

- Precipitación pluvial
- Expansión por congelamiento.
- Deshielo del inicio de primavera
- Contracción y expansión.
- Congelamiento-deshielo y húmedo-seco
- Geometría del proyecto (Diseño Vial)
- Distribución del Tráfico en el Pavimento

### **Posición de la Estructura**

- Secciones de corte y relleno
- Profundidad del Nivel Freático
- Deslizamientos y problemas relacionados.
- Depósitos ligeramente profundos

### **Construcción y Mantenimiento**

- Deficiencia en la Compactación del Terreno
- de Fundación y/o Cimiento
- Fallas: Instalación y Mantenimiento de Juntas
- Inadecuada colocación de Guías en los niveles(Mandiles o Reglas Metálicas)
- Escarificado y eliminación de materiales superiores al especificado
- Durabilidad del Agregado(Árido)

Actualmente en el Perú los métodos de diseño más utilizados para calcular el espesor de pavimentos de concreto son: el método de la Asociación de Cemento Portland (PCA) y el método de la Asociación Americana de la Organización de Transporte de Carreteras del Estado (AASHTO 1993-2003).

### 1. Método de Diseño PCA

Este método se basa en dos criterios específicos, uno relativo a la resistencia a la fatiga del concreto y el otro a la erosión de la base. En el primer caso, se supone que la carga máxima se aplica en medio de la losa justo sobre la junta longitudinal que da la tensión máxima con la losa. En el segundo caso, se supone que la carga máxima se aplica en una esquina de la losa para generar deflexión máxima de la losa.

Cuando se usa este método de diseño, hay que conocer cuatro parámetros fundamentales:

- El módulo de ruptura del concreto
- El módulo de reacción de la cimentación
- El periodo de diseño
- Las características del tráfico.

### 2. Método de Diseño ASSHTO

Este método se basa en el uso de una ecuación empírica desarrollada por la observación de algunos pavimentos de concreto estudiados durante ensayos de AASHTO sobre carreteras. Los criterios de diseño son:

- El número de equivalentes cargas axiales de 80 kN
- El espesor de la losa
- El módulo de elasticidad del concreto
- El módulo de ruptura del concreto
- El módulo de reacción de la cimentación
- El coeficiente de transferencia de carga en las juntas ( barras de transferencia o pasajuntas )
- El coeficiente de drenaje

## **CAPITULO 3: CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA EN EL DISEÑO DE LOSAS**

### **3.1 ELEMENTOS DE DISEÑO REQUERIDOS**

Los siguientes ítems deben estar considerados en los documentos del contrato del ingeniero o contratista que lo va a ejecutar:

- Materiales de base y sub. base, requerimientos de preparación.
- Espesor de la losa
- Resistencia a la compresión, a la flexión o ambas
- Requerimientos del diseño de mezclas
- Ubicación y detalles de las juntas
- Armadura
- Tratamiento superficial
- Acabado superficial
- Tolerancias
- Curado
- Material de relleno de la junta
- Aseguramiento de calidad y control de calidad

### **3.2 LOSAS SUSPENDIDAS**

En las losas suspendidas podemos tener la siguiente clasificación:

#### **a) Losas con encofrados removibles**

- Se le da este nombre porque la losa tiene encofrados los cuales pueden ser quitados después del endurecimiento del concreto. Los ejemplos más comunes de este tipo de losas son: losas aligeradas, losas nervadas y losas macizas.

### **Losas Aligeradas**

Son aquellas losas en la que parte del concreto se reemplaza por otros materiales como cajones de madera, y principalmente cuando se trata de viviendas varios pisos se reemplaza por ladrillos o bloques.

De esta forma se disminuye el peso de la losa y se pueden cubrir mayores luces de manera más económica.

### **Losas Nervadas**

Son aquellas que tienen nervios o viguetas cada cierta distancia, unidas por una losa maciza superior más delgada, requiriendo de un encofrado que siga la superficie lateral de las nervaduras y el fondo de la losa superior.

### **Losas Macizas**

Como su nombre lo indica son losas que tienen un determinado espesor, íntegramente en concreto armado.

“Cada uno de los sistemas mencionados tiene sus propias ventajas distintivas, dependiendo de la distancia entre las columnas, de la magnitud de las cargas que deben soportarse, de las longitudes de los claros y del costo de construcción. La posición de las columnas depende en gran forma del área de piso y de la utilización que se hará al edificio; para simplificar la estructuración, las columnas deben situarse alineadas sobre un mismo eje, siempre que sea posible. Es aconsejable también tener claros repetitivos de dimensiones iguales, con objeto de obtener una construcción uniforme de los entresijos. No obstante que la separación de las columnas generalmente está determinada por la distribución de la planta del edificio, se pretende lograr formar áreas aproximadamente cuadradas”. (1)

### **Losas con viguetas pretensadas**

El sistema está constituido por viguetas prefabricadas pretensadas, bovedillas de arcilla y losa vaciada in situ.

---

(1) Parker, Harry; “DISEÑO SIMPLIFICADO DE CONCRETO REFORZADO”; Cap. 9. Pág. 155

El espaciamiento entre viguetas de eje a eje es de 50 a 60 cm. Las viguetas tienen una forma de "T" invertida, en cuyas alas se apoyan las bovedillas de arcilla, evitándose el fondo de encofrado. Por encima de las bovedillas se coloca una losita de 5cm, en la cual van embebidas las instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, malla de temperatura y acero negativo.

## b) Losas colaborantes

En respuesta a los requerimientos económicos y funcionales que nos exige la ingeniería en el diseño y la construcción, se introdujo en el Perú desde mediados de los años 90 el sistema estructural para la elaboración de losas y entresijos en general, conocido mundialmente como STEEL DECK, conformado por planchas preformadas hechas de acero estructural con protección galvánica, las cuales después del proceso de preformado logran inercias considerables, permitiendo soportar cargas muy altas durante el proceso de construcción; cumpliendo tres funciones principalmente:

- Plataforma de trabajo para todas las instalaciones de la futura losa
- Refuerzo de acero positivo
- Encofrado perdido del concreto.

El sistema cuenta también con conectores de corte, y una malla de temperatura, que al fraguar forman una unidad (sistema compuesto acero-concreto) denominado losa con placa colaborante.

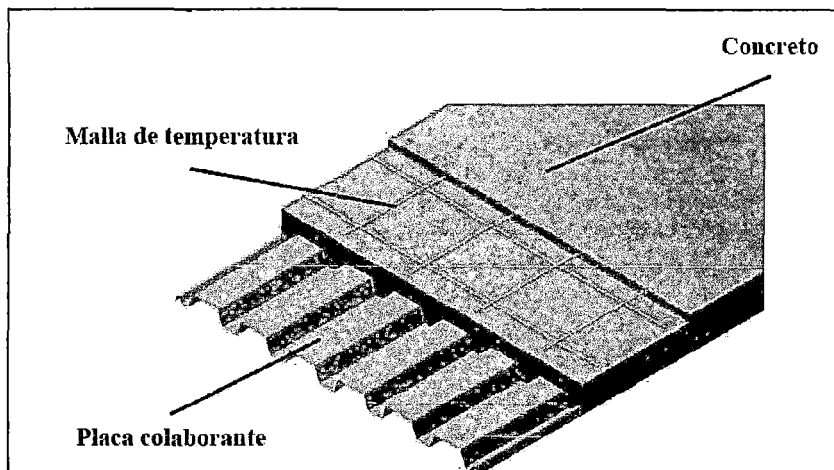


Figura 3.1 Sistema de losa colaborante

### 3.2.1 Refuerzo

El espaciamiento máximo del refuerzo principal de tensión en losas de pisos y de techo es igual a tres veces su espesor, pero no más de 45 cm; en el diseño de losa, el área de refuerzo de tensión se calcula para una faja de un metro de ancho.

Las losas con refuerzo en una dirección deben reforzarse también para resistir los esfuerzos de contracción y de cambios de temperatura, colocando varillas en una dirección perpendicular a las varillas principales de tensión.

#### Para las losas colaborantes:

El acero de refuerzo vendrá especificado en los planos de estructuras debidamente diseñado por el ingeniero de estructural. El tipo de refuerzo que se requiere para el sistema tiene como objetivo tomar los esfuerzos de flexión negativa en los apoyos y brindar anclaje en los bordes de losa mediante bastones que están anclados a la viga. Se debe respetar el diseño en cuanto a longitudes de varillas y posiciones de colocación según los planos.

El refuerzo de la malla de temperatura es esencial en cualquier tipo de losa estructural para resistir los efectos de temperatura y contracción de fragua que sufre el concreto, por lo cual se ubicará siempre en el tercio superior de la losa. Se puede utilizar como malla de temperatura las mallas electrosoldadas ó varillas de acero de refuerzo (corrugadas ó lisas) amarradas con alambre.

La posición de las varillas dentro de la losa se dará según planos de estructuras y deberá estar 2 cm. - como mínimo- por debajo de la superficie superior de la losa y apoyado sobre tacos de concreto, dados pre-fabricados ó algún material estandarizado para dicho proceso.

El cálculo de refuerzos por temperatura se realizará según los criterios del ACI.

#### Para las losas postensadas:

Un sistema de losas de concreto postensadas con presfuerzo no adherido consta de tendones no adheridos, anclajes y refuerzo adicional ordinario a base de barras corrugadas de acero.

Los tendones no adheridos son alambres o torones de acero cubiertos por grasa lubricante y resistente a la corrosión y forrados por una funda plástica. Los anclajes, fijos y de tensado, están compuestos por una placa de acero dúctil, por dispositivos que sujetan al tendón y transmiten la tensión a la placa de acero y por acero de confinamiento en la zona adyacente a la placa. El refuerzo adicional a base de barras corrugadas tiene la función de resistir el cortante y momento en conexiones losa–columna, controlar el agrietamiento causado por las restricciones al acortamiento axial y a los cambios volumétricos del concreto, así como de incrementar la redundancia de la estructura, en particular ante cargas imprevistas.

### 3.2.2 Juntas de construcción

La necesidad del sistema de juntas es el resultado del deseo de controlar el agrietamiento transversal y longitudinal. Este agrietamiento se presenta por la combinación de varios efectos, entre los que podemos mencionar la contracción por secado del concreto, los cambios de humedad y de temperatura, la aplicación de las cargas del tráfico.

Las juntas de construcción pueden introducir planos verticales débiles en lo que de otra manera sería un miembro monolítico de concreto, de tal forma que ellas deben localizarse donde los esfuerzos cortantes son menores. El ACI requiere que las juntas de construcción en losas estén localizadas dentro del tercio medio de la luz de las losas, y de las vigas principales. Las juntas en las vigas principales deben ser dispuestas a una distancia mínima de dos veces el ancho de cualquier viga intersecarte.

“A continuación se dan algunas pautas generales para la localización de las juntas de construcción en losas sobre planchas metálicas (losas colaborantes):

- Para losas apoyadas entre vigas principales, localizar las juntas de construcción paralela a las vigas secundarias, a una distancia suficiente del miembro de acero estructural para permitir que se desarrolle el ancho total del ala.
- Para losas apoyadas entre vigas secundarias, la junta de construcción normalmente deberá estar localizada cerca del centro de la luz de la losa, entre vigas.” (2)



### 3.2.3 Imperfecciones en losas

Las imperfecciones en losas comúnmente se dan por malos trabajos realizados debidos a factores humanos, existen otros factores como son el mal comportamiento del concreto.

Otras de las causas de las imperfecciones en losas es la carencia de un curado a tiempo, la clave es curar lo mas antes posible especialmente en clima seco o con viento mejorando la calidad de superficies en losas. El curado debe ser constante.

Normalmente deben de presentarse combinaciones de varias causas de imperfecciones en losas tales como las descritas, la influencia de cualquier causa varía con las propiedades del material usado, con la temperatura ambiente y otras condiciones climáticas.

Se tiene que estar atentos de donde se han de colocar las juntas, las juntas de control se planifican para fisuras que permiten movimientos provocados por los cambios de temperatura y de contracción de secado.

La fisuración es una de las imperfecciones más comunes en las construcciones de losas y la causa principal que aparezca es por la contracción del concreto. Esto es debido a la evaporación del exceso del agua de mezclado. Los contratistas no son necesariamente responsables de todas las fisuras que se presenten, muchas características de losas y proporciones de mezcla de concreto son responsables o contribuyen a la contracción en la construcción de losas de concreto.

Desde que la contracción es causada por restricciones de cambio de volumen, los cambios normales de volumen deberían ser de pequeña consecuencia si el concreto estuviese libre de cualquier fijación, pero desde que el concreto en servicio es usualmente fijado por cimientos, contrapiso, armaduras o miembros conectores, puede desarrollar fatigas significativas particularmente fatigas de tensión.

---

(2) Sinchi Rosillo, Fredy; "PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO Y CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO"; TESIS.UNI-FIC. Cap. 3. Pág. 35

La fisuración es una de las imperfecciones más comunes en las construcciones de losas y la causa principal que aparezca es por la contracción del concreto. Esto es debido a la evaporación del exceso del agua de mezclado. Cuanto mas acuosa o húmeda la mezcla de concreto, la fisuración será mayor.

Otro factor de fisuración es el secado rápido del concreto; la reacción química, que provoca que el concreto vaya de estar como un líquido o estado plástico a un estado sólido, requiere agua. Esta reacción química, o hidratación, continua ocurriendo durante días y semanas después que se ha colocado el concreto.

Las imperfecciones de losas también se dan por una inadecuada resistencia del concreto vaciado en situ.

### **3.2.4 Análisis de las imperfecciones de la superficie**

Existen diferentes formas de poder corregir las imperfecciones en la superficie de las losas, una de estas es la aplicación de aditivos en el concreto, como es el aditivo de reducción de contracción.

También lo que se puede hacer para disminuir estas imperfecciones es verificar por medio de ensayos la resistencia del concreto que se va a suministrar en la obra.

Los retardadores de evaporación son compuestos líquidos monomoleculares aplicados con atomizador, que forman una membrana protectora temporal, que retarda la rápida evaporación del agua contenida en el concreto, disminuyendo así la aparición de fisuras por contracción plástica. Esta membrana se rompe una vez que se comienza a trabajar el concreto, por lo que en ocasiones se requieren varias aplicaciones entre las distintas etapas de flotado y/o pulido del piso. El uso de estos retardadores es particularmente importante cuando se está colando en intemperie bajo condiciones de altas temperaturas o fuertes corrientes de viento. Cabe mencionar que este tipo de productos no sustituyen la utilización de membranas de curado.

### 3.2.5 Norma referida a losas

Los estacionamientos que deben considerarse son para automóviles y camionetas para el transporte de personas de hasta 7 asientos. Para el estacionamiento de otro tipo de vehículos, es requisito efectuar los cálculos de espacios de estacionamiento y maniobras según sus características.

Según la Norma de Arquitectura y Urbanismo A 0.10, se puede ver las siguientes características:

#### **Artículo 65**

***Las características a considerar en la provisión de espacios de estacionamientos de uso privado serán las siguientes:***

a) Las dimensiones libres mínimas de un espacio de estacionamiento serán:

Cuando se coloquen:

- Tres o más estacionamientos continuos, Ancho: 2.40 m cada uno
- Dos estacionamientos continuos Ancho: 2.50 m cada uno
- Estacionamientos individuales Ancho: 2.70 m cada uno
- En todos los casos Largo: 5.00 m. y Altura: 2.10 m.

b) Los elementos estructurales podrán ocupar hasta el 5% del ancho del estacionamiento, cuando este tenga las dimensiones mínimas.

c) La distancia mínima entre los espacios de estacionamiento opuestos o entre la parte posterior de un espacio de estacionamiento y la pared de cierre opuesta, será de 6.00 m.

d) Los espacios de estacionamiento no deben invadir ni ubicarse frente a las rutas de ingreso o evacuación de las personas.

e) Los estacionamientos dobles, es decir uno tras otro, se contabilizan para alcanzar el número de estacionamientos exigido en el plan urbano, pero constituyen una sola unidad inmobiliaria. En este caso, su longitud puede ser 9.50 m.

f) No se deberán ubicar espacios de estacionamiento en un radio de 10 m. de un hidrante ni a 3 m. de una conexión de bomberos (siamesa de inyección).

**Las características a considerar en la provisión de espacios de estacionamientos de uso público serán las siguientes:**

- a) Las dimensiones mínimas de un espacio de estacionamiento serán: Cuando se coloquen:
- Tres o más estacionamientos continuos, Ancho: 2.50 m cada uno
  - Dos estacionamientos continuos Ancho: 2.60 m cada uno
  - Estacionamientos individuales Ancho: 3.00 m cada uno
  - En todos los casos Largo: 5.00 m. y Altura: 2.10 m.
- b) Los elementos estructurales podrán ocupar hasta el 5% del ancho del estacionamiento, cuando este tenga las dimensiones mínimas.
- c) La distancia mínima entre los espacios de estacionamiento opuestos o entre la parte posterior de un espacio de estacionamiento y la pared de cierre opuesta, será de 6.50m.
- d) Los espacios de estacionamiento no deben invadir, ni ubicarse frente a las rutas de ingreso o evacuación de las personas.
- e) No se deberán ubicar espacios de estacionamiento en un radio de 10 m. de un hidrante ni a 3 m. de una conexión de bomberos (siamesa de inyección).
- f) Deberá considerarse en el acceso y circulación, el ancho, altura y radio de giro de las unidades del Cuerpo de Bomberos.

**Las zonas destinadas a estacionamiento de vehículos deberán cumplir los siguientes requisitos:**

- a) El acceso y salida a una zona de estacionamiento podrá proponerse de manera conjunta o separada.
- b) El ingreso de vehículos deberá respetar las siguientes dimensiones entre paramentos:
- Para 1 vehículo: 2.70 m.
  - Para 2 vehículos en paralelo: 4.80 m.
  - Para 3 vehículos en paralelo: 7.00 m.
  - Para ingreso a una zona de estacionamiento para menos de 40 vehículos: 3.00 m.
  - Para ingreso a una zona de estacionamiento con más de 40 vehículos hasta 300 vehículos: 6.00 m o un ingreso y salida independientes de 3.00 m. cada una.

- Para ingreso a una zona de estacionamiento de 300 vehículos, a más 12.00 m. o un ingreso doble de 6.00 m. y salida doble de 6.00 m
- c) Las puertas de los ingresos a estacionamientos podrán estar ubicadas en el límite de propiedad siempre que la apertura de la puerta no invada la vereda, de lo contrario deberán estar ubicadas a una distancia suficiente que permita la apertura de la puerta sin interferir con el tránsito de personas por la vereda.
- d) Las rampas de acceso a sótanos, semi-sótanos o pisos superiores, deberán tener una pendiente no mayor a 15%. Los cambios entre planos de diferente pendiente deberán resolverse mediante curvas de transición.
- e) Las rampas deberán iniciarse a una distancia mínima de 3.00 m. del límite de propiedad. En esta distancia el piso deberá ser horizontal al nivel de la vereda. En el caso de estacionamientos en semisótano, cuyo nivel superior del techo no sobrepase 1.50 m por encima del nivel de la vereda frente al lote la rampa de acceso al estacionamiento podrá iniciarse en el límite de propiedad.
- f) Los accesos de vehículos a zonas de estacionamiento podrán estar ubicados en los retiros, siempre que la solución no afecte el tránsito de vehículos por la vía desde la que se accede.
- g) El radio de giro de las rampas será de 5.00 m medidos al eje del carril de circulación vehicular.

El acceso a estacionamientos con más de 150 vehículos podrá cortar la vereda, para lo cual deberán contar con rampas a ambos lados.

Las veredas que deban ser cruzadas por los vehículos a zonas de estacionamiento individuales o con menos de 150 vehículos mantendrán su nivel en cuyo caso se deberá proveer de rampas para los vehículos en la berma, y donde no exista berma, fuera de los límites de la vereda.

La ventilación de las zonas de estacionamiento de vehículos, cualquiera sea su dimensión debe estar garantizada, de manera natural o mecánica.

Las zonas de estacionamiento en sótanos de un solo nivel, a nivel o en pisos superiores, que tengan o no encima una edificación de uso comercial o residencial, requerirán de ventilación natural suficiente para permitir la eliminación del monóxido de carbono emitido por los vehículos.

Las zonas de estacionamiento en sótanos a partir del segundo sótano, requieren de un sistema mecánico de extracción de monóxido de carbono, a menos que se pueda demostrar una eficiente ventilación natural.

El sistema de extracción deberá contar con ductos de salida de gases que no afecten las edificaciones colindantes.

### 3.3 LOSAS SOBRE TERRENO

En las losas sobre terreno se ha tomado como referencia el folleto "Pavimentos de Concreto Hidráulico" cuyo autor es el Ing. Samuel Mora, para la siguiente clasificación:

#### 1. Pavimentos de Concreto Hidráulico Simple (PCH S)

##### a) Sin elementos de transferencia de carga

Tráfico Ligero, clima templado y se apoya sobre la subrasante, en condiciones severas requiere del Cimiento granular y/o tratado, para aumentar la capacidad de soporte y mejorar la transmisión de carga.

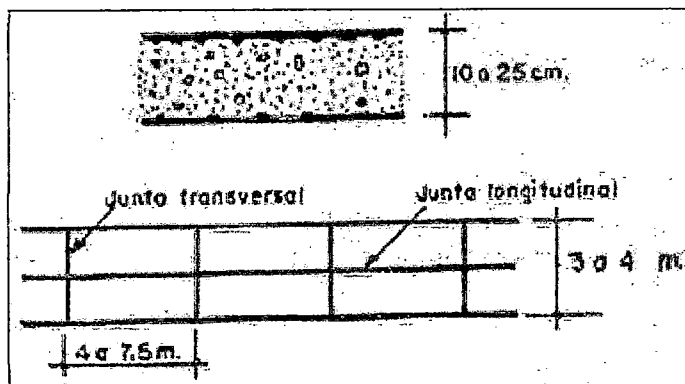


Figura 3.2 Sección del pavimento sin elementos de transferencia

##### b) Con elementos de transferencia de carga.

Pequeñas barras de acero, que se colocan en la sección transversal, en las juntas de contracción. Su función estructural es transmitir las cargas de una losa a la losa contigua, mejorando las condiciones de deformación en las juntas, evitando los dislocamientos verticales diferenciales (escalonamiento).

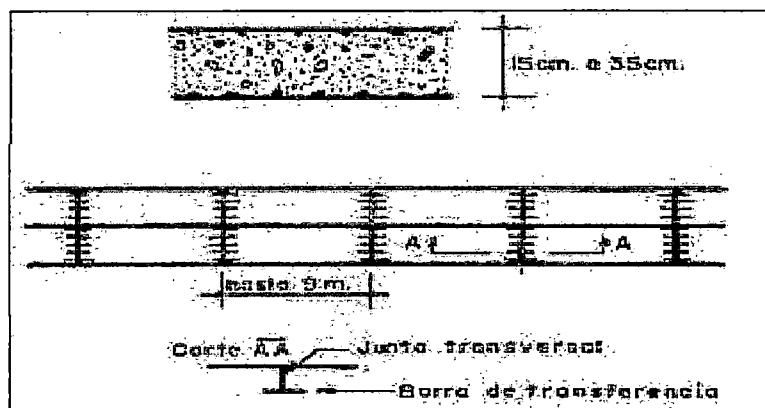


Figura 3.3 Sección del pavimento con elementos de transferencia

## 2. Pavimentos de Concreto Hidráulico con Refuerzo de Acero (PCH RA)

- a) Con refuerzo de acero no estructural.

El refuerzo no cumple función estructural, su finalidad es resistir las tensiones de contracción del concreto en estado joven y controlar los agrietamientos. Tienen el refuerzo de acero en el tercio superior de la sección transversal a no menos de 5cm. Bajo la superficie. La sección máx. de acero es de 0.3% de la sección transversal del Pavimento. (Figura 3.4)

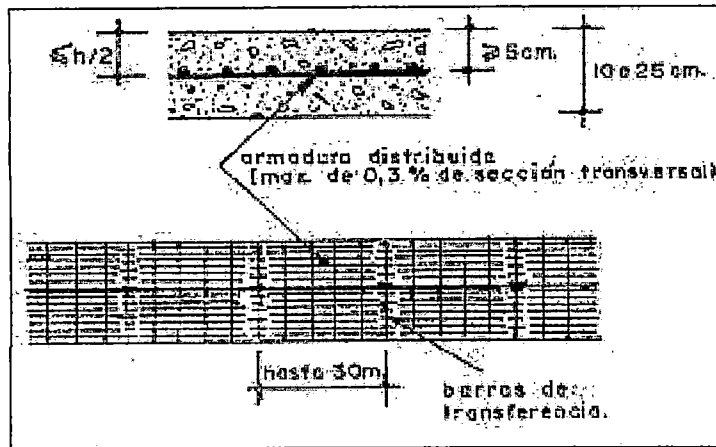


Figura 3.4 Sección del pavimento con refuerzo de acero no estructural

- b) Con refuerzo de acero estructural.

El refuerzo de acero asume tensiones de tracción y compresión, por lo que es factible reducir el espesor de la losa hasta 10 ó 12 cm.

Aplicación: Pisos Industriales, las losas resisten cargas de gran magnitud.

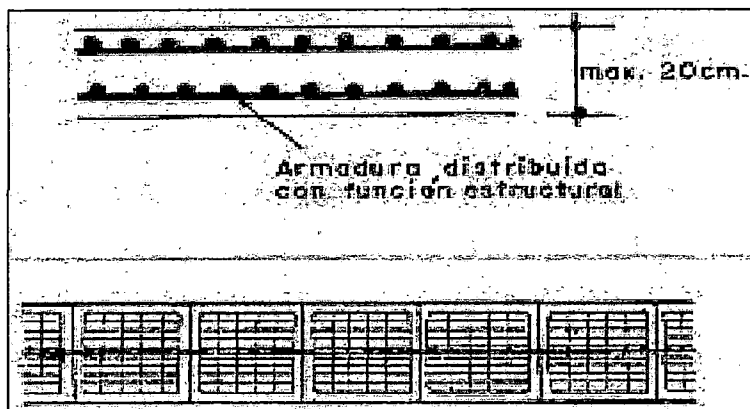


Figura 3.5 Sección del pavimento con refuerzo de acero estructural

### 3. Pavimentos de Concreto Hidráulico con Refuerzo Continuo (PCH RC)

El refuerzo asume todas las deformaciones, en especial las de temperatura, eliminando las juntas de contracción, quedando solo las juntas de construcción y de dilatación en la vecindad de alguna obra de arte.

La fisura es controlada por una armadura continua en el medio de la calzada, diseñada para admitir una fina red de fisuras que no comprometan el buen comportamiento de la estructura del pavimento.

Aplicación: En la Parkway USA, zonas de clima frío, recubrimientos en pavimentos deteriorados.

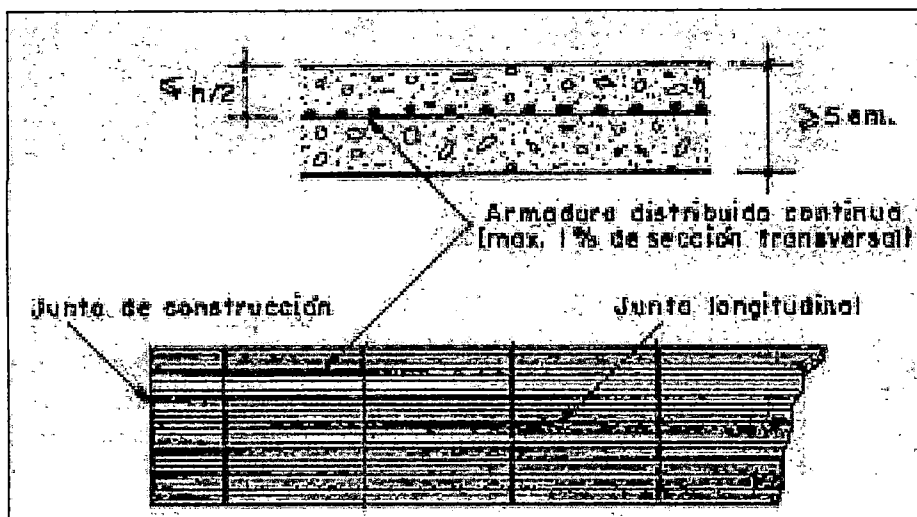


Figura 3.6 Sección del pavimento de concreto hidráulico con refuerzo continuo

### 4. Pavimentos de Concreto Hidráulico Pre o Postensado (PCH PP)

Su desarrollo es limitado, la primera experiencia es en el Aeropuerto de Orly (Paris-1948) y posteriormente en el Aeropuerto de Galeao (Río de Janeiro). El diseño trata de compensar su costo vs. Disminución del espesor, presenta problemas en su ejecución y mantenimiento.

### 5. Pavimentos de Concreto Hidráulico Reforzado con Fibras (PCH RF)

Incorpora fibras metálicas, de propileno, carbón, etc. con excelentes resultados en Aeropuertos y sobre capas delgadas de refuerzo. El diseño es más estructural y de buen comportamiento mecánico, pero sus costos y los cuidados requeridos en su ejecución, dificultan su desarrollo.



### 3.3.1 Elementos de diseño

- Materiales de base y sub base, requerimientos de preparación.
- Espesor de la losa
- Resistencia a la compresión, a la flexión o ambas
- Requerimientos del diseño de mezclas
- Ubicación y detalles de las juntas
- Armadura
- Tratamiento superficial
- Acabado superficial
- Tolerancias
- Curado
- Material de relleno de la junta

### 3.3.2 Sistema de soporte del suelo

El comportamiento de una losa sobre terreno depende de la integridad de ambos: el sistema de soporte del suelo o la losa, así se debe prestar una atención específica los requerimientos de preparación del lugar, incluyendo el rodillado de prueba. En la mayor parte de los casos, los resultados del rodillado de prueba, son más significativos de la estabilidad del sistema de soporte del suelo, que los resultados "in situ" de los ensayos del contenido de humedad o densidad de campo. Una capa delgada de material compactable granular, gradado se usa normalmente como material de gradación fina para un mejor control del espesor del concreto y para minimizar la fricción entre el material de base y la losa.

### 3.3.3 Refuerzo por temperatura y de contracción

El refuerzo restringe el movimiento resultante de la contracción de la losa y puede realmente incrementar el número de grietas al azar, particularmente para espaciamientos de juntas más amplios.

El refuerzo en las losas no estructurales sobre el terreno se provee principalmente para controlar el ancho de las grietas que en ella aparecen.

Este refuerzo es normalmente proporcionado en forma de barras de acero corrugado, refuerzo de mallas de alambre, fibras de acero o tendones de postensado. Se han probado exitosamente combinaciones de varias formas de refuerzo.

Normalmente, la cantidad de refuerzo usado en losas no estructurales es muy pequeña como para tener una influencia significativa en la restricción del movimiento resultante de los cambios de volumen. Los agrietamientos por temperatura y por contracción en losas no reforzadas sobre terreno, se originan en la superficie de la losa y son más anchas en la superficie, estrechándose con la profundidad. Para una máxima efectividad, los refuerzos de temperatura y de contracción en losas sobre terreno deben ubicarse en el tercio superior del espesor de la losa.

Se recomienda que el refuerzo de malla electro soldada sea colocada a 2" (50mm) debajo de la superficie de la losa o en el tercio superior de la losa, el que esté más cerca de la superficie

Cuando se usa refuerzo de malla electro soldada, su flexibilidad determina que el contratista los siga de cerca para establecer y mantener el adecuado soporte de la armadura durante las operaciones del vaciado. Las barras de refuerzo o las mallas de refuerzo deberían discontinuarse en cualquier junta donde la intención del diseñador es permitir que la junta se abra y reducir la posibilidad de agrietamientos por contracción y por temperatura en un panel adyacente.

**Fibras de acero:** En algunas instalaciones se pueden usar fibras de acero específicamente diseñadas para ese uso, con o sin refuerzo convencional por contracción y temperatura en pisos de losas sobre el terreno como en el caso de refuerzo convencional, las fibras de acero no evitan el agrietamiento de concreto, cuando se usa una cantidad suficiente ellas pueden mantener las grietas fuertemente cerradas.

**Fibras sintéticas:** Las fibras de polipropileno, polietileno, nylon y otras fibras, pueden ayudar a reducir la segregación de la mezcla de concreto y la formación de las grietas por contracción mientras el concreto está en estado plástico y durante las primeras horas del curado.

**Refuerzo postensado:** El uso de refuerzo con tendones de acero en lugar del refuerzo convencional por temperatura y contracción, permite al constructor introducir un esfuerzo relativamente alto de compresión en el concreto por medio del postensado.

### 3.3.4 Juntas

El concreto se expande y se contrae con los cambios de humedad y de temperatura. La tendencia general es a contraerse y esto causa el agrietamiento a edad temprana. Las grietas irregulares son desordenadas y difíciles de manejar, pero generalmente no afectan la integridad del concreto. Las juntas son simplemente grietas planificadas previamente. Las juntas en las losas de concreto pueden ser creadas mediante moldes, herramientas, aserrado y con la colocación de formadores de juntas. Algunas formas de juntas son:

#### Juntas de aislamiento

Que separan o aíslan las losas de otras partes de la estructura, tales como paredes, cimientos, o columnas, así como las vías de acceso y los patios, de las aceras, las losas de garaje, las escaleras, luminarias y otros puntos de restricción. Ellas permiten los movimientos independientes verticales y horizontales entre las partes adjuntas de la estructura y ayudan a minimizar las grietas cuando estos movimientos son restringidos

#### Juntas de construcción

Son superficies donde se encuentran dos vaciados (vertidos) sucesivos de concreto. Ellas se realizan por lo general al final del día de trabajo, pero pueden ser requeridas cuando el vaciado del concreto es paralizado por un tiempo mayor que el tiempo de fraguado inicial del concreto. En las losas ellas pueden ser diseñadas para permitir el movimiento y/o para transferir cargas. La ubicación de las juntas de construcción debe ser planificada.

Puede ser deseable lograr la adherencia y la continuidad del refuerzo a través de una junta de construcción.

## Juntas de contracción

Son juntas que pretenden crear planos débiles en el concreto y regular la ubicación de grietas que se formarán como resultado de cambios dimensionales.

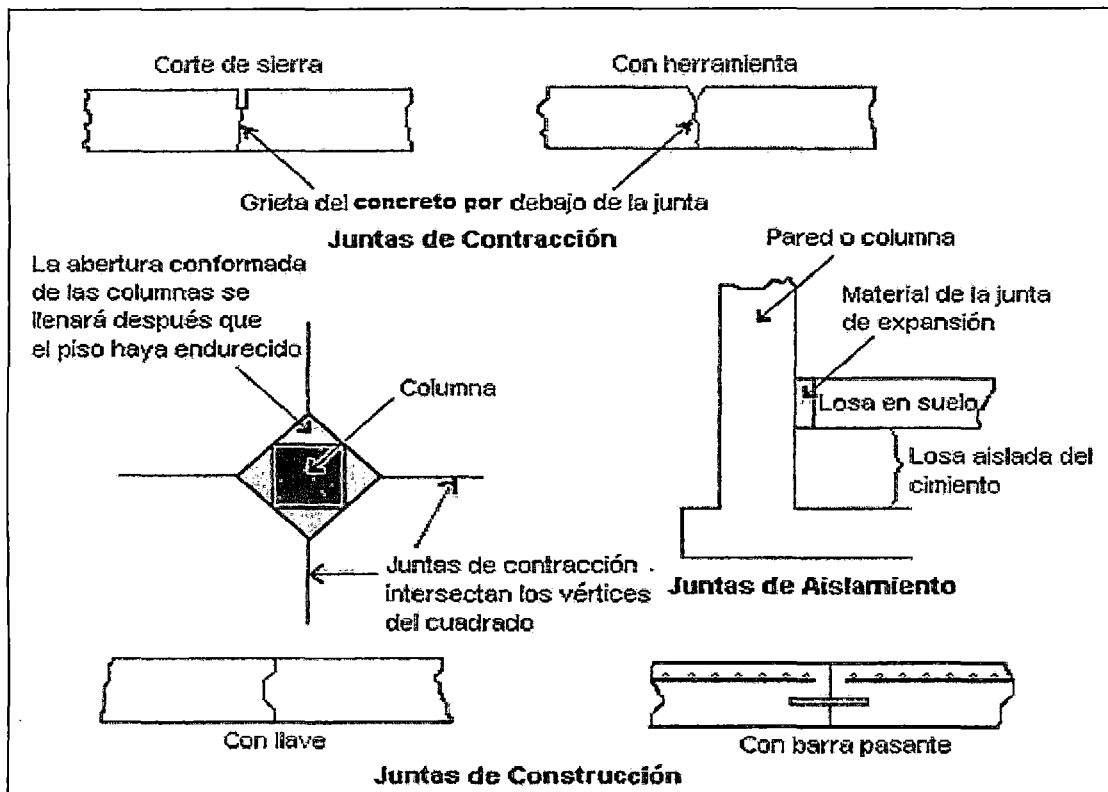


Figura 3.7 Juntas de construcción

Las grietas en el concreto no se pueden prever completamente, pero pueden ser controladas y minimizadas mediante juntas adecuadamente diseñadas. El concreto se agrieta porque:

- El concreto es frágil frente a cargas de tracción y por lo tanto, si su tendencia natural a retraerse es restringida, pueden desarrollarse esfuerzos de tracción que excedan su resistencia a esta fuerza, dando como resultado el agrietamiento.
- A edades tempranas, antes de que el concreto se seque, la mayoría de las grietas son causadas por cambios de temperatura o por la ligera contracción que tiene lugar cuando el concreto fragua y endurece. Más tarde, cuando el concreto se seca, el se retraerá adicionalmente y cualquier grieta adicional puede formarse o las grietas preexistentes pueden hacerse más anchas.

Las juntas atenúan las tensiones de tracción, son fáciles de manejar y son menos objetables que las grietas descontroladas e irregulares.

Algunas recomendaciones para la construcción de juntas se darán a continuación:

- a) El espaciamiento máximo de las juntas debe ser de 24 a 36 veces el espesor de la losa. Por ejemplo, en una losa fina de 4 pulgadas (100 mm) el espaciamiento de las juntas debe ser de unos 10 pies (3 m). Se recomienda además que el espaciamiento de las juntas se limite a un máximo de 15 pies (4.5 m).
- b) Todos los paneles o paños deben ser cuadrados o de forma similar. La longitud no deberá exceder de 1.5 veces el ancho.
- c) Para las juntas de contracción, la ranura de la junta debe tener una profundidad mínima de  $\frac{1}{4}$  el espesor de la losa, pero nunca menos de 1 pulgada (25 mm).

El tiempo de construcción de las juntas depende del método utilizado:

- Se pueden insertar tiras de juntas preformadas plásticas o tableros duros dentro de la superficie del concreto a la profundidad requerida antes de darle el acabado.
- Las juntas elaboradas con herramientas se hacen tempranamente en el proceso de acabado y se vuelven a repasar más tarde para asegurar que no ocurra adherencia en la ranura.
- El corte de las juntas en fresco se ejecuta generalmente de 1 a 4 horas después de completarse el allanado, dependiendo de las características de fraguado del concreto. Estas juntas son típicamente no tan profundas como las obtenidas mediante el proceso de aserrado convencional, pero deben ser como mínimo de 1 pulgada (25 mm) de profundidad.
- El aserrado convencional de las juntas se hace entre las 4 y las 12 horas después de que el concreto ha sido acabado.

d) La rotura de los bordes durante el aserrado de las juntas está afectado por la resistencia del concreto y las características de los agregados. Si los bordes de la junta se rompen durante el aserrado, éste debe ser retrasado, sin embargo si se retrasa demasiado puede hacerse muy difícil y pueden ocurrir grietas descontroladas.

e) Utilice relleno de juntas premoldeados como por ejemplo láminas de fibra impregnada con asfalto, una banda de espuma compresible, u otros materiales

similares para juntas de aislamiento que separen las losas de los muros de la edificación o de los cimientos. Como mínimo deben preverse unas 2 pulgadas (50 mm) de arena sobre la parte superior de los cimientos para evitar la adherencia con el mismo.

f) Para aislar las columnas de las losas, se forman aberturas circulares o cuadradas, que no se llenen hasta que el piso haya endurecido. Las juntas de contracción de las losas deben interceptar las aberturas para las columnas. Si se han utilizado aberturas cuadradas alrededor de las columnas, el cuadrado debe estar ubicado a 45 grados, de manera que las juntas de contracción intercepten los vértices del cuadrado.

g) Si la losa contiene malla de alambre, corte los alambres de forma alterna o preferiblemente discontinúe la malla a lo largo de las juntas de contracción. Note que la malla de alambre no evitará el agrietamiento. La malla tiende a mantener las grietas y las juntas apretadamente cerradas.

h) Las juntas de construcción en forma de llave (machihembrada) en los bordes de la losa permiten transferir las cargas o ayudan a prever el alabeo de los bordes adyacentes. Algunas veces se utilizan llaves de metal galvanizado para losas en interiores, sin embargo se puede utilizar una banda (tira) biselada de 1 a 2 pulgadas (25 a 50 mm), clavada al encofrado (formaleta), en losas que son de 5 pulgadas (125 mm) como mínimo de espesor, para formar una unión que resistirá las cargas verticales y los movimientos. Las juntas en forma de llave no son recomendables para los pisos industriales.

Deben utilizarse barras metálicas pasantes (pasadores de carga) en losas que soportarán cargas pesadas. Las barras metálicas pasantes deben ser cuidadosamente alineadas y paralelas o de lo contrario pueden inducir restricciones y causar agrietamiento aleatorio al final de la barra.

i) Las juntas en los pisos industriales sujetos al tráfico pesado, requieren de especial atención para evitar roturas en los bordes de las juntas. Tales espacios entre los elementos deben llenarse con un material capaz de dar soporte a los extremos de las losas. Deberán comprobarse las recomendaciones de los fabricantes y las evaluaciones y estadísticas de desempeño antes de su utilización.

### 3.3.5 Sellos de juntas

Es colocar un producto adecuado en una junta para impedir la penetración de humedad o aire por ese espacio entre elementos, se realiza en el mismo material o en otros de diferente naturaleza. Las juntas deben sellarse para conservar ese espacio donde se producirán los movimientos, para impedir que penetre agua u otro elemento y para proteger los bordes del deterioro por impacto de cargas puntuales. (Ver ANEXO 1)

Cuando las juntas se sitúan bajo tráfico pesado, tienen influencia en los costos de mantenimiento de la estructura y también en la seguridad de uso permitiendo que ambos lados de la junta queden nivelados para que el rodado sea sin saltos.

El sellante es el material empleado para sellar la junta mediante su propiedad de adherencia a las superficies interiores de la misma. El sellante puede ser:

- **Sellante Elástico:** el movimiento de la junta provoca tensiones remanentes proporcionales al esfuerzo producido.
- **Sellante Plástico:** el movimiento de la junta produce tensiones remanentes que desaparecen con rapidez.

No existe sellante que reúna todas las propiedades para poder utilizarlo indistintamente en todos los casos. En el mercado existen diferentes productos sellantes dentro de los cuales se deberá elegir el más adecuado, es decir, aquél que cumpla con el máximo de características favorables para el uso al cual se destinará.

Para cumplir su función de manera óptima, el sellante requiere:

- **Adhesión a la superficie:** al adherirse firmemente impide filtraciones.
- **Tener en cuenta su envejecimiento,** ya que con el tiempo va perdiendo propiedades.
- **Tiempo de aplicación.**
- **Cohesión:** es la propiedad de mantenerse unido por atracción molecular al ser sometido a esfuerzos de tracción.
- **Compatibilidad con otros materiales de diferente naturaleza.**
- **Curado:** transformación irreversible.

- Tiempo de servicio.
- Recuperación elástica.
- Factor de acomodación del movimiento.
- Módulo de elasticidad: cociente entre esfuerzo de tracción a una elongación determinada y dicha elongación.
- Tiempo de almacenamiento.

### **Clasificación de Sellantes**

#### **Sellantes según su Estado Físico**

- **Sellantes No Preformados**

Los sellantes no preformados son aquellos que se aplican en estado líquido o semilíquido, de modo tal que adoptan la forma de la junta.

- **Sellantes Preformados**

Los sellantes preformados son sólidos y su forma antes de colocar se conserva al instalarlos.

#### **Sellantes según su Comportamiento**

- **Sellantes que actúan en tensión permanente**

Los sellantes que actúan en tensión permanente son aquellos colocados cuando la junta estaba en su cierre máximo. Esta aplicación no es conveniente para sellantes no preformados porque estarían bajo esfuerzos de tensión excesivos.

- **Sellantes que actúan en compresión permanente**

No se recomiendan porque no es posible mantener una presión de contacto con las paredes.

El comportamiento de los sellantes dependerá de diferentes variables, a saber:

1. **Temperatura:** el grado de flexibilidad del sellante es muy importante dentro de un rango amplio de temperaturas; en particular en los casos de



temperaturas muy bajas, pues el material sellante sometido a mucho frío puede endurecer y perder su elasticidad.

2. **Imprimación de los Bordes de la Junta:** sobre todo para sellantes no preformados, pues mejora la adherencia al penetrar en los poros del hormigón, reduce la formación de burbujas, absorbe partículas de polvo, reduce la absorción y saponificación de aceites por el hormigón.
3. **Antiadherente:** se utiliza para evitar la adhesión del sellante en el fondo de la junta, lo cual provocaría una tensión mayor.
4. **Material de Relleno:** se utiliza para rellenar espacios entre elementos contiguos a medida que se construye el pavimento, y como material de soporte manteniendo la profundidad de la junta y las correctas proporciones del sellado. (Los fondos de junta y material de relleno deben ser compatibles y no adherirse al sellante).

## CAPITULO 4: PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE UNA LOSA DE ESTACIONAMIENTO

### 4.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES EN OBRA

Los materiales de construcción se emplean en grandes cantidades, por lo que deben provenir de materias primas abundantes y baratas. Por ello, la mayoría de los materiales de construcción se elaboran a partir de materiales de gran disponibilidad como arena, arcilla o piedra.

Además, es conveniente que los procesos de manufactura requeridos consuman poca energía y no sean excesivamente elaborados. Esta es la razón por la que el vidrio es considerablemente más caro que el ladrillo, proviniendo ambos de materias primas tan comunes como la arena y la arcilla, respectivamente.

Los materiales de construcción tienen como característica común el ser duraderos. Dependiendo de su uso, además deberán satisfacer otros requisitos tales como la dureza, la resistencia mecánica, la resistencia al fuego, o la facilidad de limpieza.

Por norma general, ningún material de construcción cumple simultáneamente todas las necesidades requeridas: la disciplina de la construcción es la encargada de combinar los materiales para satisfacer adecuadamente dichas necesidades.

Para la construcción de una losa, se necesita una variedad de materiales el cual se detalla en los siguientes párrafos:

#### **AGREGADOS**

Así como para el diseño de un pavimento para carreteras, los agregados deben cumplir con requisitos de granulometría y especificaciones técnicas, que garanticen un buen comportamiento durante su periodo de vida.

En este capítulo se cubrirá el tema de la granulometría y calidad de agregados que conformarán las capas de subrasante, sub base y base.

## Especificaciones Granulométricas

Los materiales granulares que conformarán las capas de subrasante, sub base y base, deben cumplir con rangos granulométricos especificados por el MTC.

La gradación es una de las más importantes propiedades de los agregados. Este afecta casi todas las propiedades importantes de una mezcla de concreto, incluyendo dureza, estabilidad, durabilidad, permeabilidad, trabajabilidad, resistencia a la fatiga, resistencia al rozamiento, y resistencia a la humedad. De esta manera, la gradación es la primera consideración en un diseño de mezclas de concreto.

El material para sub-base se compondrá de fragmentos de roca, gravas, arenas, limos o tosca. En cada caso, sean suelos naturales o mezclados, debe obtenerse una capa uniforme, compacta, libre de terrones de arcilla, materia orgánica, basuras, escombros, u otros elementos objetables a juicio del supervisor.

La gradación propuesta de los materiales de sub-base, estará dentro de los límites especificados.

Los materiales se extraerán de canteras o depósitos estudiados y aceptados por la Inspección, con estudio y control de calidad realizados y confirmados por escrito por *firmas* de reconocida competencia y seriedad.

Si el Contratista desea utilizar fuentes de materiales diferentes a las acordadas inicialmente, pedirá autorización por escrito, presentando los estudios de laboratorio que demuestren el cumplimiento de las especificaciones y los costos derivados correrán por su cuenta y riesgo y certificará que dichas fuentes cuentan con el material suficiente para garantizar el avance satisfactorio de los trabajos.

La aprobación de las fuentes de materiales por parte de la Supervisión no exonera al Contratista de su responsabilidad con respecto a la calidad de la obra a entregar.

Las especificaciones granulométricas vigentes en el Perú son las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG-2000, del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, Oficina de Control de Calidad. En la tabla 4.1 se listan los rangos máximos y mínimos para materiales de afirmado. En la figura 4.1 se grafican los rangos especificados.

Tabla 4.1: Huso Granulométrico para Afirmado

Muestra		Afirmado (% que pasa)	
Tamiz	Abertura (mm)	A-1	A-2
2"	50,000	100	--
1 ½"	37,500	100	--
1"	25,000	90-100	100,0
¾"	19,000	65-100	80-100
3/8"	9,500	45-80	65-100
Nº4	4,750	30-65	50-85
Nº10	2,000	22-52	33-67
Nº40	0,425	15-35	20-45
Nº200	0,075	5-20	5-20

Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG-2000, Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, Oficina de Control de Calidad

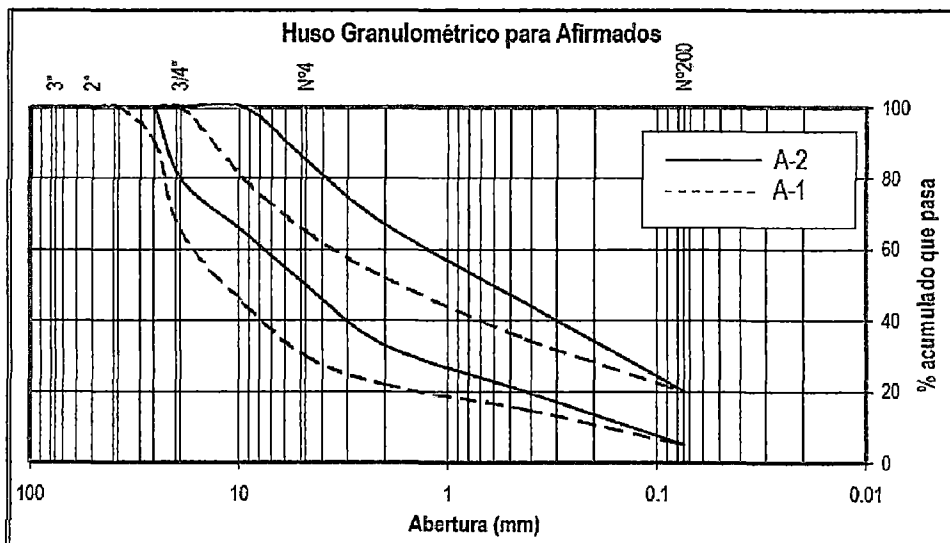


Figura 4.1: Rangos Granulométricos para Materiales de Afirmado, Sub-base y Base Granulares (MTC)

Las especificaciones técnicas para rangos granulométricos de materiales de sub base y base, son los mismos. Las normas ASTM D 1241 las especifican bajo el título Especificación Estándar para Materiales para la subbase del suelo-agregado, de base y de rodadura, ésta norma fue revisada por última vez en 1994. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones la hizo suya y las consideró dentro de las especificaciones emitidas en el año 2000. La tabla 4.2 muestra las especificaciones granulométricas para materiales de sub base y base granular. En la figura 4.2 se muestran las especificaciones gráficamente.

Tabla 4.2 Especificaciones Granulométricas

Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa en peso			
		Gradación A <sup>(1)</sup>	Gradación B	Gradación C	Gradación D
2"	50,000	100	100	-.-	-.-
1"	25,000	-.-	75-95	100	100
3/8"	9,500	30-65	40-75	50-85	60-100
Nº4	4,750	25-55	30-60	35-65	50-85
Nº10	2,000	15-40	20-45	25-50	40-70
Nº40	0,425	8-20	15-30	15-30	25-45
Nº200	0,075	2-8	5-15	5-15	8-15

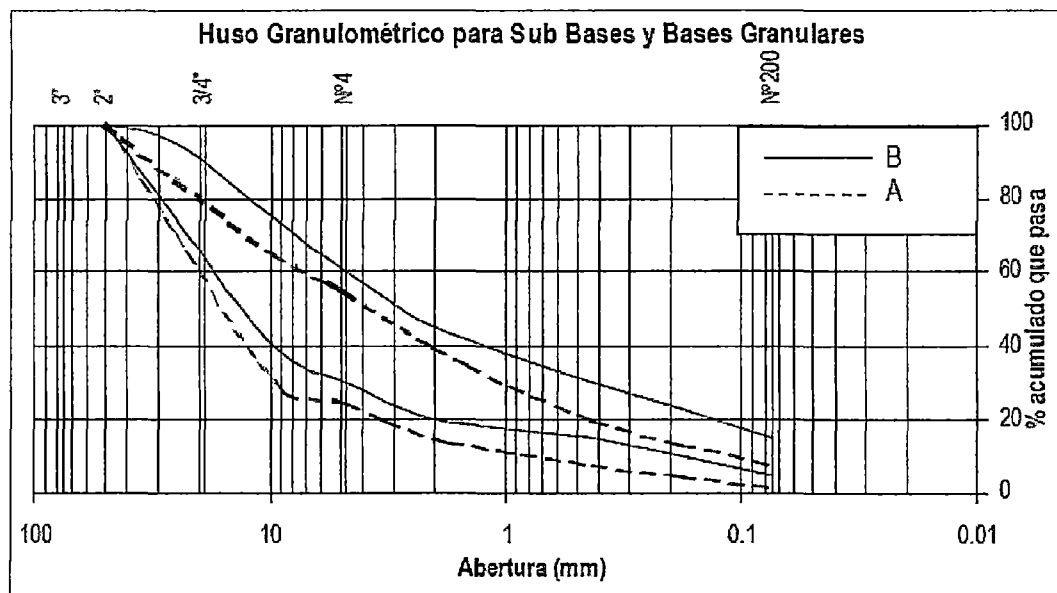
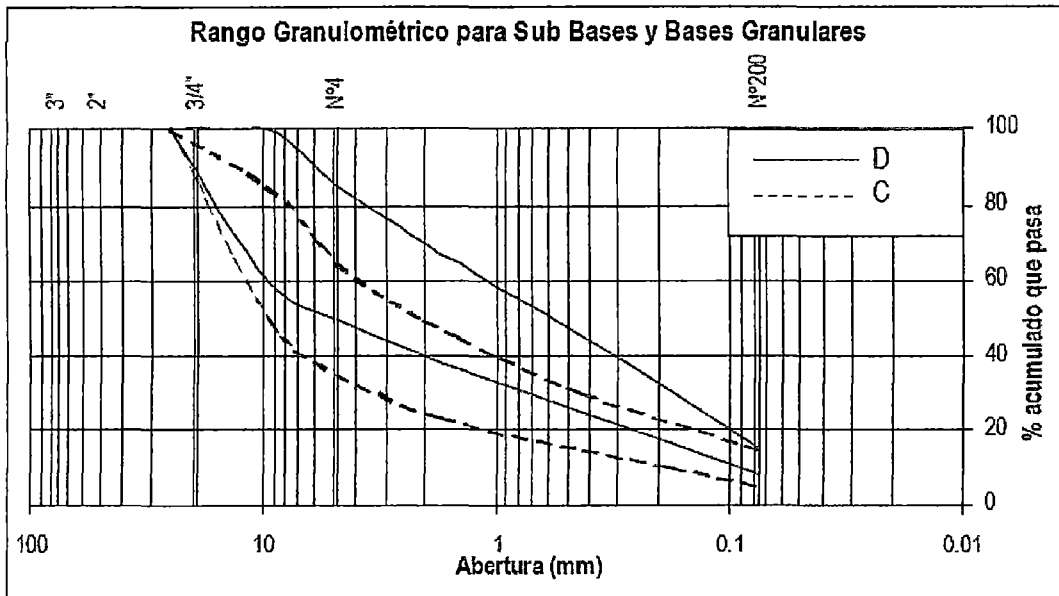


Figura 4.2: Rangos granulométricos para materiales de sub base y base granulares (MTC)



En la tabla 4.3 se muestra en resumen, los ensayos a los que están sometidas las muestras que conformarán las capas de afirmado, sub base, base o carpeta de rodadura.

Tabla 4.3 Ensayos de Calidad de agregados

ENSAYOS	Sub base	Base Granular	Afirmado	Asfalto	
				Piedra	Arena
Análisis Granulométrico por Tamizado	✓	✓	✓	✓	✓
Límites de Consistencia	✓	✓	✓		
Equivalente de Arena	✓	✓	✓		✓
Peso específico y Absorción				✓	✓
Peso unitario suelto				✓	✓
Peso unitario varillado				✓	✓
Abrasión	✓	✓	✓	✓	
Proctor Modificado	✓	✓	✓		
CBR	✓	✓	✓		
Porcentaje de caras fracturadas	✓	✓		✓	
% de partículas chatas y alargadas	✓	✓		✓	
Contenido de impurezas orgánicas	✓	✓			✓
Contenido de sales solubles totales	✓	✓	✓	✓	✓
Adherencia (entre mallas N°3/8" y 1/4")				✓	
Riedel Weber (según norma a emplear)					✓
Durabilidad				✓	✓

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

### Funciones Principales

- Dar un relleno económico para el material cementante, los agregados son más baratos que el cemento.
- Proveer una masa de partículas aptas para resistir la acción de cargas aplicadas, la abrasión, el paso de humedad y la acción climática.
- Reducir los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado, de endurecimiento, de los cambios de humedad en la pasta de cemento.

En la tabla 4.4 se listan las especificaciones técnicas que deben cumplir los materiales que serán usados como afirmado, sub base y base.

**Tabla 4.4: Especificaciones Técnicas para Materiales empleados en Construcción de Carreteras**

Ensayo	Norma	Afirmado	Sub base granular		Base granular			
			<3000 msnm	≥3000 msnm	<3000 msnm		≥3000 msnm	
					Agregado grueso	Agregado fino	Agregado grueso	Agregado fino
Límite Líquido, %	ASTM D 4318 MTC E 110	35% máx	25% máx	25% máx				
Índice Plástico, %	ASTM D 4318 MTC E 111	4 a 9	6% máx	4% máx		4% máx		2% máx
Abrasión Los Angeles, %	ASTM C 131 MTC E 207	50% máx	50% máx	50% máx	40% máx		40% máx	
Equivalente de arena, %	ASTM D 2419 MTC E 114	20% mín	25% mín	35% mín		35% mín		45% mín
CBR al 100% de la M.D.S. y 0.1" de penetración	ASTM D 1883 MTC E 132	40% mín	40% mín	40% mín	Tráfico ligero a medio: 80% mín Tráfico pesado: 100% mín			
Pérdida con Sulfato de Sodio, %	ASTM C 88 MTC E 209				--		12% máx	
Pérdida con Sulfato de Magnesio, %	ASTM C 88 MTC E 209				--		18% máx	
Índice de Durabilidad	MTC E 214					35% mín		35% mín
Caras de fractura, % 1 cara fracturada 2 caras fracturadas	ASTM D 5821 MTC E 210				80% mín 40% mín		80% mín 50% mín	
Partículas chatas y alargadas, % Relación 1/3 (espesor/longitud)	ASTM D 4791 MTC E 211		20% máx	20% máx	15% máx		15% máx	
Sales Solubles Totales, %	ASTM D 1888 MTC E 219		1% máx	1% máx	0.5% máx	0.5% máx	0.5% máx	0.5% máx

Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG-2000, MTC, OCC

## CONCRETO

En lo que respecta al proceso propiamente dicho, lo que ocurre es que el cemento se hidrata en el momento en el que entra en contacto con el agua. Posteriormente comienzan a suscitarse complejas reacciones químicas, que van a terminar derivando en el fraguado y en el endurecimiento de la misma mezcla. Al final del proceso, se va a obtener un material cuya consistencia es pétreo por



excelencia. Los aditivos del concreto, por otra parte, son utilizados para la modificación de las características primigenias, por lo cual es posible acceder a una gran variedad de componentes extras, como el caso de los colorantes, los aceleradores de fraguado y sus contrapartidas (los retardadores) e incluso los impermeabilizantes y los fluidificantes.

Dentro de las características principales del concreto, podemos mencionar su resistencia a la compresión, que va de los 150 a los 500kg/cm<sup>2</sup>. Su densidad, por otra parte, se encuentra en torno a unos 2300 kg/m<sup>3</sup> aproximadamente. Otra resistencia con la que cuenta el concreto es la resistencia a la tracción, en especial a la despreciable, cuyo orden es de un décimo de la resistencia que posee a la compresión. En lo que respecta a los tiempos, hay dos: el de fraguado y el de endurecimiento. En el primer caso, se tarda un promedio de dos horas en efectuarse. En el segundo caso, este se sucede de forma progresiva y en función de muchos parámetros extras.

Además, en un período de 24 o 48 horas la mitad se produce la resistencia a largo plazo, y en una semana  $\frac{3}{4}$  partes, por lo que en cuatro semanas es más que factible que se realice la resistencia en su totalidad. Hay que señalar también que el concreto puede dilatarse y contraerse a la misma velocidad con la que se dilata y se contrae el acero, razón por la cual el uso de ambos en la construcción es muy frecuente, siempre y cuando se produzca de manera simultánea.

Bueno, en estos tiempos con las grandes construcciones que hay en nuestro país nos vemos en la necesidad de la adquisición de concreto premezclado en grandes volúmenes; el concreto premezclado es más que un producto; es un paquete completo de servicios y proporciona un conjunto importante de beneficios al usuario, sea contratista o propietario de la obra. Como son tantas las variables involucradas en el producto concreto, hay muchas condicionantes para producir un concreto de calidad, por lo que debe considerarse a la producción de concreto premezclado como un servicio complejo y de carácter dinámico que tiene que ser realizado por especialistas. El concreto premezclado es un material a entregarse en un sitio determinado que debe llegar con la frecuencia estipulada a su destino y con la calidad adecuada, que es producto del resultado de la logística propia del proveedor.

El asentamiento del concreto, como medida de su consistencia, debe ser el indicado. Una mezcla más seca tendrá un valor de asentamiento bajo. El rango de asentamiento típico para la mayoría de las aplicaciones es de 3 a 5 pulgadas (75 a 100 mm).

Para la construcción con moldes deslizantes se requiere un asentamiento máximo de 2 pulgadas (50 mm), mientras que para muros de sótanos es típico un asentamiento más alto, hasta un máximo de 7 pulgadas (175 mm). La tolerancia de entrega del asentamiento del concreto es de  $\pm 1$  a 1 ½ pulgadas (25 a 38 mm). Se permite la adición de agua en el sitio de la obra para incrementar el asentamiento, siempre que se asegure que no sea demasiado excesiva para causar segregación y reducir la resistencia y la durabilidad.

Existen responsabilidades por las diferentes partes involucradas en el proceso de construcción que deben ser establecidas en un estudio previo, especialmente en trabajos de gran escala. Estas responsabilidades deben ser documentadas y distribuidas a todos los interesados durante la construcción. Algunos aspectos referidos al concreto se señalan a continuación:

- El productor de concreto es responsable del asentamiento de la mezcla tal como está especificada, dentro de un período de 30 minutos después del tiempo solicitado o desde el momento en que el camión arribe al lugar de vaciado, el que ocurra mas tarde.
- El productor de concreto tiene que entregarlo con el asentamiento requerido y con el contenido de aire indicado, dentro de las tolerancias aceptadas indicadas anteriormente al ser medidas en el lugar de descarga del camión mezclador.
- Cuando los procedimientos de la colocación puedan alterar potencialmente las características del concreto fresco, es responsabilidad del comprador informarle al productor de los cambios que se han hecho a los requerimientos de la mezcla para acomodar estos efectos. Un ejemplo de estos cambios es el bombeo del concreto en la obra.
- Cuando un trabajo en específico utilice más de un tipo de mezcla de concreto, es responsabilidad del comprador verificar la mezcla entregada y dirigirla al lugar correcto de vaciado.

- El comprador deberá verificar y firmar el vale o recibo de entrega y documentar cualquier ocurrencia especial en dicho vale.
- El productor de concreto no puede ser responsable de la calidad del concreto, cuando se le hace cualquier modificación o adición a la mezcla en la obra. Esto incluye la adición de agua en exceso, aditivos, fibras o productos especiales, o si el camión tiene que esperar durante un extenso período de tiempo antes de descargar el concreto.
- Cuando los ensayos de resistencia son utilizados para la aceptación del concreto, las muestras deberán ser obtenidas en el punto de descarga del camión mezclador. El comprador o su representante deberá asegurar que existan los medios adecuados para el curado de los cilindros o probetas de ensayo en el lugar de trabajo y que se sigan las prácticas normalizadas para el curado y los ensayos subsecuentes. Los ensayos deben ser conducidos por personal certificado. Los reportes de ensayos deben ser enviados al productor a tiempo para asegurar que las deficiencias sean aclaradas.

## **REFUERZO**

Bueno, según sea el diseño de la losa se tiene que seguir de acuerdo a las especificaciones. El fierro corrugado, cumple la función de reforzar el concreto, y es utilizado para formar lo que denominamos “estructura” de la edificación, la cual debe soportar los diferentes tipos de fuerzas que actuarán sobre ella: peso propio, el peso de los ocupantes, fuerzas sísmicas, fuerzas de los vientos, etc.

La fabricación del fierro corrugado está normada por los reglamentos ASTM A 615 Grado 60 y la Norma Técnica Peruana NTP 341.031 2001. Estas normas establecen las diversas características del producto entre las que podemos citar como más importantes las siguientes:

- La composición química
- Las propiedades mecánicas del acero:
  - Limite de fluencia ( $f_y$ )
  - Resistencia a la tracción (R)
  - Relación R/ $f_y$  (ductilidad)
  - Alargamiento a la rotura
  - Doblado a 180°

- Las corrugaciones, su forma y geometría.
- El peso volumétrico y su variación permisible.

La malla electrosoldada deberá cumplir las siguientes normas:

-Norma ASTM A185/A 185M-05a "Especificaciones para la fabricación de mallas electrosoldadas lisas utilizado como refuerzo en el concreto"

-Norma ASTM A497/A 497M-05a "Especificaciones para la fabricación de mallas electrosoldadas corrugadas utilizado como refuerzo en el concreto".

La malla electrosoldada está conformada por varillas de acero estirados en frío formando ángulos rectos y unidos mediante soldadura eléctrica en sus puntos de contacto, en un proceso de producción en serie.

La resistencia mínima en Newton que deben cumplir las mallas con alambres lisos es de  $241 \times A$ , y para mallas con alambres corrugados  $138 \times A$ , donde A es el área nominal en mm<sup>2</sup> del alambre que se va a ensayar, siempre se realizará el ensayo sobre el alambre de mayor diámetro que conforma la malla electrosoldada.

"Para el caso de refuerzo también se utiliza fibras sintéticas que son agregadas a la mezcla de concreto en cantidades generales de menos del 0.2% por volumen de concreto. Estos son usados generalmente para losas y pisos en cantidades de 0.44 a 0.89 kg/m<sup>3</sup> por volumen de concreto. Son usadas en losas y pisos para minimizar la contracción del concreto.

Los refuerzos con fibras de acero son hechas de alambre, lamina con hendiduras, retazos de acero y extracto fundido, normalmente son deformados en forma de ganchos y se encuentran disponibles en el mercado.

Se agregan fibras de acero a la mezcla de concreto en cantidades que van desde 0.0625% hasta 1% por volumen de concreto (20 a 40 kg/m<sup>3</sup>). Estas fibras de acero, mejoran la matriz de concreto endurecida, son usados en losas y pisos para minimizar las fisuras visibles, incrementando el refuerzo, la resistencia a la fatiga por flexión y la resistencia al impacto, incrementando de esta manera la durabilidad". (1)

## CURADO DE CONCRETO

El curado es el mantenimiento de un adecuado contenido de humedad y temperatura en el concreto a edades tempranas, de manera que este pueda

---

(1) Sinchi Rosillo, Fredy; "PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO Y CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO"; TESIS UNI-FIC, Cap. 4. Pág. 65

desarrollar las propiedades para las cuales fue diseñada la mezcla.

El curado comienza inmediatamente después del vaciado y el acabado, de manera que el concreto pueda desarrollar la resistencia y la durabilidad deseada.

La temperatura es un factor importante en un curado apropiado, basándose en la velocidad de hidratación y por lo tanto, el desarrollo de resistencias es mayor a más altas temperaturas.

El concreto se cura por las siguientes razones:

a) Una ganancia de resistencia predecible.- Los ensayos de laboratorio muestran que el concreto en un ambiente seco puede perder tanto como un 50 por ciento de su resistencia potencial, comparado con un concreto similar que es curado en condiciones húmedas. El concreto vaciado bajo condiciones de alta temperatura ganara una resistencia temprana rápidamente, pero después las resistencias pueden ser reducidas. El concreto vaciado en clima frio tomara más tiempo para ganar resistencia, demorara la remoción del encofrado y la construcción subsecuente.

b) Durabilidad mejorada.- El concreto bien curado tiene mejor dureza superficial y resistirá mejor el desgaste superficial y la abrasión. El curado también hace al concreto menos permeable al agua, lo que evita que la humedad y las sustancias químicas disueltas en agua entren dentro del concreto, en consecuencia incrementa la durabilidad y la vida en servicio.

c) Mejores condiciones de servicio y apariencia.- Una losa de concreto a la que se le ha permitido que se seque demasiado temprano, tendrá una superficie frágil con pobre resistencia al desgaste y la abrasión. El curado apropiado reduce el resquebrajamiento o cuarteo, la pulverización y el descascaramiento.

### **Sistemas para mantener húmedo el concreto**

a) Mantas o esteras de algodón o yute humedecidas con una manguera o un aspersor. Debe tenerse cuidado de no dejar que se queden secas y que le absorban agua al concreto. Los bordes de las mantas deben solaparse o superponerse y con contrapesos para que sean levantadas por el viento.

b) Paja que sea rociada con agua regularmente. La paja puede ser fácilmente levantada por el viento, y si está seca se puede incendiar. Las capas de paja deben ser de 6 pulgadas de espesor (15.2cm) y deberán estar cubiertas con una lona.

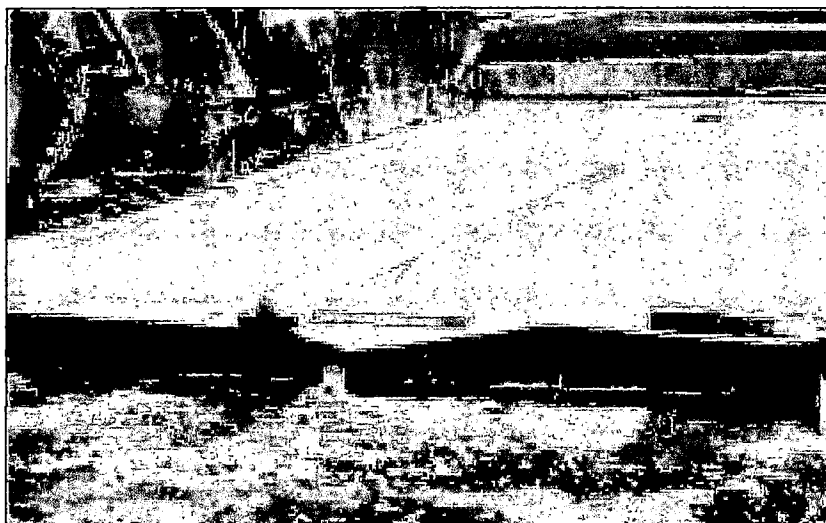
c) La tierra, la arena o el aserrín húmedos se pueden utilizar para curar elementos horizontales (especialmente pisos). En los materiales utilizados no deberán haber contaminantes orgánicos o con residuos de hierro.

d) La aspersion con agua de forma continua es adecuada si la temperatura del aire está bien por encima de la congelación. No se debe permitir que el concreto se seque entre humedecimientos, pues ciclos alternativos de humedecimiento y secado no son una práctica aceptable de curado.

e) Crear un estanque de agua sobre una losa es un excelente método de curado. El agua no debe estar 20° F (11°C) más fría que el concreto y el murete de contención alrededor del estanque debe ser asegurado contra escapes o fugas de agua.



**Figura 4.3 Aplicación de un compuesto formador de membrana (curador) con aspersor manual.**



**Figura 4.4 Losa cubierta con láminas plásticas (Lonas) impermeables para curado**

## 4.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR

Entre los equipos usados para la construcción de una losa para estacionamiento ya sea losa sobre terreno o suspendidas necesitamos algunos equipos que se nombrará y detallare en los siguientes párrafos:

### Equipos usados para la conformación de base y Subbase

#### Mini cargador

Unas de las maquinas utilizadas en las losas de estacionamientos que se ubican en los sótanos y nos ayudan en gran parte al traslado de material, eliminación del material excedente y también para otros servicios que se puede utilizar. Existen diferentes marcas de estos equipos entre las mas conocidas tenemos el Bob Cat y el Case.

#### Pisones Vibratorios

Equipo de trabajo que se utiliza para la compactación de terrenos, a través de la energía suministrada por una carga explosiva o por aire comprimido. Se utiliza para espacios más reducidos en el cual se tiene que compactar.

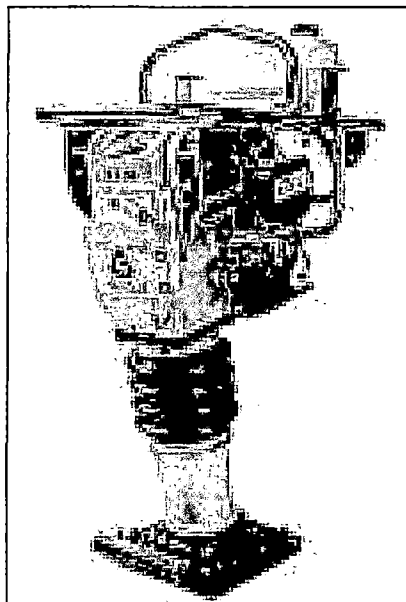


Figura 4.5 Pisón vibratorio

## Planchas Vibratorias

Equipo diseñado para compactación de materiales granulares y mixtos con agentes cohesivos y de asfalto caliente o frío en áreas confinadas tales como estacionamientos, construcción de carreteras y puentes, en áreas adjuntas a estructuras, bordes de calle y soportes. Rango de compactación: capas de hasta 30 cm. (según el tipo de suelo).

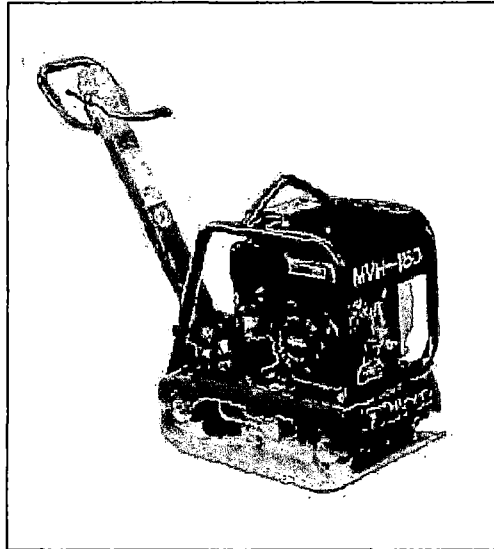


Figura 4.6 Plancha vibratoria

## Rodillos Vibratorios

Equipo de compactación estática o por presión. La compactación se logra utilizando una máquina pesada, cuyo peso comprime las partículas del suelo, sin necesidad de movimiento vibratorio.

Por ejemplo: Rodillo Estático o Rodillo Liso

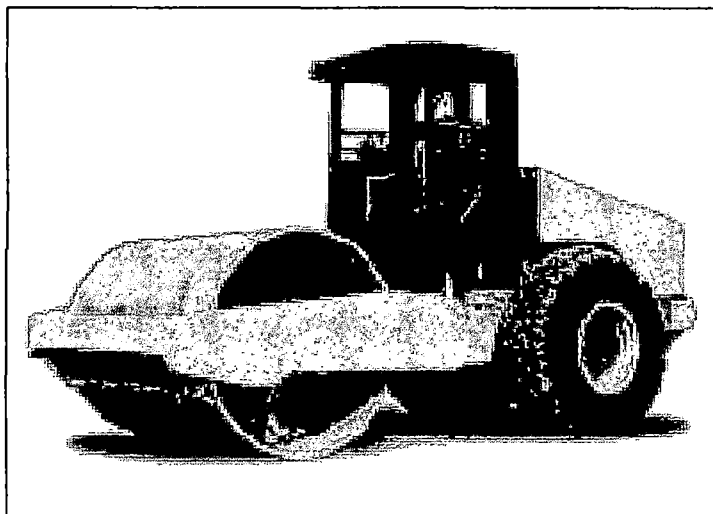


Figura 4.7 Rodillo liso ( Para suelo granulares)



### Equipos para ensayo de densidad de campo

En el ensayo se determina la Densidad Seca y la Humedad del suelo compactado en el campo y verifica el Grado de Compactación del suelo en el campo.

El ensayo proporciona un medio para comparar las densidades secas en obras en construcción, con las obtenidas en el laboratorio. Para ello se tiene que la densidad seca obtenida en el campo se fija con base en una prueba de laboratorio. Al comparar los valores de estas densidades, se obtiene un control de la compactación, conocido como Grado de Compactación, que se define como la relación en porcentaje, entre la densidad seca obtenida por el equipo en el campo y la densidad máxima correspondiente a la prueba de laboratorio. El más conocido para determinar la densidad en campo es el ensayo Método Cono de Arena (ASTM D 1556) y el Método nuclear.

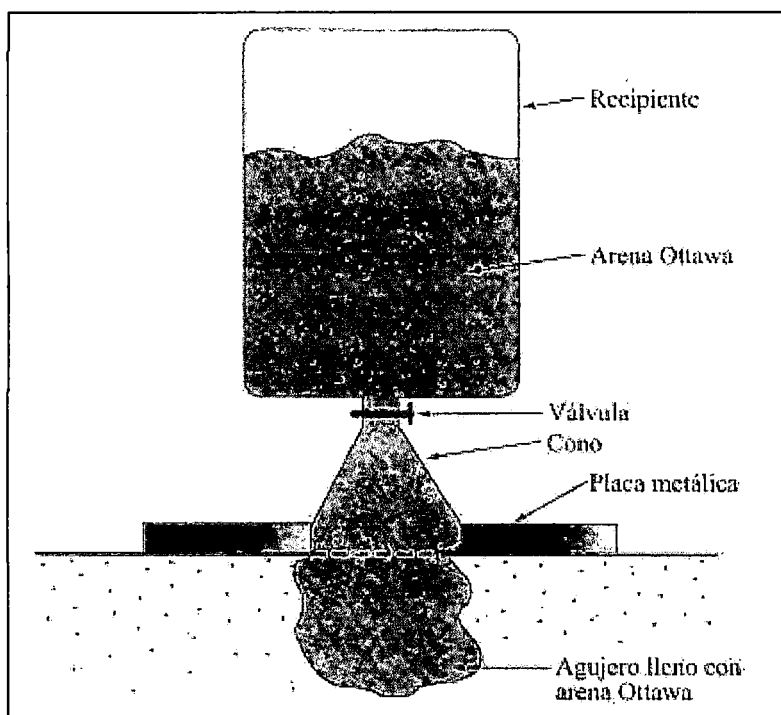


Figura 4.8 Diagrama del ensayo cono de arena

### Valores Típicos de densidad natural

Después de muchos ensayos realizados en suelos naturales se ha llegado a establecer unos rangos de valores característicos y se han agrupado como: arena y grava, arena, arcilla y suelos rojos tropicales.

<b>Valores Típicos de Densidad Natural</b>			
Material		Densidad Natural (k/m <sup>3</sup> )	
		Densidad Volum.	Densidad Seca
Arena y grava	Muy suelta	1700 – 1800	1300 – 1400
	Suelta	1800 – 1900	1400 – 1500
	Medio densa	1900 - 2100	1500 – 1800
	Densa	2000 – 2200	1700 – 2000
	Muy densa	2200 - 2300	2000 - 2200
Arena	Pobremente gradada	1700 - 1900	1300 – 1500
	Bien gradada	1800 - 2300	1400 – 2200
	Mezcla arena bien gradada + grava	1900 - 2300	1500 - 2200
Arcilla	Lodo no consolidado	1600 – 1700	900 – 1100
	Blanda, agrietada	1700 – 1900	1100 – 1400
	Típica, norm. Cons.	1800 – 2200	1300 – 1900
	Morrena (sobrecons)	2000 - 2400	1700 - 2200
Suelos Rojos Tropicales		1700 - 2100	1300 - 1800

Tabla 4.5 Valores típicos de densidad natural

Fuente : Laboratorio Geotécnico Cismid

### Método Nuclear (ASTM D 2922 y D 3017)

Los medidores nucleares de densidad son ahora usados con frecuencia para determinar el peso específico seco compactado de suelo. Los densímetros nucleares operan en huecos taladrados o desde la superficie del terreno.

El aparato mide el peso de suelo húmedo por volumen unitario y también el peso del agua presente en un volumen unitario de suelo. El peso específico seco de suelo compactado se determina restando el peso del agua del peso específico húmedo del suelo.

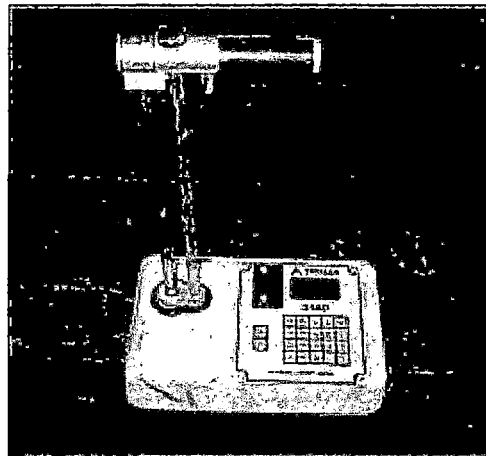


Figura 4.9 Densímetro Nuclear

## Herramientas y equipos usados para la colocación de concreto

Para distribuir el concreto se utilizan: palas que se recomiendan sean de forma cuadrada porque son mejores para mover el concreto, rastrillos para acomodar concretos muy rígidos y alisadoras o llanas. (Figura 4.10)

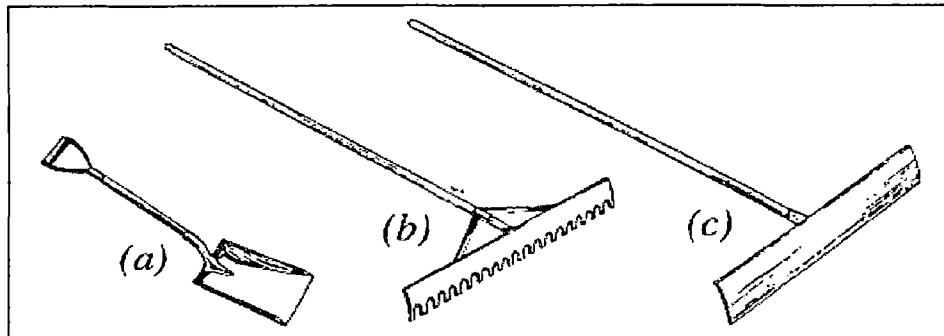


Figura 4.10 Equipos y herramientas para colocación del concreto

La figura 4.10 muestra: a) Palas de forma cuadrada, b) rastrillos y c) Alisadoras o llanas.

Para consolidar el concreto se utilizan vibradores que puedan ser de dos clases: internos o externos. Los externos son las denominadas reglas vibratorias que son operadas con motores eléctricos o de gasolina, que al mismo tiempo compactan el concreto y lo van dejando a nivel. (Fig. 4.11)



Figura 4.11 regla vibratoria

Los vibradores internos o de aguja, se insertan en el concreto fresco en forma vertical que es cuando alcanza su mayor efectividad.

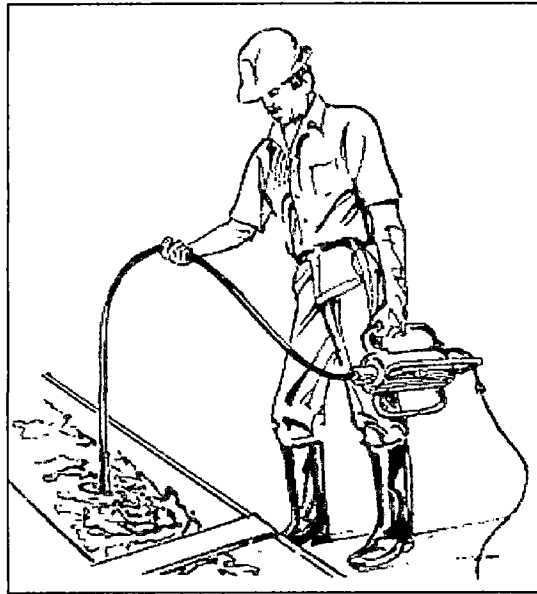


Figura 4.12 Vibrador eléctrico

No debe trabajar en posición horizontal porque no está diseñado para hacerlo de dicha manera. Debe permanecer dentro del concreto hasta que se note la superficie lisa y brillante y retirarlo lentamente.

Una regla que se puede seguir es dejar que el vibrador baje por si solo, manteniéndolo vertical, y luego retirarlo a la misma velocidad que entró. El operario puede ver el área de acción del vibrador, y para garantizar una eficiente consolidación estas áreas deben traslaparse. Cuando se utilizan vibradores internos debe cuidarse de no usarlos para mover el concreto o vibrarlo en exceso, ya que se produce segregación: los agregados se separan de la pasta de cemento.

### **Herramientas y equipos usados para el acabado de la losa de concreto**

Para los acabados se utilizaran los siguientes equipos:

**Alisadoras mecánicas:** El alisado mecánico se hace utilizando el helicóptero, el cual alisa y compacta el concreto con paletas metálicas que pueden tomar distintos grados de inclinación con respecto a la superficie del pavimento.



Figura 4.13 Alisadora mecánica

Las juntas de contracción en las losas sobre terreno se pueden hacer en fresco o por aserrado del material endurecido. Una junta en fresco se puede hacer con una llana (bruña) provista de una cuchilla perpendicular a su plano, con piezas insertadas como pueden ser tiras de polietileno, perfiles de plástico o bandas de madera colocadas como formaleta.

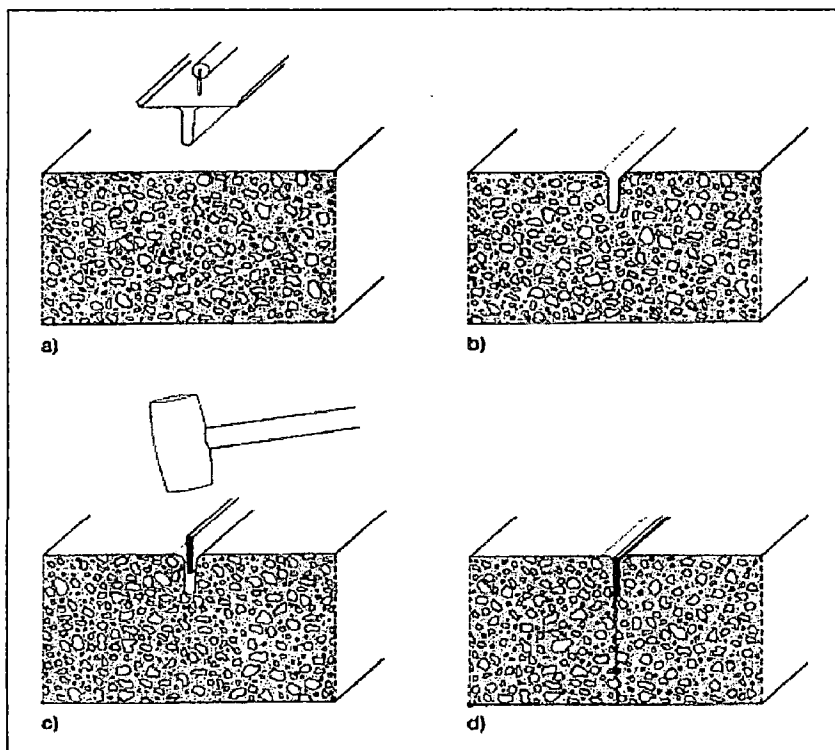


Figura 4.14 Proceso de formación de junta

Ejecución de una junta fresca: a) y b) formación de surco; c) mediante un elemento rígido plano (caso de la figura) o una lamina delgada de plástico; d) el concreto rompe por la sección debilitada, formando la junta.

El otro método consiste en aserrar la junta, que es más caro pero presenta las ventajas de juntas con mayor durabilidad, con bordes más duraderos y una buena regularidad. El corte con sierra debe realizarse tan pronto como sea posible, sin que se dañen los bordes del concreto.

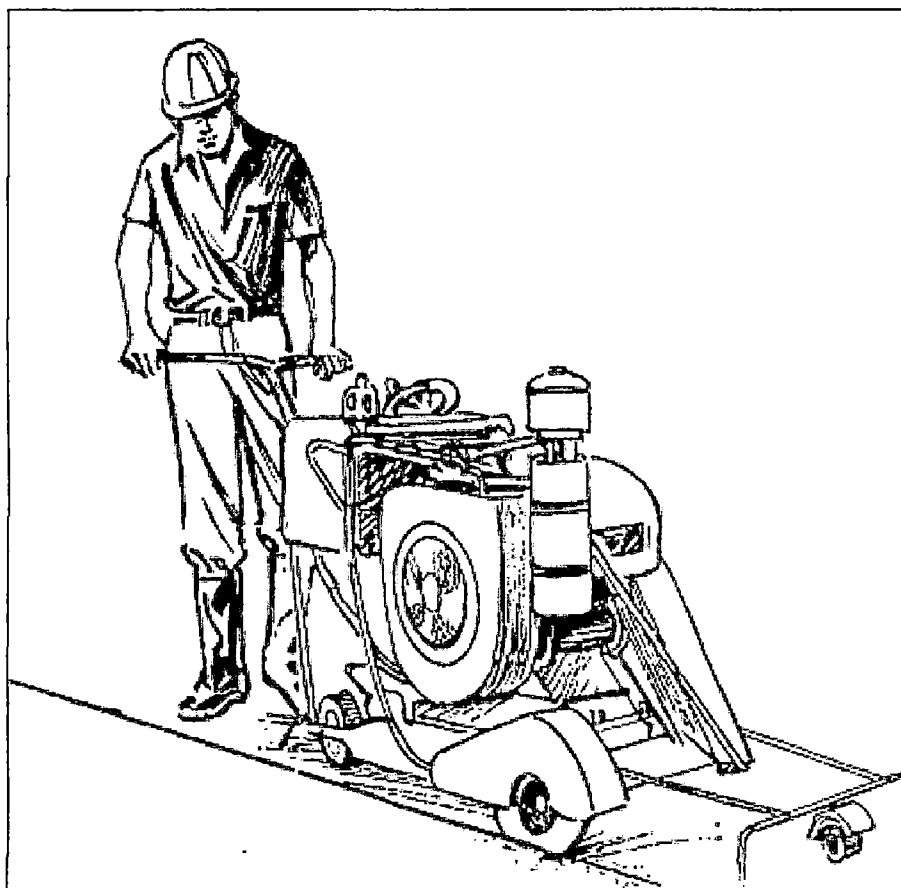


Figura 4.15 Cortadora mecánica

El aserrado de juntas debe realizarse tan pronto el concreto este duro. Generalmente la profundidad del corte debe ser entre  $1/3$  y  $1/4$  del espesor de la losa.

### 4.3 PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA LOSA DE ESTACIONAMIENTO ASENTADO EN EL TERRENO.

#### 4.3.1 Conformación de subrasante

Las subrasantes en sí son el terreno natural, que muchas veces se necesita limpiarlo y nivelarlo para que en ésta se pueda apoyar la base. Mayormente en varias zonas de Lima existe un buen material para conformar la subrasante, pero en otros casos hay suelos de muy poca resistencia, el cual se tiene que remover o mezclar con otro tipo de material para incrementar su resistencia.

La existencia de una falla en la subrasante sobre la que esté cimentada el pavimento llevará un deterioro rápido de la estructura del mismo.

Tradicionalmente, las subrasantes de poca resistencia han sido retiradas y reemplazadas por rellenos de sustitución o estabilizadas químicamente. En cada caso, sean suelos naturales o mezclados, debe obtenerse una capa uniforme, compacta, libre de terrones de arcilla, materia orgánica, basuras, escombros, u otros elementos objetables a juicio del supervisor.

El Contratista no podrá dar comienzo a los trabajos sin la aprobación del supervisor, de las fuentes de suministro de los materiales propuestos y el acabado aprobado de la subrasante. La subrasante se colocará en capas, medido antes de la compactación, y mantendrá un contenido de humedad cercano al óptimo para compactarse a un mínimo del 95% de la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado.

En ningún caso se permitirá colocar la capa superior de base sin que la capa inferior (subrasante) cumpla las condiciones de nivelación, espesor y densidad exigidas.

Las ruedas de los vehículos y maquinarias se mantendrán limpias, para evitar la contaminación de la superficie de subrasante terminada, cualquier contaminación de una capa debe corregirse, antes de proseguir el trabajo.

El Contratista está obligado a conservar y restaurar todo camino utilizado para acarreo de los materiales, dejándolo en condiciones similares a como las que presentaba antes de iniciar los transportes.

Los equipos para la ejecución de los trabajos especificados comprenden:

- Zonas de grandes áreas: Motoniveladora debidamente equipada con cuchilla y escarificadores en buenas condiciones, camión con tanque de agua que permita un riego uniforme sobre la superficie.

- Zonas de áreas pequeñas o en sótanos: Mini cargador frontal debidamente equipado, tiene que estar en buenas condiciones y una manguera para el riego de la superficie.

En ambos casos se necesitará para la compactación equipos como son: Rodillo vibratorio, pisonos, planchas vibratorias, rastrillos, palas, carretillas, y otros más. El espesor de cada capa y el número de pasadas del equipo de compactación estarán determinados por la capacidad del equipo que disponga el Contratista y el material a compactar. La supervisión exigirá que el equipo cumpla unas especificaciones determinadas acordes con las características de la obra, plazo y programa de trabajo.

A continuación se describe brevemente el proceso constructivo para la conformación de la subrasante:

- Una vez visto el terreno en qué condiciones está, se verá la eliminación de desmonte, o traslado de material nuevo para poder llegar al nivel de la subrasante.
- Se toman puntos de nivel por medio del nivel topográfico y con la ayuda del minicargador o motoniveladora se trata de expandir todo el material para poder llegar a un nivel de 10 cm más arriba del nivel requerido.
- Una vez terminado con el nivelado por medio de los equipos, se tendrá que hacer un regado de toda el área, para que el terreno se compacte en forma natural.
- Como se vio, si el suelo no es apto para la compactación se procederá a cambiarlo o a mezclarlo con afirmado para mejorar la resistencia, todo este proceso se tiene que conversar con el supervisor.
- Una vez consultado con el supervisor de la composición del terreno si es de buena calidad, se procede a la compactación por medio de equipos como: rodillo liso, planchas vibratorias y pisonos (estos equipos se pueden cambiar según el tipo de suelo que se va a compactar).
- Esta compactación se puede dar en capas no mayores de 15cm, una vez compactado y nivelado la subrasante el supervisor procederá a señalar puntos en el terreno para poder sacar muestras y hacer los respectivos ensayos de la compactación.
- Estos puntos señalados por el supervisor es a su criterio y por la Norma Técnica de Edificación E.050, se saca una muestra por cada 250 m<sup>2</sup>.



- El grado de compactación requerido será el 95% de su máxima densidad seca teórica proctor modificado (NTP 339.141) en suelos granulares y del 95% de su máxima densidad seca proctor estándar (NTP 339.142).
- Una vez que el supervisor da el visto bueno a estas pruebas se procede con la conformación de base.

#### 4.3.2 Conformación de Base

Antes de proceder con la conformación de la base, se tiene que explicar porque no se hace referencia de la sub-base; en realidad cuando el suelo es poco resistente recién se hablará de la sub-base como una capa adicional que ayude a recibir las cargas, el procedimiento constructivo de la sub-base y de la base son similares.

Es una capa de material pétreo seleccionado que se construye generalmente sobre la sub-base, cuyas funciones principales son proporcionar un apoyo uniforme a la carpeta de concreto, soportar las cargas que esta transmite aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior, proporcionar a la estructura de pavimento la rigidez necesaria para evitar deformaciones excesivas, drenar agua que se pueda filtrar e impedir el ascenso capilar del agua.

A continuación se describe brevemente el proceso constructivo para la conformación de la base:

- Una vez conformado la capa inferior, se procede de igual manera a conformar la base, para lo cual se necesita el traslado de un material pétreo, este material se detalla en las especificaciones técnicas de la obra.
- El supervisor tiene que constatar la procedencia del material (cantera) y verificar por medio de información técnica si es el adecuado para poder conformar la base.
- De igual manera como en la conformación de la subrasante se procede a expandir el material uniformemente por medio de una motoniveladora o por un minicargador, después de esto se procede a dar un riego con agua para que este se pueda compactar naturalmente.
- Se procederá a compactar con el rodillo liso para áreas mayores y con planchas vibratorias y pisones en áreas reducidas.

- Una vez terminado con la compactación, el supervisor dará su conformidad para seguir con el siguiente paso verificando los ensayos de compactación que se harán con las muestras sacadas en los puntos marcados por él mismo.

### 4.3.3 Ductos de monóxido de carbono

Siguiendo los procesos se tiene que considerar un sistema de extracción de monóxido de carbono, que siempre tiene que haber en un estacionamiento que esté en lugares cerrados o en sótanos.

El sistema de ventilación de un estacionamiento tiene como objetivo, en primer lugar, garantizar que no se acumule monóxido de carbono en concentraciones peligrosas en ningún punto del estacionamiento. Además, con la ventilación se mantendrá el resto de contaminantes emitidos por los automóviles en unos niveles mínimos.

En segundo lugar y en cumplimiento de normas contra incendio, garantizar la evacuación de humos que puedan generarse en caso de suceder el evento. La extracción de humo en caso de incendio de alguno de los vehículos automóviles en el interior de un estacionamiento, pretende evitar que los usuarios que se encuentren en el interior de dicho estacionamiento respiren los humos tóxicos generados y pierdan la visibilidad necesaria para alcanzar las vías de escape. La extracción se realiza mediante ductos metálicos o de concreto armado y rejillas de extracción, la descarga se realiza por un tragaluz, con ductos verticales hasta la azotea de la edificación.

A continuación se describe brevemente el proceso constructivo para la construcción de los ductos de monóxido de carbono:

- Una vez conformado la base se procede a hacer el trazado de la ubicación de los ductos de extracción de monóxido de carbono, el cual puede estar hecho de metal o concreto armado. Para esto necesitamos los planos y el yeso para poder marcar en el terreno, todo tiene que estar a medida de acuerdo a los planos.
- Después del trazo viene la excavación y el perfilado, hay que tener en cuenta que si se trabaja con ductos de concreto armado, la abertura que nos indica el plano solo se refiere al ancho del ducto interno y a su profundidad, por eso es necesario abrir y excavar un poco más para que pueda ir el encofrado de las paredes y base del ducto.

- Cuando se trabaje con ductos metálicos, después de la excavación el piso donde se asentará el ducto debe estar compactado y nivelado, se puede hacer un solado para que esté bien nivelado.
- Una vez puesto se procede a rellenar los costados y a compactarlos por medio de los pisones. Hecho esto se procederá al encofrado de los paños de la losa a vaciar.
- El proceso anterior es para los ductos prefabricados, cuando se habla de ductos de concreto armado es más complicado su proceso, por los distintos acabados que se tiene interiormente.
- En los ductos de concreto armado, una vez terminado la excavación y el perfilado se procede a hacer un solado, para que nuestro piso del ducto este bien nivelado, el acero de la base y paredes de los ductos ya se habrá cortado de acuerdo a las medidas especificadas en los planos por un operario, la forma que toma el ducto antes de colocar la tapa es en forma de "U".
- Después se procede a encofrar la base del ducto y se coloca el concreto, terminado esta parte y se hace lo mismo para las paredes y techos de los ductos.
- Una vez terminado el cajón del ducto, se procede a su respectivo acabado interior, hay que tener en cuenta que se tiene que dejar tapas del ducto abiertas cada 8 metros aproximadamente para que un personal pueda entrar a hacer el acabado, este trabajo se tiene que realizar con sus respectivas medidas de seguridad.
- Terminado el proceso anterior se tendrá que proceder al encofrado y puesta del refuerzo de la losa.

#### 4.3.4 Encofrado de Losa

Este proceso es importante ya que separa las zonas de vaciado que se hará en obra y también se hará el aislamiento de las columnas y muros como se ve en la figura 4.16. En esta parte es importante la funcionalidad que cumple la madera como encofrado. Las especies de madera tornillo y mohena poseen resistencias que las hacen aptas para su uso en estructuras de madera y, desde luego, en encofrados; no obstante, es exigible que la madera no presente notorios defectos que puedan afectar su resistencia y el acabado de las superficies de

concreto, tales como: alabeos, arqueaduras, grietas, rajaduras, exceso de nudos o huecos.

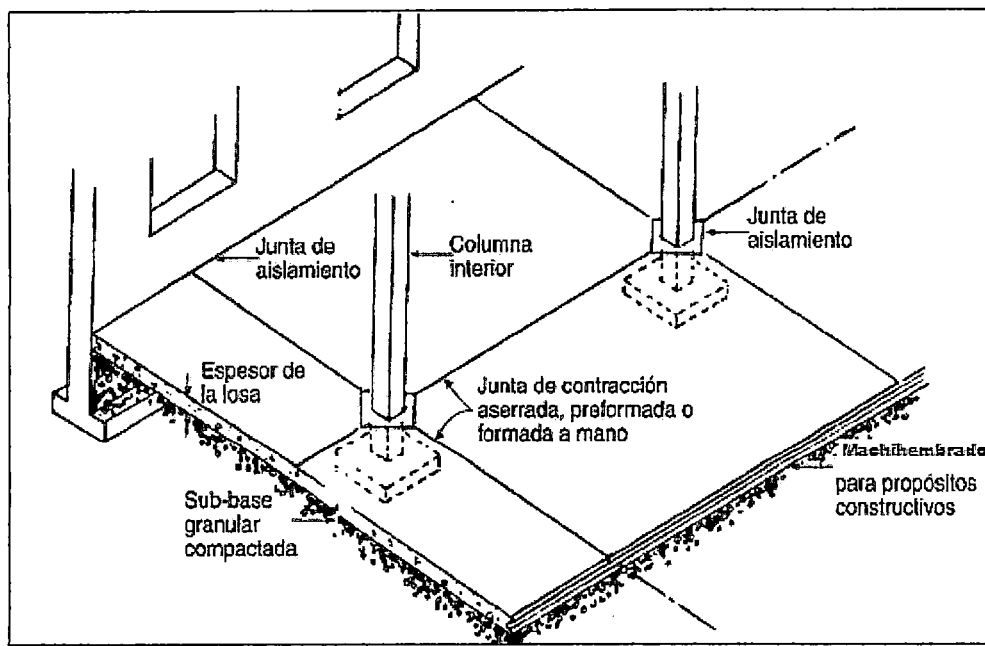


Figura 4.16 Separación de las áreas de vaciado por medio del encofrado

En esta etapa del proceso se tendrá que colocar los refuerzos en los paños de vaciado de las losas, ya sea como esté diseñado la losa, porque existe refuerzos para losas postensadas o usando dowells, mallas electrosoldadas para una losa maciza.

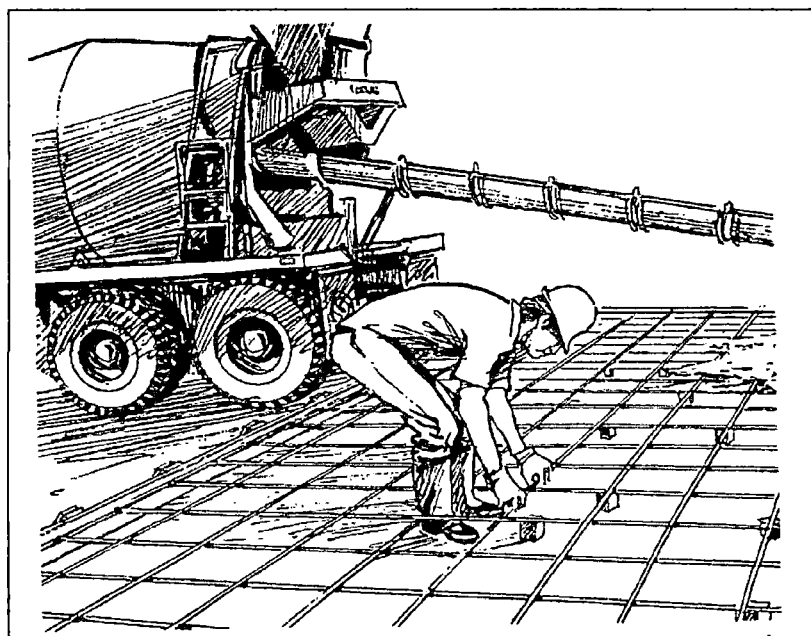


Figura 4.17 Colocación del refuerzo

- Se tiene que tener en cuenta que los encofrados tienen que estar bien nivelados, los frisos nos ayudarán a tener un nivel para el acabado del concreto.

#### 4.3.5 Concreto de Losa

La regla más importante al colocar el concreto es evitar la segregación, es decir, evitar que los agregados gruesos se separen del mortero, compuesto de cemento y arena. Si la piedra, la arena, el cemento y el agua no se encuentran bien mezclados en el concreto, la parte que tenga más agua y arena será la más débil y la que se fisurará más. Desafortunadamente hay una tendencia natural de que la piedra se vaya al fondo de la mezcla y el operario debe cuidarse de evitarlo.

Las mezclas de concreto son proporcionadas para obtener las propiedades requeridas para determinada aplicación. Deben tener la consistencia o el asentamiento correcto para facilitar la manejabilidad y la colocación, así como una adecuada resistencia y durabilidad para soportar cargas, las condiciones ambientales que se anticipan y las condiciones de servicio. Las cantidades de diseño de los insumos del concreto son pesadas con precisión y mezcladas, ya sea en una unidad mezcladora en planta o en un camión mezclador.

El concreto se entrega en un camión mezclador o una unidad agitadora, lo cual mantiene al concreto de forma homogénea hasta que es descargado en lugar de la colocación (vaciado). El concreto permanece en estado plástico por varias horas según el tipo de mezcla y las condiciones durante la colocación de manera que haya suficiente para ser vaciado y para darle acabado. El concreto normalmente fragua o endurece entre dos y doce horas después del mezclado y continúa incrementando su resistencia durante meses o aun años si es adecuadamente curado durante los primeros días.

A continuación se describe brevemente el proceso constructivo la colocación de concreto y acabado de losa:

- Una vez especificado los paños del vaciado y ya colocado los refuerzos (postensado, mallas electrosoldadas, dowells) se procederá al vaciado del concreto, se tiene que tener en cuenta las distribuciones de las juntas de construcción.
- Tener en cuenta que el concreto tiene que estar bien vibrado y reglado, una vez terminado de vaciar el concreto y reglar la mezcla, se deja

- fragar por un tiempo para poder hacer su respectivo acabado (frotachado semipulido, pulido o peinado).
- Una vez terminado de colocar el concreto con el acabado requerido, inmediatamente se deja fraguar para proceder al curado constante vía humedad y con yute para evitar la evaporación del agua, conservando así la humedad en la losa.
  - Se procede el curado mediante la mochila aspersora o manguera, luego de curar la superficie de losa, se cubre con yute húmedo. Dejar curar con agua constantemente, después de 12 horas del vaciado de losa, se procede a retirar el yute húmedo, para proceder al corte de las juntas de construcción y contracción.
  - Para las juntas de contracción, la ranura de la junta debe tener una profundidad mínima de  $\frac{1}{4}$  el espesor de la losa, pero nunca menos de 1 pulgada (25 mm). El tiempo de construcción de las juntas depende del método utilizado.
  - Se pueden insertar tiras de juntas preformadas plásticas o tableros duros dentro de la superficie del concreto a la profundidad requerida antes de darle el acabado.
  - Las juntas elaboradas con herramientas se hacen tempranamente en el proceso de acabado y se vuelven a repasar más tarde para asegurar que no ocurra adherencia en la ranura.
  - El corte de las juntas en fresco se ejecuta generalmente de 1 a 4 horas después de completarse el allanado, dependiendo de las características de fraguado del concreto. Estas juntas son típicamente no tan profundas como las obtenidas mediante el proceso de aserrado convencional, pero deben ser como mínimo de 1 pulgada (25 mm) de profundidad.
  - El aserrado convencional de las juntas se hace entre las 4 y las 12 horas después de que el concreto ha sido acabado.
  - Después del corte de losa, se procede a limpiar la superficie de la losa, para no impregnar en la superficie el material producto del corte del concreto, después se cubre nuevamente con yute húmedo toda la superficie de losa, y se deja curar constantemente durante 7 días.
  - Ya terminado de curar la losa se procede a levantar el yute para la aplicación del sello de juntas.

#### 4.4 PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA LOSA DE ESTACIONAMIENTO EN PISOS SUPERIORES

En esta parte existen varios tipos de losas que están en niveles superiores, se detallará el proceso constructivo de cada una de ellas, se nota que los procesos son muy parecidos pero el tiempo de colocación es distinto, el cual es un factor muy importante para el avance de la obra.

##### Losa aligerada con viguetas pretensadas

El sistema de vigueta y bovedilla está constituido por los elementos portantes que son las viguetas de concreto presforzado y las bovedillas como elementos aligerantes. Las viguetas se producen en diferentes tamaños (sección geométrica) y diferentes armados, así mismo las bovedillas tienen diferentes secciones tanto en longitud, ancho y peralte, de tal forma que se tiene una gran variedad de combinaciones que pueden satisfacer cualquier necesidad.

El procedimiento de construcción es el siguiente:

- Como son viguetas prefabricadas tienen que tener su respectivo almacenamiento. Se colocan las viguetas en forma T invertida y sobre una superficie plana.
- Una vez colocado los puntales y las soleras, verificar los niveles de la losa por medio del nivel topográfico, se nota que en este tipo de losas no se necesitan fondo de encofrado para las viguetas; hay que ver si es que es una obra grande que tipo de encofrado nos conviene, ya sea metálico o el tradicional.
- Se comenzará con la colocación de viguetas y bovedillas, no se puede colocar las bovedillas sin antes haber apuntalado, las bovedillas son los distanciadores de las viguetas.
- Una vez colocado las bovedillas y las viguetas se procede con la colocación del acero negativo, acero de temperatura e instalaciones eléctricas.
- Se recomienda que las tuberías de desagüe vayan paralelas a la dirección de las viguetas (entre bovedillas). Así mismo se sugiere que en la zona de baños donde van las montantes, por lo general muy cercanas a los bordes, se empiece con bovedilla. En caso de que la tubería tenga que atravesar la vigueta, esta se podrá picar hasta 5cm como máximo.

- Después de lo anterior se procede al vaciado de la losa de la siguiente manera: se tendrá que regar la losa con un chorro de agua para garantizar la unión viguetas-losa; se deberá verificar el slump del concreto para verificar si está de acuerdo a los límites establecidos en la norma.
- Después se tiene que echar el concreto en forma sectorial, tener en cuenta que las secciones en el cual se puede hacer el vaciado depende del ingeniero responsable, y también depende del tiempo el cual los mixer de concreto premezclado lleguen a la obra, tener cuidado de que en estas secciones se formen juntas frías.
- Se debe evitar el sobre vibrado que puede generar segregación en la mezcla. En sistemas aporticados las vigas tienen mucha congestión de fierro y si no se llenan con concreto superplastificante y/o no se realiza un buen vibrado, se inducen fisuras sistemáticas en las vigas por efecto de contracción, que no son fallas estructurales pero que pueden ser controladas: con un optimo vibrado, mojando todos los elementos que estarán en contacto con el concreto.
- Las vigas y losas deben ser vaciadas al mismo tiempo, si se desea vaciar en distintas etapas se recomienda dejar juntas en el tercio central de las vigas.
- Después de terminar el acabado respectivo se procede a rociar agua en cuanto se pierda la película superficial de agua de la losa (proceso de exudación); el curado de la losa (por lo menos 4 días) es sumamente importante en la formación de fisuras. El tiempo en que se debe iniciar el curado dependerá de las condiciones climáticas.

### **Losa con placa colaborante**

Conformado por planchas preformadas hechas de acero estructural con protección galvánica, las cuales después del proceso de preformado logran inercias considerables, permitiendo soportar cargas muy altas durante el proceso de construcción.

El procedimiento de construcción es el siguiente:

- Se tendrá que almacenar las planchas bajo techo protegiéndolas de las lluvias e imterperie. Para climas lluviosos o agresivos, las planchas se ubicarán en un techado y cerrado. La placa colaborante deberá ser



colocada sobre maderos distanciados a un metro aprox. Se podrán apilar paquetes que no deberán exceder de 1500 kg.

- El izaje de las planchas se podrá realizar en forma manual o mecánica. En el proceso de manipulación y descarga se debe evitar dañar las planchas en los bordes y en las esquinas evitando raspaduras. Considerar las medidas de seguridad necesarias, los operadores deben usar obligatoriamente guantes de cuero. Se emplean los medios mecánicos de la obra, como son las plumas, las grúas, etc., por lo general se utiliza cuando se tiene que izar paquetes de placas colaborante a diferentes alturas. Se debe tener cuidado de no dañar las pestañas laterales de las placas.
- Después del izaje se procede a la colocación de las planchas de acero sobre las vigas de apoyo, es decir, la posición final. Las planchas se colocará con los valles de menor dimensión sobre las vigas a menos que se especifique lo contrario en los planos.
- Se empezará colocando la pestaña mayor, de la primera plancha, en el extremo de la viga paralela a la misma, para permitir que las pestañas mayores de las planchas subsiguientes calcen sobre las menores.( figura 4.18 )

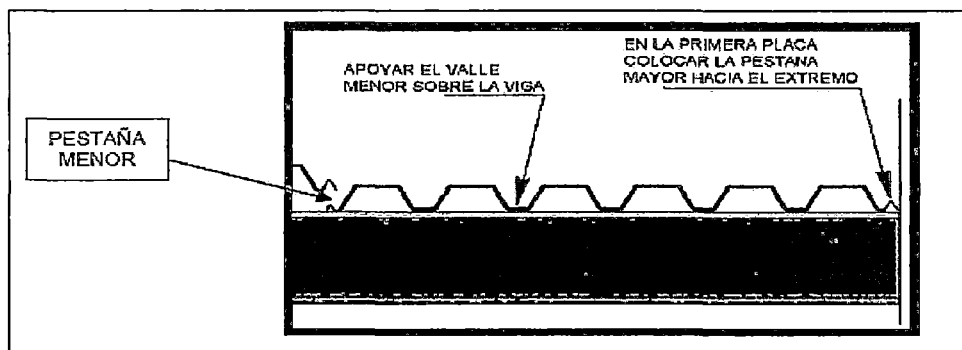


Figura 4.18 Apoyo de plancha colaborante

- El apoyo sobre vigas transversales terminales es de 5 cm., los cuales quedaran totalmente embebidos en la losa.
- Los cortes de las planchas se podrán hacer con esmeril, disco de corte, cizallas o cualquier otro método que no deteriore la geometría de las planchas.
- En caso se requiera utilizar apuntalamiento temporal, este se colocará al centro de la luz o a los tercios. El apuntalamiento será retirado a los 7 días de vaciado el concreto o según se disponga en el diseño.
- Existe detalles constructivos para los diferentes casos en el cual la plancha de acero se va apoyar. ( Véase ANEXO 2)

- Una vez terminado esto se debe colocar conectores de corte, se utilizan los conectores de corte cuando se forman sistemas compuestos de losas y vigas metálicas. Los conectores permiten conformar el sistema compuesto: placa colaborante y vigas metálicas. Estos se unen al perfil metálico a través de la soldadura y a la losa por el bulbo de concreto alrededor del mismo.
- Se debe perforar la placa antes de instalar los conectores de corte. Este proceso puede ser realizado mediante brocas sacabocados o algún sistema de corte mecánico.
- La perforación no debe exceder el ancho del valle de apoyo de la plancha y se debe realizar por el reverso de la plancha de modo que no perjudique la viga metálica de apoyo. Los conectores de corte permiten que la losa y viga trabajen en forma conjunta. Impide la separación entre la losa y la viga, la sección compuesta obtiene una mayor área de resistencia a la compresión que permite disminuir el peralte de la viga metálica. Contrarresta los esfuerzos de corte horizontal. ( figura 4.19)



Figura 4.19 Conectores de corte

- En ningún caso se efectuará la perforación mediante sistemas de arco eléctrico. Perforada la plancha, se instalará el conector de corte directamente en la viga metálica de apoyo, mediante soldadura. Esta debe cubrir todo el perímetro del área de apoyo del conector.
- Después de la colocación de los conectores de corte viene la fijación final de la plancha
- Este proceso se debe realizar mediante elementos de fijación tales como tornillos auto perforantes, clavos de disparo ó simplemente con clavos si las planchas están apoyadas sobre el encofrado de madera que sirven a la vez de tapa de las vigas.
- La fijación se realizará a los extremos de las planchas en todos los puntos de apoyo, teniendo como mínimo un punto de fijación cada tres

- valles, considerando que todos los valles de las planchas estén debidamente apoyados sobre las vigas de apoyo y las vigas principales.
- Después de la fijación se tendrá que colocar el acero de refuerzo por temperatura, el refuerzo de la malla de temperatura es esencial en cualquier tipo de losa estructural para resistir los efectos de temperatura y contracción de fragua que sufre el concreto, por lo cual se ubicará siempre en el tercio superior de la losa. Se puede utilizar como malla de temperatura las mallas electrosoldadas ó varillas de acero de refuerzo (corrugadas ó lisas) amarradas con alambre.
  - La posición de las varillas dentro de la losa se dará según planos de estructuras y deberá estar 2 cm. como mínimo por debajo de la superficie superior de la losa y apoyadas sobre tacos de concreto, dados pre-fabricados ó algún material estandarizado para dicho proceso.
  - Se coloca tecnoport de  $\frac{1}{2}$  ", alrededor de las columnas metálicas en contacto directo con la losa colaborante, para aislar la columna de la losa.
  - Una vez replanteado los niveles de losa y con la aprobación de la supervisión, se procede a guiar la pluma de la bomba telescópica; se recomienda cubrir con un plástico el perímetro de losa colaborante a vaciar, para no ensuciar el panel metálico restante.
  - Se tendrá que controlar la calidad del concreto mediante el ensayo de revenimiento.
  - La plancha está preparada para recibir cargas en condiciones normales durante el proceso de vaciado. Sin embargo al momento del vaciado, no se debe acumular volúmenes excesivos de concreto ni generar grandes cargas puntuales por acumulación de materiales, máquinas o personas en una misma área; que sean capaces de deformar las planchas.
  - Se procede a bombear concreto, tener en cuenta que mientras se está vaciando y esparciendo el concreto debe de estar bien vibrado y reglado, una vez terminado de vaciar el área de losa, se deja fraguar por un tiempo para que entren los operarios albañiles a frotachar manualmente la superficie de la losa, si el proceso de exudación del concreto es considerable, se puede aplicar retardador de evaporación , esto es aplicado con una mochila aspersora, con esto se da tiempo para el acabado final y evita la pérdida rápida de agua.
  - Una vez frotachada la superficie de losa, depende del tipo de acabado entrarán las alisadoras mecánicas, primero la alisadora con plato y después una alisadora mecánica simple (1 hélice).

- Después del acabado de la losa se procederá al curado que se hace por vía húmeda y con yute para evitar la evaporación del agua, conservando así la humedad de losa.
- Dejar curar con agua constantemente, después de 12 horas del vaciado de la losa, se procede a retirar el yute húmedo, para proceder al corte de juntas de contracción.
- Para realizar los cortes en la superficie de losa para juntas de contracción, se procede a limpiar la superficie de la losa, marcando en la superficie de esta el alineamiento del corte que se va a realizar. Con las marcas del alineamiento del corte, se procede a cortar la superficie con la cortadora de concreto estándar con disco diamantado.
- Después del corte de losa, se procede a limpiar la superficie de losa, para no impregnar en la superficie el material producto del corte del concreto, después se cubre nuevamente con yute húmedo toda la superficie de losa, y se deja curar constantemente durante 7 días. Después de este tiempo se procede a levantar el yute para la aplicación del sello de juntas.

### **Losa postensadas**

Es una técnica de precargar el concreto en forma tal que se eliminan, reducen, los esfuerzos de tensión que son inducidos por las cargas muertas. En un postensado, una fuerza axial externa permanente de una magnitud predeterminada, es aplicada en el miembro de concreto, la cual induce en la sección de concreto en esfuerzo de compresión.

Las losas postensadas vaciadas en el lugar son realizadas principalmente con torones (agrupaciones de alambres de acero de alta resistencia) que se colocan al mismo tiempo que el acero de refuerzo tradicional y se tensan unos cuantos días después del vaciado del concreto.

El procedimiento de construcción es el siguiente:

- El proceso de encofrado es igual al de una losa maciza, con sus puntales, entramados y superficies encofrante.
- El primer paso es la colocación de la malla inferior de la losa, que pueden ser aceros cortados en obra o mallas electrosoldadas.
- Después de este paso se procede a colocar el encofrado lateral o friso, pero tiene un cambio en comparación con lo convencional y es de que se

tiene que replantear los cables en el borde de la losa, para que se pueda hacer los orificios donde pasaran los cables del postensado.

- A las placas de anclaje se le introduce una vaina roscada de plástico que permite la fijación de la placa al encofrado y evita que en ese punto entre en contacto el concreto con el cable.
- Las placas de anclajes están distanciadas de acuerdo al proyecto.
- Después se procede a colocar la armadura del postensado también llamado armadura activa, los tendones son unifilares es decir tienen un solo cable de acero de allí su gran flexibilidad.
- Los cables se disponen por manojos y cercanos donde van a estar permanente, pueden existir cables en dos direcciones unos van a colocarse unos sobre otros, esta diferencia se tiene en cuenta en los cálculos.
- A continuación se procede al enfilado de los cables de un extremo hacia el opuesto, gracias a su flexibilidad del cable es rápido en hacer los cables atraviesan las vigas y están por encima de la malla inferior, los puntos bajos del cable se unen con la armadura inferior por medio de alambres.
- El enfilado del cable en la placa de anclaje, se quita la vaina del cable en extremo para dejarlo desnudo y se enfila por los tubos guías.
- Se utiliza un espray para marcar posiciones de replanteo, una vez colocada la armadura del tensado la losa esta lista para colocar el concreto.
- Este proceso de colocación del concreto es el mismo que se tiene con las losas convencionales.
- Por último se llega al proceso del tensado y se hará cuando el laboratorio nos asegure cuando la resistencia del concreto tenga el valor mínimo requerido por el proyecto. Antes de tensar se tiene que marcar los cables con spray de color para después medir el alargamiento, el tensado se lleva a cabo mediante un gato que recibe presión del sistema de compresor ambos de pequeño tamaño. Este tensado es perfectamente realizable por una sola persona el gato es enfilado al cable por el gato el cual se le da presión por el sistema de compresor, durante el proceso se controla la presión del compresor, esta presión debe calcular el suministrador del postensado a partir de la fuerza del tensado fijada en el proyecto, cuando se alcanza esta presión prevista el propio gato clava un sistema de cuñas para fijar la posición del cable y mantener la presión

constante en ese momento se puede quitar el gato. La placa se sella con una capa rellena de grasa y el cajetín se llena con mortero.

### **Losa Maciza**

El procedimiento de construcción es el siguiente:

- Lo que primero se tiene que hacer es el encofrado total de la losa, que consta de una superficie encofrante, soleras y puntales.
- Una vez colocado los puntales y las soleras, verificar los niveles de la losa por medio del nivel topográfico, hay que ver si es que es una obra grande que tipo de encofrado nos conviene, ya sea metálico o el tradicional.
- Luego se procede con la colocación del acero negativo, acero positivo, acero de temperatura e instalaciones eléctricas y sanitarias.
- Estos refuerzos tienen que colocarse con su respectivo recubrimiento.
- Después de lo anterior se procede al vaciado de la losa de la siguiente manera: se tendrá que limpiar la losa de cualquier desperdicio; se deberá verificar el slump del concreto para verificar si está de acuerdo a los límites establecidos en la norma.
- Después se tiene que vaciar el concreto en forma sectorial, tener en cuenta que las secciones en el cual se puede hacer el vaciado depende del ingeniero responsable, y también depende del tiempo el cual los mixer de concreto premezclado lleguen a la obra, tener cuidado de que en estas secciones se formen juntas frías.
- Se debe evitar el sobre vibrado que puede generar segregación en la mezcla. Las vigas y losas deben ser vaciadas al mismo tiempo, si se desea vaciar en distintas etapas se recomienda dejar juntas en el tercio central de las vigas.
- Después de terminar con el vaciado del concreto y observando que ya tiene una buena resistencia se procede con el acabado respectivo.
- Después del acabado de la losa se procederá al curado que se hace por vía húmeda y con yute para evitar la evaporación del agua, conservando así la humedad de losa.

### **Losa aligerada con viguetas pretensadas y bovedillas de poliestireno expandido**

El procedimiento de construcción es el siguiente:

- El proceso constructivo es igual al de una losa con viguetas pretensadas, lo único que varía es el tipo de material de las bovedillas.
- Lo único que varía es en el acabado del tarrajeo en el cieloraso, se tendrá que colocar una malla metálica tipo gallinero de ½" en las bovedillas de poliestireno para poder disminuir las grietas que pueden darse en el tarrajeo.

### **Losa aligerada convencional con bovedillas de poliestireno expandido**

El procedimiento de construcción es el siguiente:

- El proceso constructivo es igual al de una losa convencional, lo único que varía es el tipo de material de las bovedillas.
- Una recomendación es en la hora del tarrajeo del cieloraso, se tendrá que colocar una malla metálica tipo gallinero de ½" en las bovedillas de poliestireno para poder disminuir las grietas que pueden darse en el tarrajeo.



**Figura 4.20** Detalle de la malla metálica en las bovedillas de tecnopor

## CAPITULO 5: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS NUEVOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS CON LOS TRADICIONALES

### 5.1 DISEÑO DE LAS LOSAS DE LOS DIFERENTES SISTEMAS ANALIZADOS

Para realizar los análisis de comparación de costos se ha tenido que realizar un diseño de losa de un área particular para los distintos sistemas, con lo cual se podrá hacer un pequeño metrado de los elementos y a partir de los análisis de costos unitarios presentar un presupuesto. Una vez hecho esto se mostrará para cada sistema analizado el costo por metro cuadrado de losa y se comparará.

Para ésta área se va a hacer un predimensionamiento de la losa y un diseño para los sistemas, se analizará para todos los sistemas con una sobrecarga de 250kg/m<sup>2</sup>.

Para poder comparar los costos de los diferentes tipos de losas se tendrá que hacer un breve análisis de costo unitario, este análisis se ha hecho con datos reales de costos de las obras visitadas y también se tuvo que hacer con datos de algunos estudios realizados. Estos costos unitarios se han tomado sólo para la ciudad de Lima.

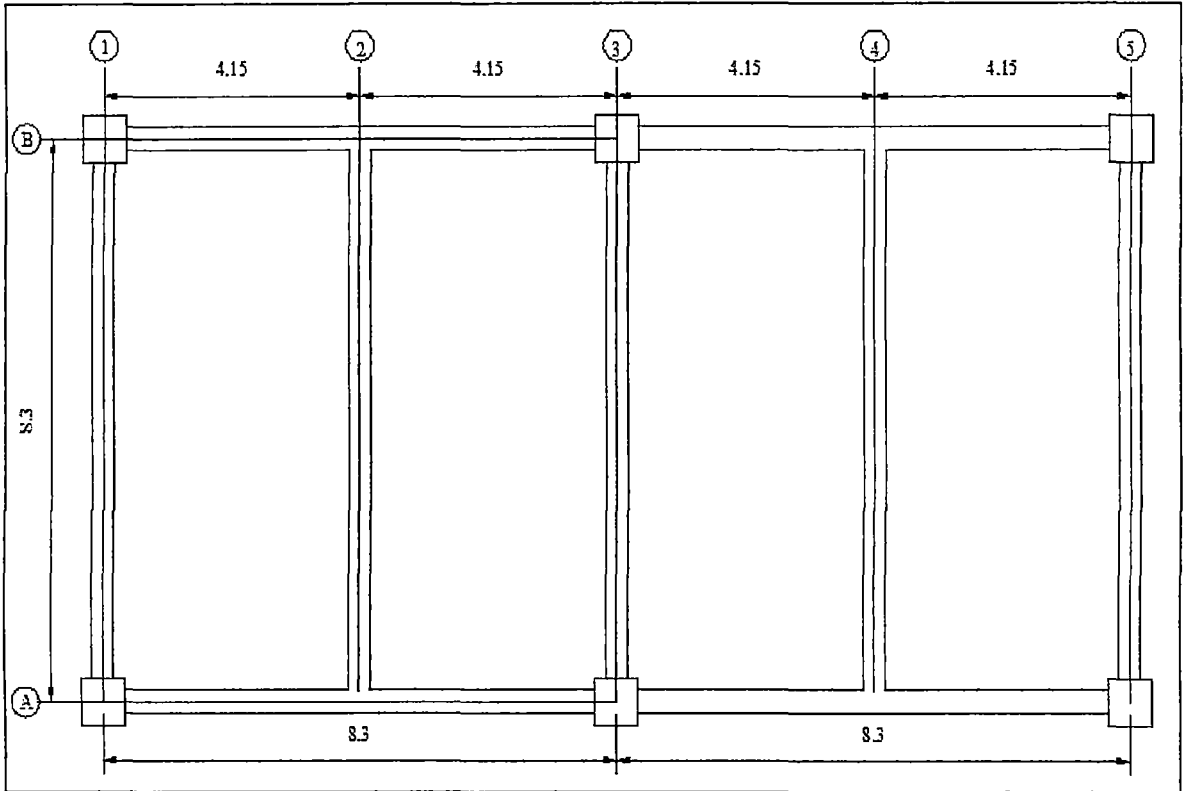
Los sistemas analizados en esta tesis son los siguientes:

- a) Losa aligerada convencional en una sola dirección
- b) Losa aligerada con viguetas pretensadas
- c) Losa colaborante con planchas de acero deck
- d) Losa maciza postensada
- e) Losa maciza en una dirección
- f) Losa aligerada con viguetas pretensadas y bovedillas de poliestireno expandido
- g) Losa aligerada con bovedillas de poliestireno expandido



## A) Diseño de Losa Aligerada convencional en una sola dirección

### Detalle de la losa aligerada



### A) Diseño la Losa aligerada Convencional

#### 1) Predimensionamiento del espesor de losa :

Para sobrecargas de 250 a 350 Kg/m<sup>2</sup> , los peraltes podrá ser dimensionado :

h = 17 cm	.....	luz < 4 m.
h = 20 cm	.....	4 < luz < 5.5 m
h = 25 cm	.....	5 < luz < 6.5 m
h = 30 cm	.....	6 < luz < 7.5 m

Para predimensionar el espesor de losa será  $h > l / 25$  (la losa se armara en el paño de longitud menor entre los apoyos).

Por cuestiones constructivas es recomendable no colocar más de dos varillas de acero por vigueta.

Espesor = Luz / 25 = 4.15 / 25 = 0.17 m..... por ser más comercial se escoge  
**h= 0.20 m**

La figura nos muestra la dirección que tiene el aligerado, se ha tomado esta dirección ya que la losa va a trabajar en la dirección más corta.

Se utilizara ladrillo = 15 x 30 x 30 cm

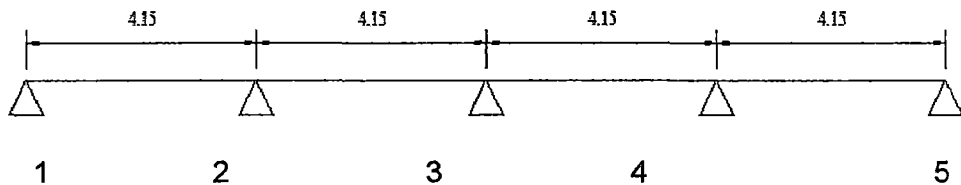
El refuerzo por temperatura recomendado por el ACI es igual a :

Malla de temperatura =  $0.0018 b \cdot t$

$b$  = ancho de losa;  $t$  = peralte de losa

Este refuerzo se colocara a una separación menor o igual a 5 veces el espesor de losa sin exceder 45 cm.

## 2) Metrado de cargas



Hallando la carga ultima:  $W_u = 1.4 \times W_D + 1.7 \times W_L$

Donde:  $W_D$  = carga muerta

$W_L$  = carga viva

$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Peso propio losa =  $300 \text{ Kg/m}^2$

$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Acabados =  $100 \text{ Kg/m}^2$ , Tabiquería =  $100 \text{ Kg/m}^2$

S/C =  $250 \text{ Kg / m}^2$

Ancho tributario =  $0.40 \text{ m}$

Peso propio+ piso terminado + tabiquería =  $500 \text{ kg/m}^2 = W_D$

S/C=  $250 \text{ Kg/m}^2 = W_L$

Carga ultima =  $W_u = 1.4 \cdot W_D + 1.7 \cdot W_L = 1125 \text{ Kg/m}^2$

**$W_u$  por vigueta =  $1125 \times 0.4 = 450 \text{ Kg/ m}$**

$L_n = 3.80 \text{ m}$

Hallando los momentos:

(-)  $M_1 = 1/24 \cdot W_u \cdot L_n^2 = 0.271 \text{ tn-m}$

(+)  $M_{12} = 1/14 \cdot W_u \cdot L_n^2 = 0.464 \text{ tn -m}$

(-)  $M_2 = 1/10 \cdot W_u \cdot L_n^2 = 0.650 \text{ tn -m}$

- (+) M23=  $1/16 \cdot W_u \cdot L_n^2 = 0.406 \text{ tn-m}$
- (-) M3=  $1/11 \cdot W_u \cdot L_n^2 = 0.591 \text{ tn-m}$
- (+) M34=  $1/16 \cdot W_u \cdot L_n^2 = 0.406 \text{ tn-m}$
- (-) M4=  $1/10 \cdot W_u \cdot L_n^2 = 0.650 \text{ tn-m}$
- (+) M45=  $1/14 \cdot W_u \cdot L_n^2 = 0.464 \text{ tn-m}$
- (-) M5=  $1/24 \cdot W_u \cdot L_n^2 = 0.271 \text{ tn-m}$

Hallando las áreas correspondientes de los aceros :

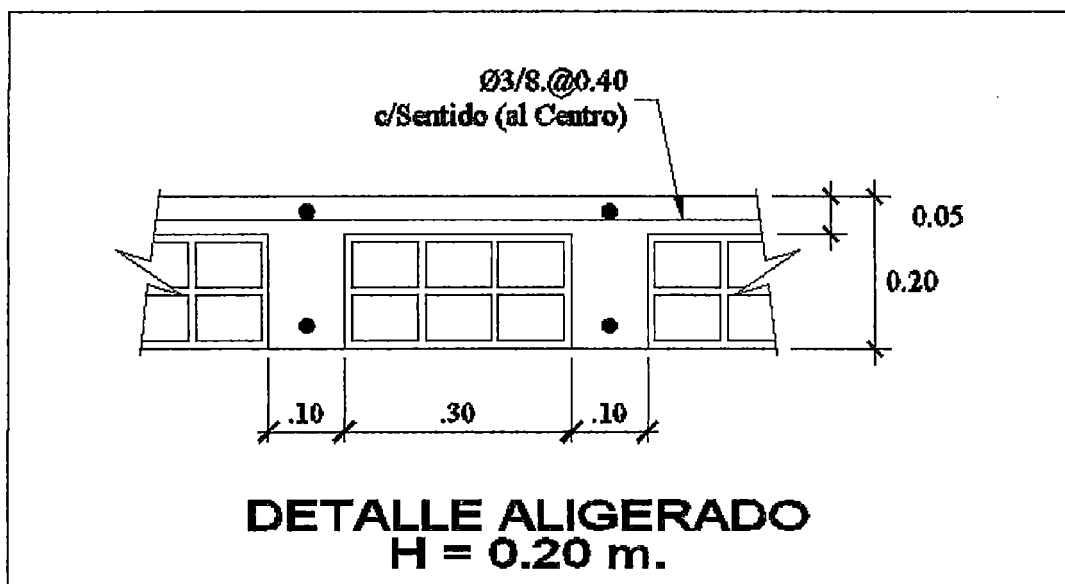
$$A_s = M_u / ( \Phi \times F_y \times ( d-a/2 ) )$$

- (-) M1= 0.271 tn-m-----  $A_s = 0.424 \text{ cm}^2 \cong 1 \Phi 3/8 @ 0.40 \text{ m}$
- (+) M12= 0.464 tn -m-----  $A_s = 0.732 \text{ cm}^2 \cong 1 \Phi 3/8 @ 0.40 \text{ m}$
- (-) M2= 0.650 tn -m-----  $A_s = 1.030 \text{ cm}^2 \cong 1 \Phi 1/2 @ 0.40 \text{ m}$
- (+) M23= 0.406 tn-m-----  $A_s = 0.639 \text{ cm}^2 \cong 1 \Phi 3/8 @ 0.40 \text{ m}$
- (-) M3= 0.591 tn-m-----  $A_s = 0.934 \text{ cm}^2 \cong 1 \Phi 3/8 @ 0.40 \text{ m}$
- (+) M34= 0.406 tn-m-----  $A_s = 0.639 \text{ cm}^2 \cong 1 \Phi 3/8 @ 0.40 \text{ m}$
- (-) M4= 0.650 tn-m-----  $A_s = 1.030 \text{ cm}^2 \cong 1 \Phi 1/2 @ 0.40 \text{ m}$
- (+) M45= 0.464 tn-m-----  $A_s = 0.732 \text{ cm}^2 \cong 1 \Phi 3/8 @ 0.40 \text{ m}$
- (-) M5= 0.271 tn-m-----  $A_s = 0.424 \text{ cm}^2 \cong 1 \Phi 3/8 @ 0.40 \text{ m}$

As temperatura:  $1 \Phi 3/8 @ 0.40 \text{ m}$

Losa aligerada con sus respectivos refuerzos:

A continuación se muestra un detalle del corte de la losa aligerada:



## B) Diseño de la Losa aligerada con viguetas pretensadas Firth

1) Predimensionamiento del espesor de losa :

Para predimensionar el espesor de losa será  $h \geq l / 25$  (la losa se armara en el paño de longitud menor entre los apoyos).

Por cuestiones constructivas es recomendable no colocar más de dos varillas de acero por vigueta.

Espesor = Luz / 25 = 4.15 / 25 = 0.17 m..... por ser más comercial se escoge **h= 0.20 m**

La figura nos muestra la dirección que tiene el aligerado, se ha tomado esta dirección ya que la losa va a trabajar en la dirección más corta.

Como se trabajará con viguetas pretensadas firth, se tendrá que tener en cuenta las tablas para diseño de las viguetas que se muestra a continuación:

	Altura de losa (cm)	Dist/Ejes (cm)	Peso Propio (Kg/m <sup>2</sup> )		Momentos Admisibles (Kg-m) = $\phi Mn$				
			Ladrillo	Poliestireno	V101	V102	V103	V104	V105
VIGUETA SIMPLE	17	60	245	180	760	1030	1290	1585	1965
	20	60	275	210	940	1280	1595	1965	2435
	25	60	330	250	1250	1660	2100	2595	3230
	17	50	245	180	760	1030	1290	1585	1965
	20	50	280	210	940	1280	1595	1965	2435
	25	50	335	250	1250	1660	2100	2595	3230
	30	50	400	300	1560	2020	2610	3230	4020

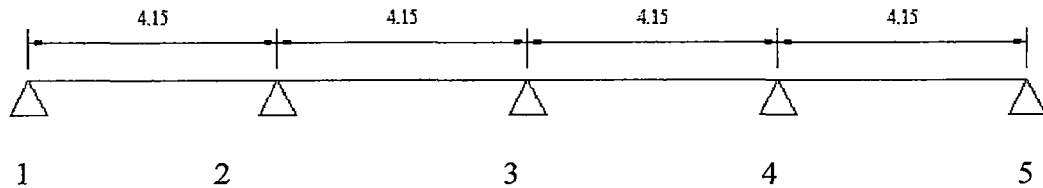
Se utilizará ladrillo = 15 x 40 x 25 cm

El refuerzo por temperatura recomendado por el ACI es igual:

Malla de temperatura = 0.0018 b\* t b = ancho de losa; t = peralte de losa

Este refuerzo se colocara a una separación menor o igual a 5 veces el espesor de losa sin exceder 45 cm.

## 2) Metrado de cargas



Hallando la carga ultima:  $W_u = 1.4 \times W_D + 1.7 \times W_L$

Donde:  $W_D$  = carga muerta

$W_L$  = carga viva

$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Peso propio losa =  $280 \text{ Kg/m}^2$

$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Acabados =  $100 \text{ Kg/m}^2$ , Tabiquería =  $100 \text{ Kg/m}^2$

S/C =  $250 \text{ Kg / m}^2$

Ancho tributario =  $0.50 \text{ m}$

Peso propio+ piso terminado + tabiquería =  $480 \text{ kg/m}^2 = W_D$

S/C =  $250 \text{ Kg/m}^2 = W_L$

Carga ultima =  $W_u = 1.4 \times W_D + 1.7 \times W_L = 1097 \text{ Kg/m}^2$

**$W_u$  por vigueta =  $1097 \times 0.5 = 548.5 \text{ Kg/ m}$**

$L_n = 3.80 \text{ m}$

Hallando los momentos solo negativos porque las viguetas pretensadas ofrecen a la losa todo el refuerzo positivo:

$$(-) M_1 = 1/124 \times W_u \times L_n^2 = 0.330 \text{ tn-m}$$

$$(-) M_2 = 1/10 \times W_u \times L_n^2 = 0.792 \text{ tn -m}$$

$$(-) M_3 = 1/11 \times W_u \times L_n^2 = 0.720 \text{ tn -m}$$

$$(-) M_4 = 1/10 \times W_u \times L_n^2 = 0.792 \text{ tn-m}$$

$$(-) M_5 = 1/24 \times W_u \times L_n^2 = 0.330 \text{ tn-m}$$

Hallando las áreas correspondientes de los aceros:

$$A_s = M_u / ( \Phi \times F_y \times ( d - a/2 ) )$$

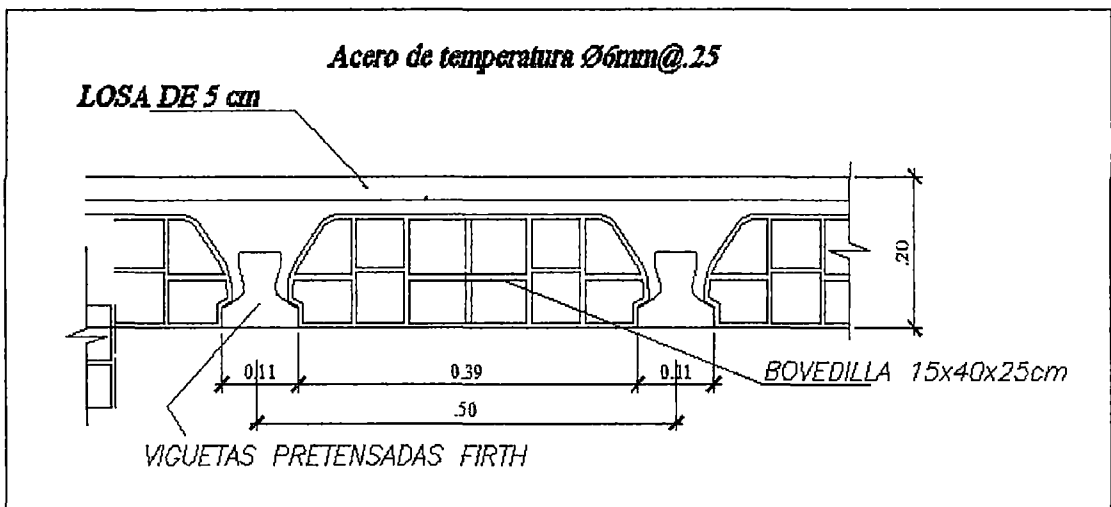
Para:

M1= 0.330 Tn-m ----- As =0.517 cm<sup>2</sup> ≅ 1 Φ3/8 @ 0.50 m  
 M2= 0.792 Tn-m ----- As =1.254 cm<sup>2</sup> ≅ 1 Φ1/2" @ 0.50 m  
 M3= 0.720 Tn-m ----- As =1.138cm<sup>2</sup> ≅ 1 Φ1/2" @ 0.50 m  
 M4= 0.792 Tn-m ----- As =1.254 cm<sup>2</sup> ≅ 1 Φ1/2" @ 0.50 m  
 M5= 0.330 Tn-m ----- As =0.517cm<sup>2</sup> ≅ 1 Φ3/8 @ 0.50 m

Por tablas del manual de viguetas Firth, se está empleando las **vigueta V-101**

As temperatura = 1.26 cm<sup>2</sup> ..... 6 mm @ 0.25 m

Losa aligerada con viguetas pretensadas Firth con sus respectivos refuerzos:



### C) Diseño de la Losa con plancha colaborante acero Deck

1) Predimensionamiento del espesor de losa :

Se utilizara un Perfil AD-730 Gage 20..... Con un espesor de losa de = 14 cm  
 Por medio de nuestro plano base, como luz libre se tiene..... Ln = 3.80 y como  
 ancho ... a=8.30m

Metrado de cargas :

S/C = 250kg/m<sup>2</sup>

h=14cm peralte = 7.30 cm ancho = 8.30 m luz libre = 3.75m

WU = 1.4\*WD + 1.7\*WL As temperatura = 0.0018\*b\*t

Calculando los momentos a partir de la hoja de Excel:

Solo se están calculando los momentos para los refuerzos negativos, ya que la plancha de acero deck aporta todo el acero positivo por eso se está obviando los cálculos para los refuerzos positivos.

	M ( Tn-m )	a (inicial)	As	a	As	a
M1	0.230	3.40 cm	0.40 cm <sup>2</sup>	0.19 cm	0.36 cm <sup>2</sup>	0.17 cm
M2	0.552	3.40 cm	0.96 cm <sup>2</sup>	0.45 cm	0.87 cm <sup>2</sup>	0.41 cm
M3	0.502	3.40 cm	0.87 cm <sup>2</sup>	0.41 cm	0.79 cm <sup>2</sup>	0.37 cm
M4	0.552	3.40 cm	0.96 cm <sup>2</sup>	0.45 cm	0.87 cm <sup>2</sup>	0.41 cm
M5	0.230	3.40 cm	0.40 cm <sup>2</sup>	0.19 cm	0.36 cm <sup>2</sup>	0.17 cm

Iterando:

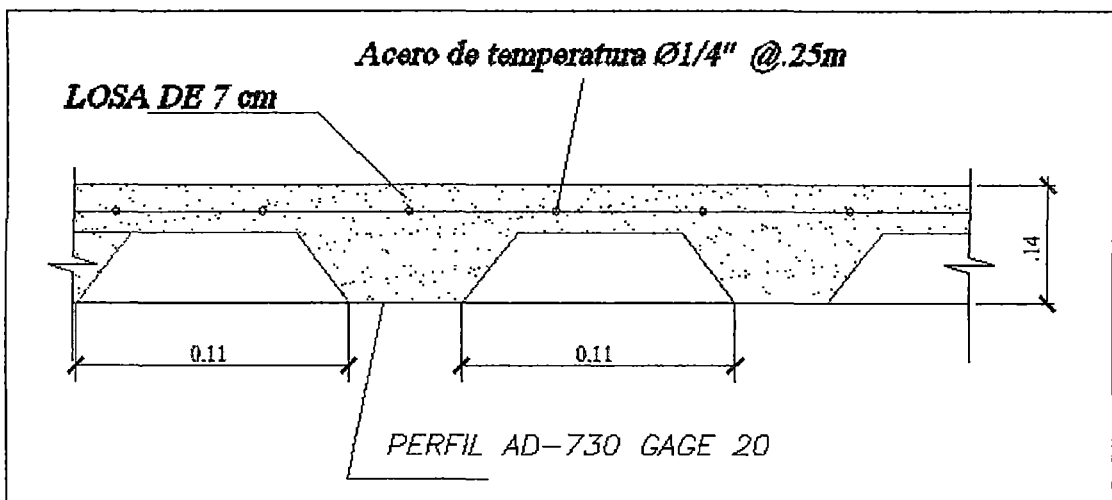
	As	fierro	a cada
M1	0.36 cm <sup>2</sup>	3/8	0.40 m
M2	0.87 cm <sup>2</sup>	3/8	0.40 m
M3	0.79 cm <sup>2</sup>	3/8	0.40 m
M4	0.87 cm <sup>2</sup>	3/8	0.40 m
M5	0.36 cm <sup>2</sup>	3/8	0.40 m

Hallando el acero de temperatura:

	As	Φ	area Φ	Φ	utilizar
Atemp	1.386	1 / 4"	0.32	1 / 4"	@ 0.25 m
				1 / 4"	@ 0.25 m

Detalles del refuerzo hallado en el plano

Losa colaborante:



## D) Diseño de la Losa maciza en una dirección

### 1) Predimensionamiento del espesor de losa :

Para predimensionar el espesor de losa será  $h \geq l / 28$  (la losa se armara en el paño de longitud menor entre los apoyos).

Por cuestiones constructivas es recomendable no colocar más de dos varillas de acero por vigueta.

Espesor = Luz / 25 = 4.20 / 28 = 0.15 m se escoge **h= 0.15 m**

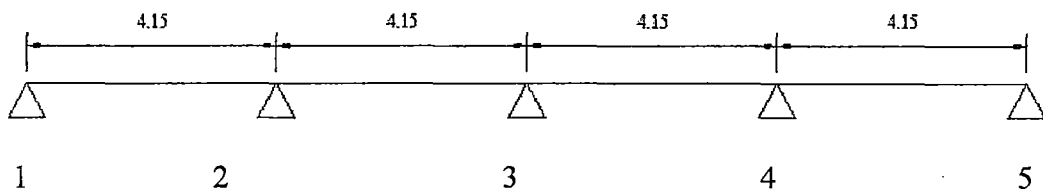
La figura nos muestra la dirección que tiene el aligerado, se ha tomado esta dirección ya que la losa va a trabajar en la dirección más corta.

El refuerzo por temperatura recomendado por el ACI es igual:

Malla de temperatura =  $0.0018 b \cdot t$   $b$  = ancho de losa;  $t$  = peralte de losa

Este refuerzo se colocara a una separación menor o igual a 5 veces el espesor de losa sin exceder 45 cm.

### 2) Metrado de cargas



Hallando la carga ultima:  $W_u = 1.4 \times W_D + 1.7 \times W_L$

Donde:  $W_D$  = carga muerta

$W_L$  = carga viva

$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Peso propio losa =  $360 \text{ Kg/m}^2$

$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Acabados =  $100 \text{ Kg/m}^2$ , Tabiquería =  $100 \text{ Kg/m}^2$

S/C =  $250 \text{ Kg / m}^2$

Peso propio+ piso terminado + tabiquería =  $560 \text{ kg/m}^2 = W_D$

S/C=  $250 \text{ Kg/m}^2 = W_L$

Carga ultima =  $W_u = 1.4 \cdot W_D + 1.7 \cdot W_L = 1209 \text{ Kg/m}^2$

**Wu por vigueta =  $1209 \times 1 \text{ m} = 1209 \text{ Kg/ m}$**



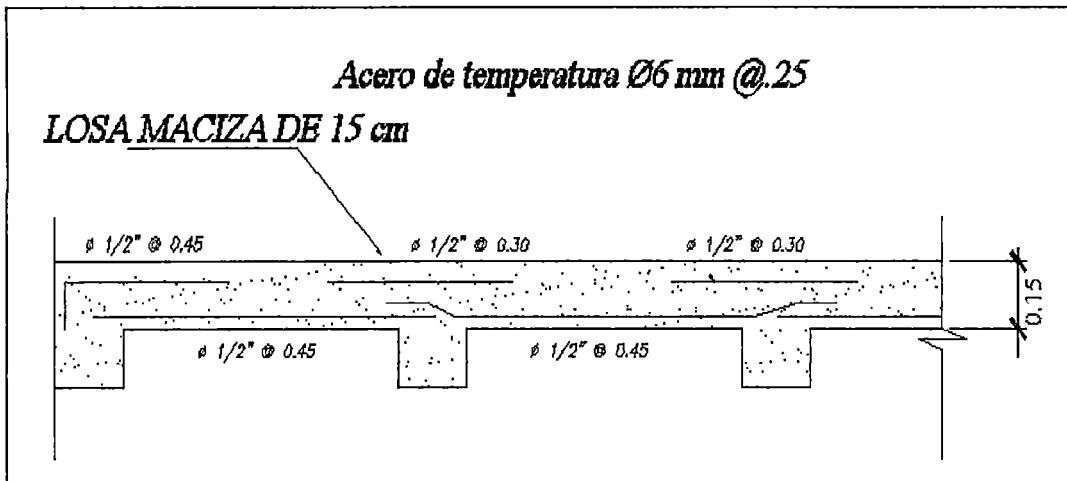
Hallando los momentos solo negativos porque las viguetas pretensadas ofrecen a la losa todo el refuerzo positivo:

Para:

M1= 0.727 Tn-m -----	≅ 1 Φ1/2 @ 0.45 m.
M12= 1.247 Tn-m -----	≅ 1 Φ1/2 @ 0.45 m
M2= 1.746 Tn-m -----	≅ 1 Φ1/2 @ 0.30m
M23= 1.091 Tn-m -----	≅ 1 Φ1/2 @ 0.45 m
M3= 1.587 Tn-m -----	≅ 1 Φ1/2 @ 0.30 m
M34= 1.091 Tn-m -----	≅ 1 Φ1/2 @ 0.45 m
M4= 1.746 Tn-m -----	≅ 1 Φ1/2 @ 0.30 m
M45= 1.247 Tn-m -----	≅ 1 Φ1/2 @ 0.45 m
M5= 0.727Tn-m -----	≅ 1 Φ1/2 @ 0.45 m

As temperatura = 6 mm @ 0.25 m

Losa maciza en una dirección:



### E) Diseño de la Losa aligerada con viguetas pretensadas Firth y bovedillas de tecnopor

#### 1) Predimensionamiento del espesor de losa :

Para predimensionar el espesor de losa será  $h \geq l / 25$  (la losa se armara en el paño de longitud menor entre los apoyos).

Por cuestiones constructivas es recomendable no colocar más de dos varillas de acero por vigueta.

Espesor = Luz / 25 = 4.15 / 25 = 0.17 m..... por ser más comercial se escoge **h= 0.20 m**

La figura nos muestra la dirección que tiene el aligerado, se ha tomado esta dirección ya que la losa va a trabajar en la dirección más corta.

Como se trabajará con viguetas pretensadas firth, se tendrá que tener en cuenta las tablas para diseño de las viguetas que se muestra a continuación:

	Altura de losa (cm)	Dist/Ejes (cm)	Peso Propio (Kg/m <sup>2</sup> )		Momentos Admisibles (Kg-m) = $\phi Mn$				
			Ladrillo	Poliestireno	V101	V102	V103	V104	V105
<b>VIGUETA SIMPLE</b>	17	60	245	180	760	1030	1290	1585	1965
	20	60	275	210	940	1280	1595	1965	2435
	25	60	330	250	1250	1660	2100	2595	3230
	17	50	245	180	760	1030	1290	1585	1965
	20	50	280	210	940	1280	1595	1965	2435
	25	50	335	250	1250	1660	2100	2595	3230
	30	50	400	300	1560	2020	2610	3230	4020

Se utilizará ladrillo = 15 x 40 x 25 cm

El refuerzo por temperatura recomendado por el ACI es igual:

Malla de temperatura =  $0.0018 b \cdot t$  b = ancho de losa; t = peralte de losa

Este refuerzo se colocara a una separación menor o igual a 5 veces el espesor de losa sin exceder 45 cm.

## 2) Metrado de cargas

Hallando la carga ultima:  $W_u = 1.4x WD + 1.7 x WL$

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$       Peso propio losa =  $210 \text{ Kg/m}^2$

$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$       Acabados =  $100 \text{ Kg/m}^2$ , Tabiquería =  $100 \text{ Kg/m}^2$

S/C =  $250 \text{ Kg / m}^2$

Ancho tributario =  $0.50 \text{ m}$

Peso propio+ piso terminado + tabiquería =  $410 \text{ kg/m}^2 = WD$

S/C=  $250 \text{ Kg/m}^2 = WL$

Carga ultima =  $W_u = 1.4*WD+1.7*WL = 999 \text{ Kg/m}^2$

**$W_u$  por vigueta =  $999 \times 0.5 = 499.5 \text{ Kg/ m}$**

$L_n = 3.80 \text{ m}$

Hallando los momentos solo negativos porque las viguetas pretensadas ofrecen a la losa todo el refuerzo positivo:

(-)  $M_1 = 0.330 \text{ tn-m} \dots \cong 1 \Phi 8\text{mm} @ 0.50 \text{ m}$

(-)  $M_2 = 0.792 \text{ tn -m} \dots \cong 1 \Phi 3/8 @ 0.50 \text{ m}$

(-)  $M_3 = 0.720 \text{ tn -m} \dots \cong 1 \Phi 3/8 @ 0.50 \text{ m}$

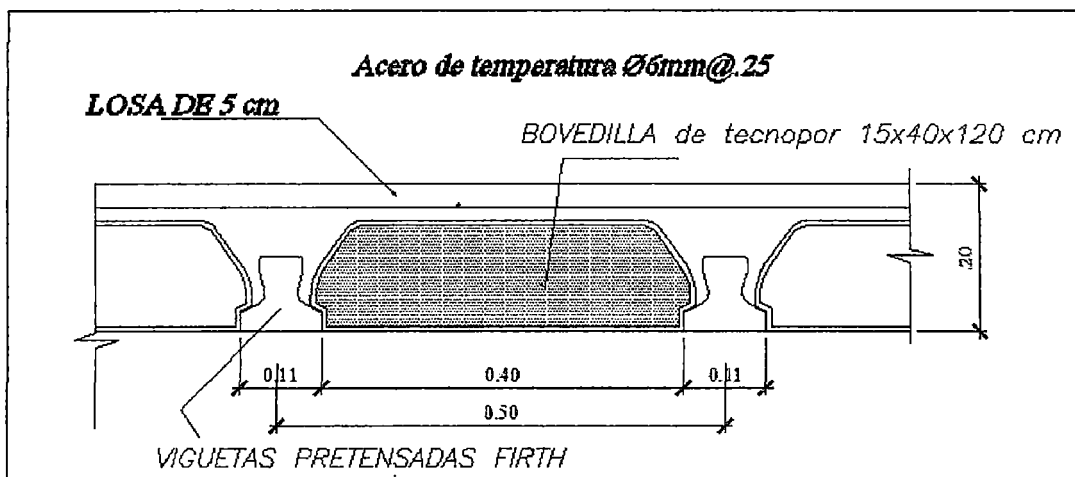
(-)  $M_4 = 0.792 \text{ tn-m} \dots \cong 1 \Phi 3/8 @ 0.50 \text{ m}$

(-)  $M_5 = 0.330 \text{ tn-m} \dots \cong 1 \Phi 8\text{mm} @ 0.50 \text{ m}$

Por tablas del manual de viguetas Firth, se está empleando las **vigueta V-101**

As temperatura =  $6 \text{ mm} @ 0.25 \text{ m}$

Losa aligerada con viguetas pretensadas Firth + bovedilla de poliestireno:



## F) Diseño de Losa aligerada con bovedillas de poliestireno

### 1) Predimensionamiento del espesor de losa :

Para sobrecargas de 250 a 350 Kg/m<sup>2</sup>, los peraltes podrá ser dimensionado :

Para predimensionar el espesor de losa será  $h \geq l / 25$  (la losa se armara en el paño de longitud menor entre los apoyos).

Por cuestiones constructivas es recomendable no colocar más de dos varillas de acero por vigueta.

Espesor = Luz / 25 = 4.15 / 25 = 0.17 m..... por ser más comercial se escoge  
**h= 0.20 m**

La figura nos muestra la dirección que tiene el aligerado, se ha tomado esta dirección ya que la losa va a trabajar en la dirección más corta.

Se utilizara ladrillo = 15 x 30 x 30 cm

El refuerzo por temperatura recomendado por el ACI es igual a :

Malla de temperatura =  $0.0018 b \cdot t$

$b$  = ancho de losa;  $t$  = peralte de losa

### 2) Metrado de cargas

Hallando la carga ultima:  $W_u = 1.4x WD + 1.7 x WL$

Donde:  $WD$  = carga muerta

$WL$  = carga viva

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$        $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

S/C = 250 Kg / m<sup>2</sup>

Ancho tributario = 0.40 m

Peso propio+ piso terminado + tabiquería = 425 kg/m<sup>2</sup> =  $WD$

S/C= 250 Kg/m<sup>2</sup> = $WL$

Carga ultima =  $W_u = 1.4 \cdot WD + 1.7 \cdot WL = 1020 \text{ Kg/m}^2$

**$W_u$  por vigueta =  $1020 \times 0.4 = 408 \text{ Kg/ m}$**

$L_n = 3.80 \text{ m}$

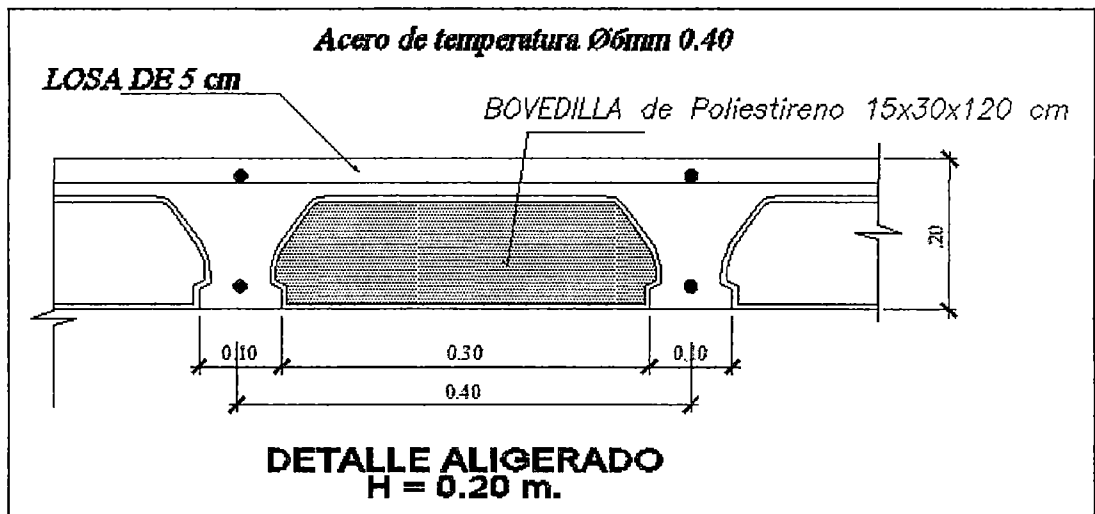
Hallando los momentos:

- (-) M1= 0.271 tn-m-----  $\cong$  1  $\Phi$  8mm @ 0.40 m
- (+) M12= 0.464 tn -m-----  $\cong$  1  $\Phi$  3/8 @ 0.40 m
- (-) M2= 0.650 tn -m-----  $\cong$  1  $\Phi$  3/8 @ 0.40 m
- (+) M23= 0.406 tn-m-----  $\cong$  1  $\Phi$  3/8 @ 0.40 m
- (-) M3= 0.591 tn-m-----  $\cong$  1  $\Phi$  3/8 @ 0.40 m
- (+) M34= 0.406 tn-m-----  $\cong$  1  $\Phi$  3/8 @ 0.40 m
- (-) M4= 0.650 tn-m-----  $\cong$  1  $\Phi$  3/8 @ 0.40 m
- (+) M45= 0.464 tn-m-----  $\cong$  1  $\Phi$  3/8 @ 0.40 m
- (-) M5= 0.271 tn-m-----  $\cong$  1  $\Phi$  8mm @ 0.40 m

As temperatura: 1  $\Phi$  6mm @ 0.40 m

Losa aligerada con sus respectivos refuerzos:

A continuación se muestra un detalle del corte de la losa aligerada con bovedillas de poliestireno:



## METRADOS DE LOS SISTEMAS DE LOSAS

### A) Metrado para Losa Aligerada convencional

AREA TOTAL =  $3.8 \times 8.30 \times 4 = 126 \text{ M}^2$

#### ACERO

tramo	refuerzo	Luz libre	L metrado	fierro	Peso (Kg/m)	cantidad	sub total
T1	negativo	3.80 m	1.26 m	3/8	0.56	21	14.64
T12	positivo	3.80 m	4.60 m	3/8	0.56	21	53.45
T2	negativo	3.80 m	2.83 m	1/2	0.99	21	58.20
T23	positivo	3.80 m	4.60 m	3/8	0.56	21	53.45
T3	negativo	3.80 m	2.83 m	3/8	0.56	21	32.92
T34	positivo	3.80 m	4.60 m	3/8	0.56	21	53.45
T4	negativo	3.80 m	2.83 m	1/2	0.99	21	58.20
T45	positivo	3.80 m	4.60 m	3/8	0.56	21	53.45
T5	negativo	3.80 m	1.26 m	3/8	0.56	21	14.64
acero temperatura	long		8.90 m	3/8	0.56	41	204.34
			16.40 m	3/8	0.56	22	204.34

**TOTAL 801.11 KG**

LADRILLO ( 15x30x30 )			
cantidad	N	pañes	total
13	21	4.000	1051 und

CONCRETO			
area(m2)	h	sub-total	total
126	0.05	6.31	
0.015	3.8	4.7	11.04 m3

ENCOFRADO, TARRAJEO Y PINTURA			
ancho	L	pañes	total
8.30	3.80	4.00	126 m2

## B) Metrado para Losa Aligerada con viguetas FIRTH

AREA TOTAL =  $3.8 \times 8.30 \times 4 = 126 \text{ M}^2$

### ACERO

tramo	refuerzo	Luz libre	L metrado	fierro	Peso (Kg/m)	cantidad	sub total
T1	negativo	3.80 m	1.26 m	3/8	0.56	17	11.71
T2	negativo	3.80 m	2.83 m	1/2	0.99	17	46.56
T3	negativo	3.80 m	2.83 m	1/2	0.99	17	46.56
T4	negativo	3.80 m	2.83 m	1/2	0.99	17	46.56
T5	negativo	3.80 m	1.26 m	3/8	0.56	17	11.71
acero temperatura		long	8.90 m	6 mm	0.28	65.6	163.48
			16.40 m	6 mm	0.28	36	163.48

**TOTAL 490.07 KG**

LADRILLO ( 15x40x25)			
cantidad	N	pañes	total
15	17	4	1009 und

CONCRETO			
area(m2)	h	sub-total	total
126	0.06	7.57	7.57 m3

ENCOFRADO, TARRAJEO Y PINTURA			
ancho	L	pañes	total
8.30	3.80	4.00	126 m2

**NOTA :** Colocación de vigueta : 2.08 ml x m2 ( según manual )

### C) Metrado para Losa con plancha colaborante Deck

#### ACERO

tramo	refuerzo	Luz libre	L metrado	fierro	Peso (Kg/m)	cantidad	sub total
T1	negativo	3.75 m	1.19 m	3/8	0.56	21	13.83
T2	negativo	3.75 m	2.80 m	3/8	0.56	21	32.54
T3	negativo	3.75 m	2.80 m	3/8	0.56	21	32.54
T4	negativo	3.75 m	2.80 m	3/8	0.56	21	32.54
T5	negativo	3.75 m	1.19 m	3/8	0.56	21	13.83
acero temperatura		long	8.90 m	1/4	0.32	65	184.55
		trans	16.40 m	1/4	0.32	36	186.83

**TOTAL 496.64 KG**

#### PLACA COLABORANTE ( AD -730 GAGE 20 )

cantidad	paños	longitud	total
9.22	4	3.85	128 m2

#### CONCRETO

área(m2)	h	sub-total	total
125	0.07	8.72	8.72 m3

#### PINTURA ANTICORROSIVA

ancho	largo	paños	total
8.30	3.80	4.00	126 m2

### D) Metrado para Losa maciza

tramo	refuerzo	Luz libre	L metrado	fierro	Peso (Kg/m)	cantidad	sub total
T1	negativo	3.80 m	1.26 m	1/2	1.27	18	29.51
T12	positivo	3.80 m	4.55 m	1/2	1.27	18	106.58
T2	negativo	3.80 m	2.83 m	1/2	1.27	28	99.55
T12	positivo	3.80 m	4.55 m	1/2	1.27	18	106.58
T3	negativo	3.80 m	2.83 m	1/2	1.27	28	99.55
T12	positivo	3.80 m	4.55 m	1/2	1.27	18	106.58
T4	negativo	3.80 m	2.83 m	1/2	1.27	28	99.55
T12	positivo	3.80 m	4.55 m	1/2	1.27	18	106.58
T5	negativo	3.80 m	1.26 m	1/2	1.27	18	29.51



acero temperatura	long	8.90 m	6 mm	0.28	65.6	163.48
		16.40 m	6 mm	0.28	36	163.48

ACERO TOTAL 1110.97 KG

ENCOFRADO, TARRAJEO Y PINTURA			
ancho	L	paños	total
8.30	3.80	4.00	126 m <sup>2</sup>

CONCRETO			
area(m <sup>2</sup> )	h	sub-total	total
126	0.15	18.92	18.92 m <sup>3</sup>

E) Metrado para Losa aligerada con viguetas pretensadas y bovedillas de poliestireno expandido

tramo	refuerzo	Luz libre	L metrado	fierro	Peso (Kg/m)	cantidad	sub total
T1	negativo	3.80 m	1.26 m	8 mm	0.39	17	8.16
T2	negativo	3.80 m	2.83 m	3/8	0.56	17	26.34
T3	negativo	3.80 m	2.83 m	3/8	0.56	17	26.34
T4	negativo	3.80 m	2.83 m	3/8	0.56	17	26.34
T5	negativo	3.80 m	1.26 m	8 mm	0.39	17	8.16
acero temperatura	long		8.90 m	6 mm	0.28	65.6	163.48
			16.40 m	6 mm	0.28	36	163.48

TOTAL 422.28 KG

LADRILLO ( 15x40x120)			
cantidad	N	paños	total
3	17	4	210 und

CONCRETO			
area(m <sup>2</sup> )	h	sub-total	total
126	0.06	7.57	7.57 m <sup>3</sup>

ENCOFRADO, TARRAJEO Y PINTURA			
ancho	L	paños	total
8.30	3.80	4.00	126 m <sup>2</sup>

**F) Metrado para Losa aligerada con bovedillas de poliestireno expandido**

tramo	refuerzo	Luz libre	L metrado	fierro	Peso (Kg/m)	cantidad	sub total
T1	negativo	3.80 m	1.26 m	8 mm	0.39	21	10.20
T12	positivo	3.80 m	4.60 m	3/8	0.56	21	53.45
T2	negativo	3.80 m	2.83 m	3/8	0.56	21	32.92
T23	positivo	3.80 m	4.60 m	3/8	0.56	21	53.45
T3	negativo	3.80 m	2.83 m	3/8	0.56	21	32.92
T34	positivo	3.80 m	4.60 m	3/8	0.56	21	53.45
T4	negativo	3.80 m	2.83 m	3/8	0.56	21	32.92
T45	positivo	3.80 m	4.60 m	3/8	0.56	21	53.45
T5	negativo	3.80 m	1.26 m	8 mm	0.39	21	10.20
acero temperatura	long		8.90 m	6 mm	0.28	41	102.17
			16.40 m	6 mm	0.28	22	102.17

**TOTAL 537.32 KG**

LADRILLO ( 15x30x120)			
cantidad	N	paños	total
3	21	4	263 und

CONCRETO			
área(m2)	h	sub-total	total
126	0.05	6.31	
0.015	3.8	4.7	11.04 m3

ENCOFRADO, TARRAJEO Y PINTURA			
ancho	L	paños	total
8.30	3.80	4.00	126 m2

## 5.2 COMPARACIÓN DE COSTOS

Para poder comparar los costos de los diferentes tipos de losas se tendrá que hacer un breve análisis de costo unitario, este análisis se ha hecho con datos reales de costos de las obras visitadas y también se tuvo que hacer con datos de algunos estudios realizados. Estos costos unitarios se han tomado sólo para la ciudad de lima.

### ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS DE LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL

Rendimiento		60.000	M3/DIA	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 Kg/cm2			Costo unitario directo por : M3	S/. 251.20
<b>Cuadrilla :</b>		0.1 capataz + 2 operario + 1 oficial + 5 peón						
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial		
<b>Mano de Obra</b>								
470022	CAPATAZ	HH	0.10	0.0133	16.48	0.22		
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.2667	14.37	3.83		
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.1333	12.61	1.68		
470104	PEON	HH	5.00	0.6667	11.40	7.60		
<b>Materiales</b>								
050031	SERVICIO DE BOMBA	M3		1.0000	26.07	26.07		
380000	CONCRETO 210 Kg/cm2	M3		1.0300	203.69	209.80		
<b>Equipos</b>								
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	13.33	0.40		
491007	VIBRADOR	HM	2.00	0.2667	6.00	1.60		
							S/. 251.20	

Partida		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA					
Rendimiento		15.000	M2/DIA	Costo unitario directo por : M2			S/. 32.18
<b>Cuadrilla :</b>		0.1 capataz + 1 operario + 1 oficial + 0.5 peón					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
<b>Mano de Obra</b>							
470102	CAPATAZ	HH	0.10	0.0533	16.48	0.88	
470103	OPERARIO	HH	1.00	0.5333	14.37	7.66	
470104	OFICIAL	HH	1.00	0.5333	12.61	6.73	
470104	PEON	HH	0.50	0.2667	11.40	3.04	
<b>Materiales</b>							
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.3000	3.65	1.10	
020410	ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0.2000	4.20	0.84	
430103	MADERA TORNILLO	P2		4.2400	2.60	11.02	
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	18.31	0.92	
							S/. 32.18

Partida		ACERO PARA LOSAS Fy=4200 KG/CM2				
<b>Rendimiento</b>	250.000	KG/DIA			Costo unitario directo por : KG	<b>S/. 4.02</b>
<b>Cuadrilla :</b>	1 operario + 1 oficial					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0320	14.37	0.46
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0320	12.61	0.40
<b>Materiales</b>						
020409	ALAMBRE NEGRO N° 16	KG		0.0250	4.20	0.11
029704	ACERO CONSTRUCCION CORRUGADO	KG		1.0500	2.85	2.99
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.46	0.02
489605	CIZALLA P/CORTE DE FIERRO	HM	0.25	0.0080	5.00	0.04
						<b>S/. 4.02</b>

Partida		LADRILLO HUECO 015x0.30x0.30				
<b>Rendimiento</b>	1,500.000	UND/DIA			Costo unitario directo por : UND	<b>S/. 2.46</b>
<b>Cuadrilla :</b>	0.1 capataz + 1 operario + 6 peón					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	CAPATAZ	HH	0.10	0.0005	16.48	0.01
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0053	14.37	0.08
470103	PEON	HH	6.00	0.0320	11.40	0.36
<b>Materiales</b>						
029704	LADRILLO P7TECHO DE 15x30x30 CM 8HUECOS	UND		1.0500	1.90	2.00
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.45	0.01
						<b>S/. 2.46</b>

Partida		Tarrajeo de Cielorraso e=1.5cm Mezcla 1:5				
<b>Rendimiento</b>	10.000 M2/DIA				Costo unitario directo por : M2	<b>S/. 20.68</b>
<b>Cuadrilla :</b>	1 operario + 0.5 peón					
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.8000	14.37	11.50
470103	PEON	HH	0.50	0.4000	11.40	4.56
	<b>Materiales</b>					
402562	ARENA FINA	M3		0.0170	16.80	0.29
210546	CEMENTO PORTLAND	BOL		0.2570	15.00	3.86
	<b>Equipos</b>					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	16.06	0.48
						<b>S/. 20.68</b>

Partida		Pintura látex 2 manos en cielo raso				
<b>Rendimiento</b>	40.000 M2/DIA				Costo unitario directo por : M2	<b>S/. 6.08</b>
<b>Cuadrilla :</b>	1 operario					
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.2000	14.37	2.87
	<b>Materiales</b>					
402562	IMPRIMANTE	GLN		0.1300	14.36	1.87
210546	PINTURA LATEX	GLN		0.0400	31.33	1.25
	<b>Equipos</b>					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.87	0.09
						<b>S/. 6.08</b>

## ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS DE LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS PRETENSADAS FIRTH

			<b>CONCRETO PREMEZCLADO</b>			
			<b>f<sub>c</sub>=210 Kg/cm<sup>2</sup></b>			
<b>Rendimiento</b>	60.000	M3/DIA			Costo unitario	<b>S/. 251.20</b>
			directo por : M3			
<b>o</b>						
<b>Cuadrilla :</b> 0.1 capataz + 2 operario + 1 oficial + 5 peón						
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470022	CAPATAZ	HH	0.10	0.0133	16.48	0.22
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.2667	14.37	3.83
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.1333	12.61	1.68
470104	PEON	HH	5.00	0.6667	11.40	7.60
<b>Materiales</b>						
050031	SERVICIO DE BOMBA	M3		1.0000	26.07	26.07
380000	CONCRETO 210 Kg/cm <sup>2</sup>	M3		1.0300	203.69	209.80
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	13.33	0.40
491007	VIBRADOR	HM	2.00	0.2667	6.00	1.60
						<b>S/. 251.20</b>

<b>Partida</b>		<b>APUNTALAMIENTO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS</b>				
<b>Rendimiento</b>	150.000	M2/DIA			Costo unitario	<b>S/.</b>
			directo por : M2			
			<b>3.85</b>			
<b>Cuadrilla :</b> 0.1 capataz + 1 operario + 1 oficial						
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470102	CAPATAZ	HH	0.10	0.0053	16.48	0.09
470103	OPERARIO	HH	1.00	0.0533	14.37	0.77
470104	OFICIAL	HH	1.00	0.0533	12.61	0.67
<b>Materiales</b>						
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.0300	3.65	0.11
020410	ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0.2000	4.20	0.84
430103	MADERA TORNILLO	P2		0.5000	2.60	1.30
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.53	0.08
						<b>S/. 3.85</b>

<b>Partida</b>	<b>ACERO PARA LOSAS F<sub>y</sub>=4200 KG/CM<sup>2</sup></b>				
----------------	--	--	--	--	--

<b>Rendimiento</b>		250.000	KG/DIA			Costo unitario directo por : KG	<b>S/. 4.02</b>
<b>Cuadrilla :</b>	1 operario + 1 oficial						
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0320	14.37	0.46	
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0320	12.61	0.40	
<b>Materiales</b>							
020409	ALAMBRE NEGRO N°16	KG		0.0250	4.20	0.11	
029704	ACERO CONSTRUCCION CORRUGADO	KG		1.0500	2.85	2.99	
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.46	0.02	
489605	CIZALLA P/CORTE DE FIERRO	HM	0.25	0.0080	5.00	0.04	
							<b>S/. 4.02</b>

<b>Partida</b>		<b>LADRILLO HUECO 015x0.40x0.25</b>					
<b>Rendimiento</b>		1,500.000	UND/DIA			Costo unitario directo por : UND	<b>S/. 3.30</b>
<b>Cuadrilla :</b>	0.1 capataz + 1 operario + 6 peón						
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
470102	CAPATAZ	HH	0.10	0.0005	16.48	0.01	
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0053	14.37	0.08	
470103	PEON	HH	6.00	0.0320	11.40	0.36	
<b>Materiales</b>							
029704	LADRILLO P7TECHO DE 15x40x25 CM	UND		1.0500	2.70	2.84	
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.45	0.01	
							<b>S/. 3.30</b>

<b>Partida</b>		<b>SUMINISTRO Y COLOCACION DE VIGUETA V-101</b>					
<b>Rendimiento</b>		260.000	ML/DIA			Costo unitario directo por : ML	<b>S/. 13.58</b>
<b>Cuadrilla :</b>	0.1 capataz + 1 operario + 3 peón						
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
470102	CAPATAZ	HH	0.10	0.0031	16.48	0.05	
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0308	14.37	0.44	
470103	PEON	HH	3.00	0.0923	11.40	1.05	
<b>Materiales</b>							
029704	VIGUETAS FIRTH V-101	ML		1.0000	12.00	12.00	
<b>Equipos</b>							
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	1.55	0.03	
							<b>S/. 13.58</b>

Partida			Tarrajeo de Cielorraso e=1.5cm Mezcla 1:5			
<b>Rendimiento</b>	10.000	M2/DIA			Costo unitario directo por : M2	<b>S/. 20.68</b>
<b>Cuadrilla :</b>	1 operario + 0.5 peón					
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.8000	14.37	11.50
470103	PEON	HH	0.50	0.4000	11.40	4.56
<b>Materiales</b>						
402562	ARENA FINA	M3		0.0170	16.80	0.29
210546	CEMENTO PORTLAND	BOL		0.2570	15.00	3.86
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	16.06	0.48
						<b>S/. 20.68</b>

Partida			Pintura látex 2 manos en cielo raso			
<b>Rendimiento</b>	40.000	M2/DIA			Costo unitario directo por : M2	<b>S/. 6.08</b>
<b>Cuadrilla :</b>	1 operario					
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.2000	14.37	2.87
<b>Materiales</b>						
402562	IMPRIMANTE	GLN		0.1300	14.36	1.87
210546	PINTURA LATEX	GLN		0.0400	31.33	1.25
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.87	0.09
						<b>S/. 6.08</b>



## ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS DE LOSA COLABORANTE CON ACERO

### DECK

Partida	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 Kg/cm2					
Rendimiento	60.000	M3/DIA			Costo unitario directo por : M3	<b>S/. 251.20</b>
Cuadrilla :	0.1 capataz + 2 operario + 1 oficial + 5 peón					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	CAPATAZ	HH	0.10	0.0133	16.48	0.22
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.2667	14.37	3.83
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.1333	12.61	1.68
470104	PEON	HH	5.00	0.6667	11.40	7.60
<b>Materiales</b>						
050031	SERVICIO DE BOMBA	M3		1.0000	26.07	26.07
380000	CONCRETO 210 Kg/cm2	M3		1.0300	203.69	209.80
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	13.33	0.40
491007	VIBRADOR	HM	2.00	0.2667	6.00	1.60
						<b>S/. 251.20</b>

Partida	PLACA COLABORANTE					
Rendimiento	40.000	M2/DIA			Costo unitario directo por : M2	<b>S/. 60.40</b>
Cuadrilla :	0.1 capataz + 1 operario + 1 oficial					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	CAPATAZ	HH	0.10	0.0200	16.48	0.33
470103	OPERARIO	HH	1.00	0.2000	14.37	2.87
470104	OFICIAL	HH	1.00	0.2000	12.61	2.52
<b>Materiales</b>						
020105	PLACA COLABORANTE GAGE 20	M2		1.0000	54.50	54.50
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	5.73	0.17
						<b>S/. 60.4</b>

Partida		ACERO PARA LOSAS Fy=4200 KG/CM2				
<b>Rendimiento</b>	250.000	KG/DIA			Costo unitario directo por : KG	<b>S/. 4.02</b>
<b>Cuadrilla :</b>	1 operario + 1 oficial					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0320	14.37	0.46
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0320	12.61	0.40
<b>Materiales</b>						
020409	ALAMBRE NEGRO N°16	KG		0.0250	4.20	0.11
029704	ACERO CONSTRUCCION CORRUGADO	KG		1.0500	2.85	2.99
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.46	0.02
489605	CIZALLA P/CORTE DE FIERRO	HM	0.25	0.0080	5.00	0.04
						<b>S/. 4.02</b>

Partida		APUNTALAMIENTO TEMPORAL DE LOSA COLABORANTE				
<b>Rendimiento</b>	150.000	M2/DIA			Costo unitario directo por : M2	<b>S/. 3.85</b>
<b>Cuadrilla :</b>	0.1 capataz + 1 operario + 1 oficial					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	CAPATAZ	HH	0.10	0.0053	16.48	0.09
470103	OPERARIO	HH	1.00	0.0533	14.37	0.77
470104	OFICIAL	HH	1.00	0.0533	12.61	0.67
<b>Materiales</b>						
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.0300	3.65	0.11
020410	ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0.2000	4.20	0.84
430103	MADERA TORNILLO	P2		0.5000	2.60	1.30
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.53	0.08
						<b>S/. 3.85</b>

Partida		Pintura Anticorrosiva				
<b>Rendimiento</b>	50.000	M2/DIA			Costo unitario directo por : M2	<b>S/. 6.92</b>
<b>Cuadrilla :</b>	1 operario					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	CAPATAZ	HH	0.50	0.0800	16.48	1.32
470102	OPERARIO	HH	2.50	0.4000	14.37	5.75
<b>Materiales</b>						
210546	PINTURA LATEX	GLN		0.0400	25.06	1.00
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	5.75	0.17
						<b>S/. 6.92</b>

### ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS DE LOSA MACIZA POSTENSADA

Para los costos del postensado de losas se tuvo que analizar a partir de un proyecto realizado por la empresa Samayca Ingenieros S.A, la cual realizó la construcción de losas y vigas postensadas en la obra del Banco Wiese – San Isidro. De esta información se ha podido extraer algunos costos y rendimientos para el análisis que se hará, por tanto este análisis para el postensado se está haciendo en aspectos muy generales, aproximando algunos costos para poder comparar con los demás sistemas.

Los datos recolectados son los siguientes:

Analizando estos datos podemos sacar un promedio de:

$$1) 34498.66/850 = 40.58 \text{ tn-metro /m}^2$$

$$2) 45595.81 / 1100 = 41.45 \text{ tn-metro /m}^2$$

Se puede concluir en rasgos generales que se utilizará = 41 tn –metro / m<sup>2</sup> (losa).

Lo que quiere decir que para un metro cuadrado de losa se va a requerir 41 tn-m, con lo cual si esto se multiplica con el costo unitario se obtendría el costo del postensado por metro cuadrado de losa que sería = **S/. 45.12 / m<sup>2</sup>**

Partida		Suministro de cables y Postensado en losas con tendones no adheridos				
Rendimiento	tn-m / día				Costo unitario directo por : Tn-m	\$/
						1.10
<b>Cuadrilla :</b>	1 técnico + 3 operario + 3 oficial					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	TECNICO	HH	1.00	0.0026	15.00	0.04
470102	OPERARIO	HH	3.00	0.0078	14.37	0.11
470103	OFICIAL	HH	3.00	0.0078	12.61	0.10
<b>Materiales</b>						
050031	ACERO DE PRETENSAR 0.5"	KG		0.0582	8.38	0.49
380000	ANCLAJES MONOTORON 0.5"	UND		0.0084	20.10	0.17
380001	SILLAS DE SOPORTE	M2		0.0314	3.02	0.09
380002	FIERRO SOPORTE 1/2"	KG		0.0214	2.14	0.05
380003	MORTERO EPOXICO	GLN		0.0001	50.25	0.01
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		10.0000	0.25	0.02
491007	GATO, BOMBA HIDRAULICA	HM		0.0007	40.00	0.03
						<b>\$/ 1.10</b>

Partida		CONCRETO PREMEZCLADO f'c=350 Kg/cm2				
Rendimiento	60.000 M3/DIA				Costo unitario directo por : M3	\$/
						311.26
<b>Cuadrilla :</b>	0.1 capataz + 2 operario + 1 oficial + 5 peón					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	CAPATAZ	HH	0.10	0.0133	16.48	0.22
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.2667	14.37	3.83
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.1333	12.61	1.68
470104	PEON	HH	5.00	0.6667	11.40	7.60
<b>Materiales</b>						
050031	SERVIICIO DE BOMBA	M3		1.0000	26.07	26.07
380000	CONCRETO 350 Kg/cm2	M3		1.0300	262.00	269.86
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	13.33	0.40
491007	VIBRADOR	HM	2.00	0.2667	6.00	1.60
						<b>\$/ 311.26</b>

Partida		ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE LOSA MACIZA				
<b>Rendimiento</b>	12.000	M2/DIA			Costo unitario directo por : M2	<b>S/. 35.48</b>
<b>Cuadrilla :</b>	0.1 capataz + 1 operario + 1 oficial + 0.5 peón					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	CAPATAZ	HH	0.10	0.0667	16.48	1.10
470103	OPERARIO	HH	1.00	0.6667	14.37	9.58
470104	OFICIAL	HH	1.00	0.6667	12.61	8.41
470104	PEON	HH	0.50	0.3333	11.40	3.80
<b>Materiales</b>						
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.0300	3.65	0.11
020410	ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0.2000	4.20	0.84
430103	MADERA TORNILLO	P2		4.0400	2.60	10.50
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	22.89	1.14
						<b>S/. 35.48</b>

Partida		Tarrajeo de Cielorraso e=1.5cm Mezcla 1:5				
<b>Rendimiento</b>	10.000	M2/DIA			Costo unitario directo por : M2	<b>S/. 20.68</b>
<b>Cuadrilla :</b>	1 operario + 0.5 peón					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.8000	14.37	11.50
470103	PEON	HH	0.50	0.4000	11.40	4.56
<b>Materiales</b>						
402562	ARENA FINA	M3		0.0170	16.80	0.29
210546	CEMENTO PORTLAND	BOL		0.2570	15.00	3.86
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	16.06	0.48
						<b>S/. 20.68</b>

Partida		Pintura látex 2 manos en cielo raso				
<b>Rendimiento</b>	40.000	M2/DIA			Costo unitario directo por : M2	<b>S/. 6.08</b>
<b>Cuadrilla :</b>	1 operario					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.2000	14.37	2.87
<b>Materiales</b>						
402562	IMPRIMANTE	GLN		0.1300	14.36	1.87
210546	PINTURA LATEX	GLN		0.0400	31.33	1.25
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.87	0.09
						<b>S/. 6.08</b>

### ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS DE LOSA MACIZA

Partida		CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =210 Kg/cm <sup>2</sup>				
<b>Rendimiento</b>	60.000	M3/DIA			Costo unitario directo por : M3	<b>S/. 251.20</b>
<b>Cuadrilla :</b>	0.1 capataz + 2 operario + 1 oficial + 5 peón					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470022	CAPATAZ	HH	0.10	0.0133	16.48	0.22
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.2667	14.37	3.83
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.1333	12.61	1.68
470104	PEON	HH	5.00	0.6667	11.40	7.60
<b>Materiales</b>						
050031	SERVICIO DE BOMBA	M3		1.0000	26.07	26.07
380000	CONCRETO 210 Kg/cm <sup>2</sup>	M3		1.0300	203.69	209.80
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	13.33	0.40
491007	VIBRADOR	HM	2.00	0.2667	6.00	1.60
						<b>S/. 251.20</b>

Partida		ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE LOSA MACIZA				
<b>Rendimiento</b>	12.000	M2/DIA			Costo unitario directo por : M2	<b>S/. 35.48</b>
<b>Cuadrilla :</b>	0.1 capataz + 1 operario + 1 oficial + 0.5 peón					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	CAPATAZ	HH	0.10	0.0667	16.48	1.10
470103	OPERARIO	HH	1.00	0.6667	14.37	9.58
470104	OFICIAL	HH	1.00	0.6667	12.61	8.41
470104	PEON	HH	0.50	0.3333	11.40	3.80
<b>Materiales</b>						
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.0300	3.65	0.11
020410	ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0.2000	4.20	0.84
430103	MADERA TORNILLO	P2		4.0400	2.60	10.50
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	22.89	1.14
						<b>S/. 35.48</b>

Partida		ACERO PARA LOSAS Fy=4200 KG/CM2				
<b>Rendimiento</b>	250.000	KG/DIA			Costo unitario directo por : KG	<b>S/. 4.02</b>
<b>Cuadrilla :</b>	1 operario + 1 oficial					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0320	14.37	0.46
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0320	12.61	0.40
<b>Materiales</b>						
020409	ALAMBRE NEGRO N°16	KG		0.0250	4.20	0.11
029704	ACERO CONSTRUCCION CORRUGADO	KG		1.0500	2.85	2.99
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.46	0.02
489605	CIZALLA P/CORTE DE FIERRO	HM	0.25	0.0080	5.00	0.04
						<b>S/. 4.02</b>

Partida		Tarrajeo de Cielorraso e=1.5cm Mezcla 1:5				
<b>Rendimiento</b>	10.000 M2/DIA				Costo unitario directo por : M2	<b>S/. 20.68</b>
<b>Cuadrilla :</b>	1 operario + 0.5 peón					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.8000	14.37	11.50
470103	PEON	HH	0.50	0.4000	11.40	4.56
<b>Materiales</b>						
402562	ARENA FINA	M3		0.0170	16.80	0.29
210546	CEMENTO PORTLAND	BOL		0.2570	15.00	3.86
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	16.06	0.48
						<b>S/. 20.68</b>

Partida		Pintura látex 2 manos en cielo raso				
<b>Rendimiento</b>	40.000 M2/DIA				Costo unitario directo por : M2	<b>S/. 6.08</b>
<b>Cuadrilla :</b>	1 operario					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.2000	14.37	2.87
<b>Materiales</b>						
402562	IMPRIMANTE	GLN		0.1300	14.36	1.87
210546	PINTURA LATEX	GLN		0.0400	31.33	1.25
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.87	0.09
						<b>S/. 6.08</b>



**ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS DE LOSA CON VIGUETAS  
PRETENSADAS Y BOVEDILLAS DE POLIESTIRENO**

			<b>CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 Kg/cm2</b>			
<b>Rendimiento</b>	60.000	M3/DIA			Costo unitario directo por : M3	<b>S/. 251.20</b>
<b>Cuadrilla :</b>	0.1 capataz + 2 operario + 1 oficial + 5 peón					
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470022	CAPATAZ	HH	0.10	0.0133	16.48	0.22
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.2667	14.37	3.83
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.1333	12.61	1.68
470104	PEON	HH	5.00	0.6667	11.40	7.60
<b>Materiales</b>						
050031	SERVICIO DE BOMBA	M3		1.0000	26.07	26.07
380000	CONCRETO 210 Kg/cm2	M3		1.0300	203.69	209.80
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	13.33	0.40
491007	VIBRADOR	HM	2.00	0.2667	6.00	1.60
						<b>S/. 251.20</b>

			<b>APUNTALAMIENTO TEMPORAL DE LOSA ALIGERADA</b>			
<b>Partida</b>						
<b>Rendimiento</b>	150.000	M2/DIA			Costo unitario directo por : M2	<b>S/. 3.85</b>
<b>Cuadrilla :</b>	0.1 capataz + 1 operario + 1 oficial					
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470102	CAPATAZ	HH	0.10	0.0053	16.48	0.09
470103	OPERARIO	HH	1.00	0.0533	14.37	0.77
470104	OFICIAL	HH	1.00	0.0533	12.61	0.67
<b>Materiales</b>						
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.0300	3.65	0.11
020410	ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0.2000	4.20	0.84
430103	MADERA TORNILLO	P2		0.5000	2.60	1.30
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.53	0.08
						<b>S/. 3.85</b>

Partida		ACERO PARA LOSAS Fy=4200 KG/CM2				
<b>Rendimiento</b>	250.000	KG/DIA			Costo unitario directo por : KG	<b>S/. 4.02</b>
<b>Cuadrilla :</b>	1 operario + 1 oficial					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0320	14.37	0.46
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0320	12.61	0.40
<b>Materiales</b>						
020409	ALAMBRE NEGRO N°16	KG		0.0250	4.20	0.11
029704	ACERO CONSTRUCCION CORRUGADO	KG		1.0500	2.85	2.99
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.46	0.02
489605	CIZALLA P/CORTE DE FIERRO	HM	0.25	0.0080	5.00	0.04
						<b>S/. 4.02</b>

Partida		BOVEDILLA POLIESTIRENO 015x0.40x1.20				
<b>Rendimiento</b>	1,500.000	UND/DIA			Costo unitario directo por : UND	<b>S/. 6.45</b>
<b>Cuadrilla :</b>	0.1 capataz + 1 operario + 6 peón					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	CAPATAZ	HH	0.10	0.0005	16.48	0.01
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0053	14.37	0.08
470103	PEON	HH	6.00	0.0320	11.40	0.36
<b>Materiales</b>						
029704	LADRILLO TECNOPOR 0.15X0.40X1.20	UND		1.0500	5.70	5.99
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.45	0.01
						<b>S/. 6.45</b>

Partida		SUMINISTRO Y COLOCACION DE VIGUETA				
<b>Rendimiento</b>	260.000 ML/DIA				Costo unitario directo por : ML	<b>S/. 13.58</b>
<b>Cuadrilla :</b>	0.1 capataz + 1 operario + 3 peón					
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470102	CAPATAZ	HH	0.10	0.0031	16.48	0.05
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0308	14.37	0.44
470103	PEON	HH	3.00	0.0923	11.40	1.05
<b>Materiales</b>						
029704	VIGUETAS FIRTH V-101	ML		1.0000	12.00	12.00
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	1.55	0.03
						<b>S/. 13.58</b>

Partida		Tarrajeo de Cielorraso e=1.5cm Mezcla 1:5				
<b>Rendimiento</b>	10.000 M2/DIA				Costo unitario directo por : M2	<b>S/. 20.68</b>
<b>Cuadrilla :</b>	1 operario + 0.5 peón					
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.8000	14.37	11.50
470103	PEON	HH	0.50	0.4000	11.40	4.56
<b>Materiales</b>						
402562	ARENA FINA	M3		0.0170	16.80	0.29
210546	CEMENTO PORTLAND	BOL		0.2570	15.00	3.86
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	16.06	0.48
						<b>S/. 20.68</b>

Partida		Pintura látex 2 manos en cielo raso				
<b>Rendimiento</b>	40.000 M2/DIA				Costo unitario directo por : M2	<b>S/. 6.08</b>
<b>Cuadrilla :</b>	1 operario					
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.2000	14.37	2.87
<b>Materiales</b>						
402562	IMPRIMANTE	GLN		0.1300	14.36	1.87
210546	PINTURA LATEX	GLN		0.0400	31.33	1.25
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.87	0.09
						<b>S/. 6.08</b>

**ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS DE LOSA ALIGERADA CON  
BOVEDILLAS DE POLIESTIRENO**

			<b>CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 Kg/cm2</b>			
<b>Rendimiento</b>	60.000	M3/DIA			Costo unitario	<b>S/. 251.20</b>
<b>o</b>					directo por : M3	
<b>Cuadrilla :</b>	0.1 capataz + 2 operario + 1 oficial + 5 peón					
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470022	CAPATAZ	HH	0.10	0.0133	16.48	0.22
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.2667	14.37	3.83
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.1333	12.61	1.68
470104	PEON	HH	5.00	0.6667	11.40	7.60
<b>Materiales</b>						
050031	SERVICIO DE BOMBA	M3		1.0000	26.07	26.07
380000	CONCRETO 210 Kg/cm2	M3		1.0300	203.69	209.80
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	13.33	0.40
491007	VIBRADOR	HM	2.00	0.2667	6.00	1.60
						<b>S/. 251.20</b>

<b>Partida</b>			<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA</b>			
<b>Rendimiento</b>	15.000	M2/DIA			Costo unitario	<b>S/.</b>
<b>o</b>					directo por : M2	<b>32.18</b>
<b>Cuadrilla :</b>	0.1 capataz + 1 operario + 1 oficial + 0.5 peón					
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
<b>Mano de Obra</b>						
470102	CAPATAZ	HH	0.10	0.0533	16.48	0.88
470103	OPERARIO	HH	1.00	0.5333	14.37	7.66
470104	OFICIAL	HH	1.00	0.5333	12.61	6.73
470104	PEON	HH	0.50	0.2667	11.40	3.04
<b>Materiales</b>						
020105	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.3000	3.65	1.10
020410	ALAMBRE NEGRO N°8	KG		0.2000	4.20	0.84
430103	MADERA TORNILLO	P2		4.2400	2.60	11.02
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	18.31	0.92
						<b>S/.</b>
						<b>32.18</b>

Partida		ACERO PARA LOSAS Fy=4200 KG/CM2				
<b>Rendimiento</b>	250.000	KG/DIA			Costo unitario directo por : KG	<b>S/. 4.02</b>
<b>Cuadrilla :</b>	1 operario + 1 oficial					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0320	14.37	0.46
470103	OFICIAL	HH	1.00	0.0320	12.61	0.40
<b>Materiales</b>						
020409	ALAMBRE NEGRO N°16	KG		0.0250	4.20	0.11
029704	ACERO CONSTRUCCION CORRUGADO	KG		1.0500	2.85	2.99
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.46	0.02
489605	CIZALLA P/CORTE DE FIERRO	HM	0.25	0.0080	5.00	0.04
						<b>S/. 4.02</b>

Partida		BOVEDILLA POLIESTIRENO 015x0.30x1.20				
<b>Rendimiento</b>	1,500.000	UND/DIA			Costo unitario directo por : UND	<b>S/. 6.45</b>
<b>Cuadrilla :</b>	0.1 capataz + 1 operario + 6 peón					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470102	CAPATAZ	HH	0.10	0.0005	16.48	0.01
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.0053	14.37	0.08
470103	PEON	HH	6.00	0.0320	11.40	0.36
<b>Materiales</b>						
029704	LADRILLO TECNOPOR 0.15X0.30X1.20	UND		1.0500	5.70	5.99
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.45	0.01
						<b>S/. 6.45</b>

Partida		Tarrajeo de Cielorraso e=1.5cm Mezcla 1:5				
<b>Rendimiento</b>	10.000	M2/DIA			Costo unitario directo por : M2	<b>S/. 20.68</b>
<b>Cuadrilla :</b>	1 operario + 0.5 peón					
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.8000	14.37	11.50
470103	PEON	HH	0.50	0.4000	11.40	4.56
	<b>Materiales</b>					
402562	ARENA FINA	M3		0.0170	16.80	0.29
210546	CEMENTO PORTLAND	BOL		0.2570	15.00	3.86
	<b>Equipos</b>					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	16.06	0.48
						<b>S/. 20.68</b>

Partida		PINTURA LÁTEX 2 MANOS EN CIELO RASO				
<b>Rendimiento</b>	40.000	M2/DIA			Costo unitario directo por : M2	<b>S/. 6.08</b>
<b>Cuadrilla :</b>	1 operario					
<b>Código</b>	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
470102	OPERARIO	HH	1.00	0.2000	14.37	2.87
	<b>Materiales</b>					
402562	IMPRIMANTE	GLN		0.1300	14.36	1.87
210546	PINTURA LATEX	GLN		0.0400	31.33	1.25
	<b>Equipos</b>					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.87	0.09
						<b>S/. 6.08</b>

## PRESUPUESTOS DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE LOSA

### PRESUPUESTO COSTO DIRECTO OBRA: LOSA PARA ESTACIONAMIENTOS

PRESUPUESTO : PRESUPUESTO COSTO DIRECTO

OBRA: LOSA PARA ESTACIONAMIENTOS

TIPO DE LOSA : LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL h=0.20

m

ITEM	DESCRIPCIÓN	und	metrado	P.U (S/.)	Subtotal
01.01.00	Encofrado y desencofrado	m2	126	S/. 32.18	S/. 4059.83
01.01.01	acero fy=4200	kg	801.11	S/. 4.02	S/. 3220.46
01.01.02	ladrillo hueco 15x30x30	und	1051	S/. 2.46	S/. 2586.28
01.01.03	concreto f'c=210 Kg/cm2	m3	11.0	S/. 251.20	S/. 2773.00
01.01.04	Tarrajeo de Cielorraso e=1.5cm Mezcla 1:5	m2	126.0	S/. 20.68	S/. 2605.68
01.01.05	Pintura de Cielorrasos latex - 2 manos	m2	126.0	S/. 6.08	S/. 766.08
<b>Costo directo =</b>					<b>S/. 16011.32</b>
<b>Área de losa = 126 m2</b>					
<b>Costo /m2 = Costo directo /área = S/. 127.07</b>					

PRESUPUESTO : PRESUPUESTO COSTO DIRECTO

OBRA: LOSA PARA ESTACIONAMIENTOS

TIPO DE LOSA : LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS PRETENSADAS

h=0.20 m

ITEM	DESCRIPCIÓN	und	metrado	P.U (S/.)	Subtotal
01.01.00	Encofrado y desencofrado	m2	126	S/. 3.85	S/. 485.72
01.01.01	acero fy=4200	kg	490.07	S/. 4.02	S/. 1970.06
01.01.02	ladrillo hueco 15x40x25	und	1009	S/. 3.30	S/. 3330.62
01.01.03	Suministro y colocación de vigueta	m1	265	S/. 13.58	S/. 3593.27
01.01.04	concreto f'c=210 Kg/cm2	m3	7.57	S/. 251.20	S/. 1901.48
01.01.05	Tarrajeo de Cielorraso e=1.5cm Mezcla 1:5	m2	126.0	S/. 20.68	S/. 2605.68
01.01.06	Pintura de Cielorrasos al Oleo - 2 manos	m2	126.0	S/. 6.08	S/. 766.08
<b>Costo directo =</b>					<b>S/. 14652.91</b>
<b>Área de losa = 126 m2</b>					
<b>Costo /m2 = Costo directo /área = S/. 116.29</b>					

PRESUPUESTO : PRESUPUESTO COSTO DIRECTO

OBRA: LOSA PARA ESTACIONAMIENTOS

TIPO DE LOSA : LOSA COLABORANTE CON ACERO DECK h=0.14 m

ITEM	DESCRIPCION	und	metrado	P.U (S/.)	Subtotal
01.01.00	acero fy=4200	kg	496.64	S/. 4.02	S/. 1996.50
01.01.01	placa colaborante	m2	128	S/. 60.4	S/. 7720.33
01.01.02	concreto f'c=210 Kg/cm2	m3	8.72	S/. 251.20	S/. 2189.21
01.01.03	apuntalamiento temporal	m2	126.00	S/. 3.85	S/. 485.10
01.01.04	Pintura anticorrosiva	m2	126.00	S/. 6.92	S/. 871.92
<b>Costo directo =</b>					<b>S/. 13263.06</b>
<b>Área de losa = 126 m2</b>					
<b>Costo /m2 = Costo directo /área = S/. 105.26</b>					

PRESUPUESTO : PRESUPUESTO COSTO DIRECTO

OBRA: LOSA PARA ESTACIONAMIENTOS

TIPO DE LOSA : LOSA MACIZA POSTENSADA h=0.13 m

ITEM	DESCRIPCION	und	metrado	P.U (S/.)	Subtotal
01.01.00	acero fy=4200	kg	151.2	S/. 4.02	S/. 607.82
01.01.01	encofrado y desencofrado	m2	126	S/. 35.48	S/. 4470.48
01.01.02	postensado	m2	126	S/. 45.12	S/. 5685.12
01.01.03	concreto f'c=350 Kg/cm2	m3	16.38	S/. 311.26	S/. 5098.44
01.01.04	Tarrajeo de Cielorraso e=1.5cm	m2	126	S/. 20.68	S/. 2605.68
01.01.05	Mezcla 1:5				
	Pintura de Cielorrasos al Oleo - 2	m2	126	S/. 6.08	S/. 766.08
	manos				
<b>Costo directo =</b>					<b>S/. 19233.62</b>
<b>Área de losa = 126 m2</b>					
<b>Costo /m2 = Costo directo /área = S/. 152.65</b>					

PRESUPUESTO : PRESUPUESTO COSTO DIRECTO

OBRA: LOSA PARA ESTACIONAMIENTOS

TIPO DE LOSA : LOSA MACIZA H= 0.15 m

ITEM	DESCRIPCION	und	metrado	P.U (S/.)	Subtotal
01.01.00	acero fy=4200	kg	1110.97	S/. 4.02	S/. 4466.10
01.01.01	Encofrado y desencofrado	m2	126	S/. 35.48	S/. 4470.48
01.01.02	concreto f'c=210 Kg/cm2	m3	18.92	S/. 251.20	S/. 4752.70
01.01.03	Tarrajeo de Cielorraso e=1.5cm	m2	126	S/. 20.68	S/. 2605.68
01.01.04	Mezcla 1:5				
	Pintura de Cielorrasos al Oleo - 2	m2	126	S/. 6.08	S/. 766.08
	manos				
<b>Costo directo =</b>					<b>S/. 17061.04</b>
<b>Área de losa = 126 m2</b>					
<b>Costo /m2 = Costo directo /área = S/. 135.41</b>					



PRESUPUESTO : PRESUPUESTO COSTO DIRECTO

OBRA: LOSA PARA ESTACIONAMIENTOS

TIPO DE LOSA : LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS PRETENSADAS Y BOVEDILLAS DE POLIESTIRENO  
h= 0.20 m

ITEM	DESCRIPCION	und	metrado	P.U (S/.)	Subtotal
01.01.00	Encofrado y desencofrado	m2	126	S/. 3.85	S/. 485.10
01.01.01	acero fy=4200	kg	422.28	S/. 4.02	S/. 1697.57
01.01.02	bovedilla tecnopor 15x40x120	und	210	S/. 5.70	S/. 1197.00
01.01.03	Suministro y colocación de vigueta	ml	265	S/. 13.58	S/. 3593.27
01.01.04	concreto f'c=210 Kg/cm2	m3	7.57	S/. 251.20	S/. 1901.58
01.01.05	Tarrajeo de Cielorraso e=1.5cm Mezcla 1:5	m2	126	S/. 20.68	S/. 2605.68
01.01.06	Pintura de Cielorrasos látex - 2 manos	m2	126	S/. 6.08	S/. 766.08
<b>Costo directo =</b>					<b>S/. 12246.28</b>
 <b>Área de losa = 126 m2</b>					
<b>Costo /m2 = Costo directo /área = S/. 97.19</b>					

PRESUPUESTO : PRESUPUESTO COSTO DIRECTO

OBRA: LOSA PARA ESTACIONAMIENTOS

TIPO DE LOSA : LOSA ALIGERADA CON BOVEDILLAS DE POLIESTIRENO h= 0.20 m

ITEM	DESCRIPCION	und	metrado	P.U (S/.)	Subtotal
01.01.00	Encofrado y desencofrado	m2	126	S/. 32.18	S/. 4054.68
01.01.01	acero fy=4200	kg	537.32	S/. 4.02	S/. 2160.03
01.01.02	bovedilla tecnopor 15x30x120	und	263	S/. 5.70	S/. 1499.10
01.01.03	concreto f'c=210 Kg/cm2	m3	11.04	S/. 251.20	S/. 2773.25
01.01.04	Tarrajeo de Cielorraso e=1.5cm Mezcla 1:5	m2	126	S/. 20.68	S/. 2605.68
01.01.05	Pintura de Cielorrasos látex - 2 manos	m2	126	S/. 6.08	S/. 766.08
<b>Costo directo =</b>					<b>S/. 13858.81</b>
 <b>Área de losa = 126 m2</b>					
<b>Costo /m2 = Costo directo /área = S/. 109.99</b>					

RESUMEN DE LOS COSTOS DE LAS LOSAS		
SISTEMAS ANALIZADOS	costo / m2	% de ahorro con respecto a la losa aligerada convencional
Losa aligerada convencional	S/. 127.03	
Losa aligerada con viguetas pretensadas	S/. 116.29	8.45%
Losa colaborante	S/. 105.26	17.14 %
Losa maciza postensada	S/. 152.65	-20.16%
Losa maciza en una dirección	S/. 135.41	-6.59%
Losa aligerada con viguetas pretensadas y bovedillas de poliestireno	S/. 97.19	23.49%
losa aligerada con bovedillas de poliestireno	S/. 109.99	13.42%

### 5.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

#### LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Es el sistema más utilizado en el mercado de la construcción en el Perú.</li> <li>- El personal está completamente calificado para su construcción.</li> <li>- Puede ser diseñada en una y dos direcciones.</li> <li>-Pueden implementarse ladrillos de otros materiales.</li> <li>-Pueden cubrir luces hasta de 8 mts.</li> <li>-Facilidad en el proceso constructivo.</li> <li>-Ahorro en el encofrado comparado con una losa maciza.</li> <li>-Posee un bajo peso por metro cuadrado de losa gracias a sus aligerantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se incrementa el peralte y el peso cuando la luz libre se incrementa.</li> <li>-Mayor planeación (estudio en tiempo y movimientos de maquinaria y transporte).</li> <li>-El sistema presenta incremento de desperdicios, no es muy limpio el trabajo.</li> <li>--Se requiere espacio para maniobras en las obras.</li> <li>-Se requiere un mayor detalle en los planos.</li> <li>- En la hora del vaciado los aligerantes se pueden desfasar de sus posiciones.</li> </ul>

### LOSA CON VIGUETAS PRETENSADAS

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se puede tener paños más grandes con menor peralte.</li> <li>-Se necesita menos acero que las losas tradicionales.</li> <li>- El tiempo de desencofrado se reduce.</li> <li>-Las cuadrillas pueden trabajar simultáneamente aumentando rendimientos.</li> <li>-El encofrado se elimina, solo se usa soleras y puntales.</li> <li>-La cantidad de concreto se reduce por metro cuadrado aprox. 10 y 25 %.</li> <li>-Los materiales que componen las viguetas son de alta resistencia.</li> <li>-La losa como sección compuesta tienen mayor capacidad de carga, más resistencia al corte y menos acero negativo.</li> <li>-Se tiene una mejoría del comportamiento bajo la carga de servicio por el control del agrietamiento y la deflexión</li> <li>-Permite trabajar en área mas limpia</li> <li>-Respecto al peso por metro cuadrado de losa es menor que el aligerado convencional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se necesita mayor detalle en planos de construcción y montaje.</li> <li>-Mayor planeación (estudio en tiempo y movimientos de maquinaria y transporte).</li> <li>-La ejecución se hace en menor tiempo.</li> <li>-Se requiere maquinaria pesada (tracto camión, grúas, etc.)</li> <li>-Mano de obra especializada.</li> <li>-Se requiere espacio para maniobras en las obras.</li> <li>-Son elementos pesados, se requiere equipo para maniobras, como grúas.</li> <li>- Se tendrá que hacer los pedidos con mucha anticipación.</li> <li>- Las viguetas pretensadas podría romperse en el traslado a obra.</li> <li>- Solo funcionan estas losas en una dirección.</li> <li>- Las viguetas se tienen que almacenar en un lugar cerrado y con apoyos sobre tablas en sus tercios.</li> <li>- Su empleo no es para cualquier obra.</li> </ul>

### LOSA COLABORANTE CON ACERO DECK

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variedad de aplicaciones: Se usa sobre estructuras metálicas, de concreto y mixtas.</li> <li>• Eliminación del encofrado tradicional.</li> <li>• Limpieza y seguridad en obra.</li> <li>• Fácil de instalar, liviano y apilable.</li> <li>• Fabricación a medida y entrega inmediata.</li> <li>• Ahorro significativo de materiales, mano de obra y Tiempo, que se traduce en dinero</li> <li>• Reduce los desperdicios en obra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se necesita mayor detalle en planos de construcción y montaje.</li> <li>• Mayor planeación (estudio en tiempo y movimientos de maquinaria y transporte).</li> <li>• La ejecución se hace en menor tiempo.</li> <li>• Se requiere maquinaria pesada (tracto camión, grúas, etc.)</li> <li>• Mano de obra especializada.</li> <li>• Se requiere espacio para maniobras en las obras.</li> <li>• Necesita personal calificado</li> <li>• Mal comportamiento acústico y térmico.</li> </ul>

### LOSA MACIZA POSTENSADA

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La totalidad de la sección de concreto postensado, estando sin fisuras, es efectiva en flexión, esto hace que una losa postensada pueda tener menos deflexión que una losa de concreto armado del mismo peralte y sometida a la misma carga.</li> <li>• Cuando los esfuerzos de tensión se desarrollan en un miembro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se necesita mayor detalle en planos de construcción y montaje.</li> <li>• Mayor planeación (estudio en tiempo y movimientos de maquinaria y transporte).</li> <li>• La ejecución se hace en menor tiempo.</li> <li>• Se requiere maquinaria pesada (tracto camión, grúas, etc.)</li> <li>• Mano de obra especializada.</li> <li>• Se requiere espacio para maniobras en las obras.</li> </ul>

<p>postensado, su magnitud es mucho menor que en un miembro de concreto armado equivalente. Una losa postensada, por lo tanto, tiene mejor protección contra filtraciones que una losa de concreto armado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una losa postensada, siendo más ligera que una losa de concreto armada de una luz similar y la misma carga aplicada, impone cargas menores en las columnas y cimientos.</li> <li>• Las losas de concreto postensado requieren mucho menos trabajo para el ensamblaje de acero.</li> <li>• El postensado permite grandes áreas de losas para ser fraguadas en una operación. Esto también significa menores juntas de construcción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesita personal calificado</li> <li>• El postensado es raramente usado en paños de menos de 6 m, porque los peraltes pequeños no proveen de suficiente excentricidad para un uso eficiente del mismo.</li> <li>• Las losas postensadas requieren un concreto de alta resistencia ya que para poder tensar los cables la resistencia del concreto tiene que ser elevada.</li> <li>• Se cambia el proceso constructivo de la colocación de los frisos.</li> <li>• Necesita un costo adicional para los distintos trabajos del tensado.</li> </ul>
---	--

### LOSA MACIZA

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encofrado sencillo y fácilmente industrializable.</li> <li>• El encofrado proporciona una plataforma de trabajo cómoda y segura.</li> <li>• Se elimina la necesidad de manipulación manual de elementos pesados.</li> <li>• Armado regular con alto nivel de prefabricación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevado costo en el encofrado.</li> <li>• Se necesita una mayor cantidad de acero.</li> <li>• Se necesita un mayor detalle en los planos.</li> <li>• El peso de la losa por metro cuadrado es mayor comparada con el aligerado convencional.</li> <li>• Se necesita mayor personal para la instalación del acero.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Fácil puesta de concreto en obra ya que presenta ausencia de nervios con elevadas densidades de armaduras y también por la ausencia de elementos aligerantes con zonas de difícil acceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para luces pequeñas este sistema se hace demasiado costoso, y también incrementa el peso de la losa.</li> </ul>
---	--

### LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS PRETENSADAS Y BOVEDILLAS DE POLIESTIRENO

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se puede tener paños más grandes con menor peralte.</li> <li>-Se necesita menos acero que las losas tradicionales.</li> <li>- El tiempo de desencofrado se reduce.</li> <li>-Las cuadrillas pueden trabajar simultáneamente aumentando rendimientos.</li> <li>-La cantidad de concreto se reduce por metro cuadrado aprox. 10 y 25 %.</li> <li>-La losa como sección compuesta tienen mayor capacidad de carga, más resistencia al corte y menos acero negativo.</li> <li>-Se tiene una mejoría del comportamiento bajo la carga de servicio por el control del agrietamiento y la deflexión</li> <li>-Permite trabajar en área más limpia.</li> <li>-Reduce la carga muerta debido a su poco peso de la bovedilla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se necesita mayor detalle en planos de construcción y montaje.</li> <li>-Mayor planeación (estudio en tiempo y movimientos de maquinaria y transporte).</li> <li>-La inversión se hace en menos tiempo.</li> <li>-Se requiere maquinaria pesada (tracto camión, grúas, etc.)</li> <li>-Mano de obra especializada.</li> <li>-Se requiere espacio para maniobras en las obras.</li> <li>-Son elementos pesados, se requiere equipo para maniobras, como grúas.</li> <li>- Se tendrá que hacer los pedidos con mucha anticipación.</li> <li>- La vigueta podría romperse en el traslado a obra.</li> <li>- Puede existir perdidas de las bovedillas del tecnopor porque son fáciles de romperse.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentan una mayor resistencia a la humedad.</li> <li>- Presentan una mayor propiedad acústica y térmica comparada con las demás losas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Necesitan de una malla tipo gallinero metálica en la parte inferior de las bovedillas para que en la hora del tarrajeo del cieloraso, no se muestre cuarteos en el acabado.</li> </ul>
--	---

### LOSA ALIGERADA CON BOVEDILLAS DE POLIESTIRENO

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se necesita menos acero que las losas tradicionales.</li> <li>-Las cuadrillas pueden trabajar simultáneamente aumentando rendimientos.</li> <li>-La cantidad del acero se reduce gracias al bajo peso comparado con la losa tradicional.</li> <li>-La losa como sección compuesta tienen mayor capacidad de carga, más resistencia al corte y menos acero negativo.</li> <li>-Se tiene una mejoría del comportamiento bajo la carga de servicio por el control del agrietamiento y la deflexión</li> <li>-Permite trabajar en área más limpia.</li> <li>-Reduce la carga muerta debido a su poco peso de la bovedilla.</li> <li>- Presentan una mayor resistencia a la humedad.</li> <li>- Presentan una mayor propiedad acústica y térmica comparada con la tradicional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se necesita mayor detalle en planos de construcción y montaje.</li> <li>-La inversión se hace en menos tiempo.</li> <li>- Se tendrá que hacer los pedidos con mucha anticipación.</li> <li>- Puede existir perdidas de las bovedillas del tecnopor porque son fáciles de romperse.</li> <li>- Puede darse el caso de colocar mas apuntalamiento por la baja densidad de la bovedilla.</li> <li>- Se necesita una malla de acero, para el proceso del tarrajeo del cieloraso, ya que podría presentar grietas.</li> </ul>

## 5.4 COMPARACIÓN DE LOS PROCESO CONSTRUCTIVOS

Losa aligerada convencional	Losa aligerada con viguetas pretensadas
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se necesita tablas, soleras , puntales</li> <li>- Verificación de los niveles de losa.</li> <li>- Izaje de bovedillas y el acero.</li> <li>- Colocación de bovedillas</li> <li>- Colocación del acero positivo</li> <li>- Colocación del acero negativo, acero de temperatura e instalaciones eléctricas y sanitarias.</li> <li>- Limpieza de los desperdicios</li> <li>- Colocación de concreto</li> <li>- El acabado puede ser frotachado, semipulido o peinado.</li> <li>- Curado de losa, a través de aspersores, mantas o yutes.</li> <li>- Necesita un tarrajeo del cielo raso para un mejor aspecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solo se necesita soleras y puntales</li> <li>- Verificación de los niveles de losa</li> <li>- Izaje de bovedillas, acero y viguetas</li> <li>- Colocación de bovedillas y viguetas pretensadas</li> <li>- Colocación de acero negativo, acero de temperatura e instalaciones eléctricas y sanitarias.</li> <li>- Regado de losa con un chorro de agua para garantizar la unión de viguetas-losa</li> <li>- Colocación de concreto</li> </ul>

**Comentario:** Se pueden diferenciar varios puntos, gracias a la reducción del encofrado y del acero de refuerzo en la losa con viguetas pretensadas se disminuye el tiempo de esas partidas. Para el izaje y colocación de viguetas pretensadas se debe tener un mayor cuidado en el tiempo, ya que una mala maniobra de este elemento podría incrementar el tiempo de esa partida.



Losa aligerada convencional	Losa con plancha colaborante
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se necesita tablas, soleras , puntales</li> <li>- Verificación de los niveles de losa.</li> <li>- Izaje de bovedillas y el acero.</li> <li>- Colocación de bovedillas</li> <li>- Colocación del acero positivo</li> <li>- Colocación del acero negativo, acero de temperatura e instalaciones eléctricas y sanitarias.</li> <li>- Limpieza de los desperdicios</li> <li>- Colocación de concreto</li> <li>- El acabado puede ser frotachado, semipulido o peinado.</li> <li>- Curado de losa, a través de aspersores, mantas o yutes.</li> <li>- Necesita un tarrajeo del cielo raso para un mejor aspecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Necesita soleras y puntales en poca cantidad.</li> <li>- Izaje de las planchas de acero.</li> <li>- Colocación de planchas de acero sobre las vigas de apoyo.</li> <li>- Si se requiere se hace apuntalamientos temporales.</li> <li>- Colocación de los conectores de corte.</li> <li>- Fijación de las planchas por medio de tornillos auto perforantes.</li> <li>- Colocación de acero negativo, acero de temperatura e instalaciones eléctricas y sanitarias.</li> <li>- Cubrir los paños adyacentes de losas para no ensuciar el panel metálico.</li> <li>- Colocación de concreto</li> <li>- El cielo raso debe pintarse con un anticorrosivo.</li> </ul>

**Comentario:** Gracias a la eliminación del encofrado por parte del sistema de plancha colaborante resulta más rápido su proceso constructivo y también disminuye el personal, con lo cual el costo se reduce. A parte de los aceros de refuerzo de la losa con plancha de acero, se necesita conectores de corte, con lo cual se necesita un personal calificado para la colocación de estos.

Losa aligerada convencional	Losa Maciza Postensada
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se necesita tablas, soleras , puntales</li> <li>- Verificación de los niveles de losa.</li> <li>- Izaje de bovedillas y el acero.</li> <li>- Colocación de bovedillas</li> <li>- Colocación del acero positivo</li> <li>- Colocación del acero negativo, acero de temperatura e instalaciones eléctricas y sanitarias.</li> <li>- Limpieza de los desperdicios</li> <li>- Colocación de concreto</li> <li>- El acabado puede ser frotachado, semipulido o peinado.</li> <li>- Curado de losa, a través de aspersores, mantas o yutes.</li> <li>- Necesita un tarrajeo del cielo raso para un mejor aspecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se necesita una superficie encofrante, soleras y puntales.</li> <li>- Verificación de los niveles de losa.</li> <li>- Izaje del acero de refuerzo.</li> <li>- Colocación del encofrado lateral o friso.</li> <li>- Se harán orificios en los frisos para que pueda pasar los cables del postensado.</li> <li>- Colocación de las placas de anclaje.</li> <li>- Colocación de los cables del postensado.</li> <li>- El enfilado del cable en la placa de anclaje, se quita la vaina del cable en extremo para dejarlo desnudo y se enfila por los tubos guías.</li> <li>- Colocación de las instalaciones eléctricas y sanitarias.</li> <li>- Colocación de concreto.</li> <li>- Por último se llega al proceso del tensado y se hará cuando el laboratorio nos asegure cuando la resistencia del concreto tenga el valor mínimo requerido por el proyecto.</li> </ul>

**Comentario:** Una conclusión general de estos dos procesos es que para la losa postensada se necesita un personal calificado para la colocación de los tendones y para el tensado, esto influye mucho en el costo. Por otra parte este proceso constructivo de losa postensada es bastante laborioso y complicado que el de una losa convencional.

Losa aligerada convencional	Losa Maciza en una dirección
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se necesita tablas, soleras , puntales</li> <li>- Verificación de los niveles de losa.</li> <li>- Izaje de bovedillas y el acero.</li> <li>- Colocación de bovedillas</li> <li>- Colocación del acero positivo</li> <li>- Colocación del acero negativo, acero de temperatura e instalaciones eléctricas y sanitarias.</li> <li>- Limpieza de los desperdicios</li> <li>- Colocación de concreto</li> <li>- El acabado puede ser frotachado, semipulido o peinado.</li> <li>- Curado de losa, a través de aspersores, mantas o yutes.</li> <li>- Necesita un tarrajeo del cielo raso para un mejor aspecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se necesita una superficie encofrante, soleras y puntales.</li> <li>- Verificación de los niveles de losa.</li> <li>- Izaje del acero de refuerzo.</li> <li>- Colocación del acero positivo</li> <li>- Colocación del acero negativo, acero de temperatura e instalaciones eléctricas y sanitarias.</li> <li>- Limpieza de los desperdicios</li> <li>- Colocación de concreto.</li> <li>- El acabado puede ser frotachado, semipulido o peinado.</li> <li>- Curado de losa, a través de aspersores, mantas o yutes.</li> <li>- Necesita un tarrajeo del cielo raso para un mejor aspecto.</li> </ul>

Losa aligerada convencional	Losa aligerada con viguetas pretensadas y bovedillas de poliestireno
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se necesita tablas, soleras , puntales</li> <li>- Verificación de los niveles de losa.</li> <li>- Izaje de bovedillas y el acero.</li> <li>- Colocación de bovedillas</li> <li>- Colocación del acero positivo</li> <li>- Colocación del acero negativo, acero de temperatura e</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se necesita tablas ,soleras y puntales.</li> <li>- Verificación de los niveles de losa.</li> <li>- Izaje y colocación de las viguetas pretensadas</li> <li>- Izaje y colocación de las bovedillas de poliestireno.</li> <li>- Izaje y colocación del acero de</li> </ul>

<p>instalaciones eléctricas y sanitarias.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Limpieza de los desperdicios</li><li>- Colocación de concreto</li><li>- El acabado puede ser frotachado, semipulido o peinado.</li><li>- Curado de losa, a través de aspersores, mantas o yutes.</li><li>- Necesita un tarrajeo del cielo raso para un mejor aspecto.</li></ul>	<p>refuerzo.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Colocación de las instalaciones eléctricas y sanitarias.</li><li>- Limpieza de los desperdicios</li><li>- Colocación de concreto.</li><li>- El acabado puede ser frotachado, semipulido o peinado.</li><li>- Curado de losa, a través de aspersores, mantas o yutes.</li><li>- Se tendrá que colocar una malla metálica tipo gallinero de ½" en las bovedillas de poliestireno en el cieloraso para poder disminuir las grietas que pueden darse en el tarrajeo.</li></ul>
---	---

### **CUADRO RESUMEN DE LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS TOTALES**

(Hoja anexada)

### **CUADRO RESUMEN DE LOS SISTEMAS ANALIZADOS**

(Hoja anexada)

## CONCLUSIONES

- Estos sistemas relativamente nuevos no son utilizados masivamente en nuestro medio por falta de conocimiento de sus ventajas, y por falta de difusión de los especialistas.
- A partir de los cálculos realizados para una distribución en planta de una losa que se vio en el diseño, se concluye en lo que respecta al costo que el sistema de losa más económico es el sistema de losa con viguetas pretensadas y bovedillas de poliestireno, el cual genera aproximadamente un ahorro del 23.5 % con respecto al sistema tradicional.
- En el cuadro comparativo de las ventajas y desventajas de los sistemas analizados, el que resulta más ventajoso es el sistema de losa con viguetas pretensadas, no obstante se tiene que dar más difusión al sistema de losa con bovedillas de poliestireno ya que resulta también muy ventajoso
- Se concluye que las losas con viguetas pretensadas y la losa colaborante ofrecen un ahorro del encofrado superior al 80 % respecto al sistema tradicional.
- Podemos indicar que los sistemas nuevos reducen el costo total por metro cuadrado de losa en 7% a 25 %. Y en algunos recursos se logra reducir en un 20% a 30 % (concreto).
- Una losa postensada, tiene mejor protección contra filtraciones que una losa de concreto armado gracias a que los esfuerzos de tensión son mucho menor. Esto es particularmente importante en estacionamientos donde a menudo las sales causan corrosión en una losa de concreto armado.

- Las estructuras postensadas presentan en general mayor durabilidad y menor costo de mantenimiento, por lo que representan una solución más económica para el cliente si se considera el costo de mantenimiento a mediano y largo plazo en comparación de costos con las losas tradicionales.
- Con los sistemas analizados se muestra una economía notable del orden de reducir la madera de andamios y encofrado y a racionalizar todas las operaciones de fabricación sobre las cuales se puede ejercer un control muy riguroso.
- Se puede concluir que en lo que respecta al acabado del cieloraso el sistema que presenta un mayor ahorro respecto al sistema tradicional es el de la losa colaborante con un porcentaje de 74.1 %, esto es gracias a que este sistema solo necesita pintura anticorrosiva.
- Para luces pequeñas las losas postensadas resultan mucho más costosas que los demás sistemas ya que estas losas son diseñadas para un claro de mayor longitud, pero hay que considerar que estas losas postensadas nos reducen el costo global si queremos paños más amplios con una losa de menor espesor, también reducen las juntas de construcción, el número de vigas y columnas, y el peso total de la edificación.

## RECOMENDACIONES

- Se propone una mayor difusión del sistema de losa con viguetas prefabricadas y bovedillas de poliestireno expandido, ya que poseen un ahorro del costo considerable con respecto a la losa tradicional y también es un sistema con una amplia variedad de beneficios. Es evidente que también se necesita mayor difusión sobre el postensado de losas y vigas con el sistema de tendones no adheridos, pues su uso a comparación de otros países vecinos, es muy reducido todavía. Esto implica sobretodo, difundirlo en el ámbito concerniente a la parte del diseño estructural, pues en lo que respecta a la parte constructiva, el sistema ya está presente y disponible.
- Tener en cuenta de las distintas densidades que se pueden fabricar las bovedillas de poliestireno expandido, en nuestro país se utiliza una densidad de 10 Kg / m<sup>3</sup> para la utilización de entrepisos, en otros países las densidades son muchos mayores.
- Se recomienda un adecuado adiestramiento del personal para estos sistemas nuevos para que puedan ser manipulados e instalados correctamente.
- Es conveniente una mayor difusión al uso de sistemas nuevos, lo cual permitirá que se incorporen al mercado otros sistemas novedosos utilizados mayormente en los países desarrollados.
- El personal de obra deberá contar con protección visual en días soleados si se está trabajando con las planchas de Placa Colaborante expuesto al sol, dado que el reflejo de los rayos solares es perjudicial para la vista.
- Para cualquier caso, se debe tomar en cuenta que el apoyo mínimo entre las planchas de Placa Colaborante y las vigas de apoyo de sujeción debe ser no menor a 4 cm en los cantos y también deben unirse a las vigas de soporte lateral. Esto se hace con el objeto de anclar la plancha a la estructura, proporcionándole estabilidad lateral.

- Se recomienda evitar las juntas frías durante el vaciado de concreto para ello se debe tener en cuenta los tiempos y frecuencia con que se suministra el concreto.
- Para la construcción de una losa de estacionamiento, es conveniente verificar el material que está compuesto la subrasante y las siguientes pautas :
  - Analice la necesidad de modificar la subrasante.
  - Evalúe la sensibilidad a la humedad del material de la subrasante.
  - Realice un apisonado (rodillado) de prueba de la rasante antes de las operaciones de relleno.
  - Asegure la nivelación correcta de la subrasante.
- Como una buena práctica compactar todos los materiales de la subrasante a un 95% de la densidad máxima según el método Proctor modificado. Esto ayuda a proporcionar una plataforma de trabajo estable.
- Frecuentemente una combinación del postensado y otra forma de construcción ofrece una buena solución. Por ejemplo en una losa que consiste en paños rectangulares, el lado corto es demasiado pequeño, la mejor solución puede ser armar el paño en la dirección más larga con concreto postensado y usar vigas chatas de concreto armado en la dirección más corta.
- Para poder realizar un buen acabado superficial es importante evitar la utilización de concretos muy secos, o de alta resistencia temprana. La falta de humedad superficial o el endurecimiento prematuro del concreto de la superficie impide la realización efectiva de todas las operaciones de acabado necesarias. Esto obliga a agregar agua a la superficie para facilitar las tareas de acabado, lo cual favorece la retracción. Al dosificar se debe tener en cuenta si se va a utilizar un endurecedor superficial espolvoreado sobre la superficie, puesto que para poder incorporarlo, se necesita cierta humedad en la superficie de la losa para poder hidratarlo.



## BIBLIOGRAFÍA

### LIBROS Y ARTICULOS

- 1 - Bonilla Montes, Arturo. "Análisis, diseño y construcción en concreto pretensado y postensado" Libro .ACI, Capitulo peruano ACI edición 2000-2002.
- 2 - Bozzo Chirichigno, Miguel. "Industrialización y construcción de estructuras de grandes luces". Editorial ICG. Primera edición 2002.
- 3 - Carrillo Gil, Arnaldo. Revista "El Ingeniero Civil ". Lima - Perú (1979)
- 4 - Gallegos Vargas Héctor, Ríos Jiménez Raúl, Casabonne Rasselt Carlos, Uccelli Lavatelli Carlos, Icochea Barrón Guillermo, Arango Ortiz Julio. Séptima Edición, "Manual de Obra", Lima – Perú Mayo (1992)
- 5 - Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. "Reglamento Nacional de Edificaciones". Año 2006
- 6 - Parker Harry." Diseño simplificado de concreto reforzado". Libro, Editorial Limusa, México 1980.
- 7 - Riva López, Enrique. "Control del concreto en obra". Fondo Editorial ICG, 2004.

### TESIS E INFORMES DE INGENIERIA

- 8 - Céspedes Bravo, Miguel Isaac. "Estudio experimental de la rigidez y resistencias de losas aligeradas sujetas a fuerzas cortantes en su plano ".Tesis .UNI-FIC, Lima, Perú 1998.

- 9 - Chávez Mauricio, Elmer Humberto. "Análisis de losas continuas". Tesis .UNI-FIC, lima, Perú 2008
- 10 - Cortesana Monares, Luis Armando. "Programación y procesos constructivos de un edificio multifamiliar". Tesis .UNI-FIC, Lima, Perú 1996.
- 11 - Espinoza Sandoval, David Elías. "Deflexión y agrietamiento en vigas y losas unidireccionales de concreto armado ".Tesis .UNI-FIC, lima, Perú 2009
- 12 - García Mendoza, Miguel Ángel. "Sistema de encofrados Ulma en edificaciones y obras civiles" Tesis .UNI-FIC, Lima, Perú 2008
- 13 - Gutiérrez Herrera, Pedro José. "Gestión del Conocimiento en construcción" Tesis .UNI-FIC, Lima, Perú 2008
- 14 - Madrid Zagareta, Ruben Enrique. "Comparación económica de sistemas de entrepisos usados en edificios". Tesis UNI-FIC, Lima, Perú 1999.
- 15 - Mayor Santos, Iván Máximo. "Estudio técnico económico del sistema placa colaborante Acero Deck". Informe de Suficiencia. UNI-FIC, Lima, Perú 2004.
- 16 - Villegas Sotomayor, Luis Alberto. "Programación y proceso constructivos del postensado de losas y vigas en edificio Banco Wiese –San Isidro". Tesis. UNI-FIC, Lima, Perú 1999.

#### **PAGINAS WEB**

- 17 - [www.acero-deck.com](http://www.acero-deck.com)
- 18 - [www.constructivo.com](http://www.constructivo.com)
- 19 - [www.imcyc.com](http://www.imcyc.com)

# Anexos

**ANEXO N°1 EJEMPLO DE FONDO DE JUNTAS**

Construcción

Hoja Técnica  
Edición N°3 01-20087  
Identificación n° 2400  
Versión - 01  
SikaRod

**SikaRod®**  
Fondo de junta de espuma de poliolefina extruída

**Descripción** SikaRod es un fondo de junta o apoyo de masillas sellantes que combina las propiedades óptimas de los fondos de junta de celda abierta y de celda cerrada. Es un rollo de espuma continuo de poliolefina extruída, compuesto de una piel exterior no absorbente y una red interior de celda abierta y de celda cerrada.

**Usos** SikaRod por sus características es ideal para aplicaciones en múltiples tipos de juntas ya sea de expansión o contracción, como base de apoyo antes de la aplicación de masillas sellantes aplicadas en frío y permitiendo respetar el factor forma especificado de las masillas y sellos en juntas de:

- Ventanería
- Muros de contención
- Edificios
- Viviendas familiares
- Sistema de paneles
- Proyectos de reparación
- Autopistas
- Puentes
- Aeropuertos
- Parqueaderos
- Estructuras hidráulicas, etc.

**Ventajas**

- Fácil de colocar.
- Combinación celda cerrada exteriormente y celda abierta y cerrada internamente.
- Resistente a la absorción de agua.
- Se amolda fácilmente a juntas irregulares.
- Un tamaño sirve para varias dimensiones de junta.
- Ofrece una superficie suave y libre de polvo.
- No adhiere a la masilla sellante.
- No forma salida de gas cuando se rompe.
- Material inerte compatible física y químicamente con todos los tipos de sellantes aplicados en frío.

**Datos técnicos**

Propiedad	Valor Nominal	Método de Ensayo
Material:	Espuma de Poliolefina	
Color:	Gris	
Densidad:	32 kg/m <sup>3</sup>	
Esfuerzo a tensión:	2.45 kg/cm <sup>2</sup>	ASTM D 1622
Absorción de agua:	< 0.02 g/ml	ASTM D 1623
Compr. deflexión a 50%:	0.21 kg/m <sup>2</sup>	ASTM C 1016-94 Procedimiento B
Compr. recuperación a 50%:	95%	ASTM D 5249
Permeabilidad:	1,7 Perm	ASTM E 96'
Salida de gases:	No	ASTM C 1253
Rango de temperatura:	-7°C a 90°C 23°C; 0%HR	



Construcción

**Modo de empleo**

**Instalación**

1. Verifique que la junta esté limpia, libre de humedad y sin obstrucciones.
2. Seleccione el diámetro SikaRod de tal forma que este sea por lo menos, aproximadamente un 25% mayor que el ancho de la junta.
3. Corte el SikaRod en la longitud deseada o utilícelo directamente de su empaque.
4. Coloque el SikaRod en la junta a la profundidad especificada.
5. Presione el SikaRod uniformemente dentro de la junta usando la herramienta apropiada.
6. Aplicar la masilla Sika sobre SikaRod siguiendo las instrucciones del producto.

**Consumo**

Según dimensiones de la junta.

**Selección del tamaño de SikaRod**

Ancho de Junta (mm)	Diámetro	SikaRod
5 - 7	3/8"	10 mm
	5/8"	16 mm
7 - 13	7/8"	22 mm
10 -	1 1/8"	29 mm

**Precauciones**

En lo posible evitar cortar o punzonar la piel superficial durante la instalación evitar esforzar longitudinalmente el SikaRod. No usar cuando la masilla tenga una temperatura superior a 90°C.

**Presentación**

Diámetro mm/pulgadas	cantidad/caja m.	peso de la caja kg.
10/3/8	1097	6,82 kg.
16/5/8	472	6,82 kg.
22/7/8	259	6,82 kg.
29/11/8	152	6,82 kg.

**Almacenamiento**

Almacenar en lugar seco y no expuesto a temperaturas altas.

La información y, en particular, las recomendaciones sobre la aplicación y uso final de los productos Sika son proporcionados de buena fe, basados en el conocimiento y experiencia actuales de Sika, respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados y manipulados, así como aplicados en condiciones normales de acuerdo a las recomendaciones de Sika. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra son tan particulares que de esta información, cualquier recomendación escrita o cualquier otro consejo no se puede deducir garantía alguna respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad en particular, así como responsabilidad alguna que surja de cualquier relación legal. El usuario del producto debe probar la conveniencia del mismo para un determinado propósito. Sika se reserva el derecho de cambiar las propiedades de sus productos. Se deben respetar los derechos de propiedad de terceros. Todas las órdenes de compra son aceptadas de acuerdo con nuestras actuales condiciones de venta y despacho. Los usuarios deben referirse siempre a la edición más reciente de la Hoja Técnica local, cuyas copias serán facilitadas a solicitud del cliente.



Sika Ecuatoriana S.A.  
www.sika.com.ec  
Guayaquil - km.3 1/2 vía Durán - Tambo PBX 2812700 Fax 2601229  
Quito - Panamericana Norte km. 7 1/2 Telefax 2903419 - 2800420  
Cuenca - Av. de las Américas y 3ª de Mayo Telf. 2856754 Fax 2821122



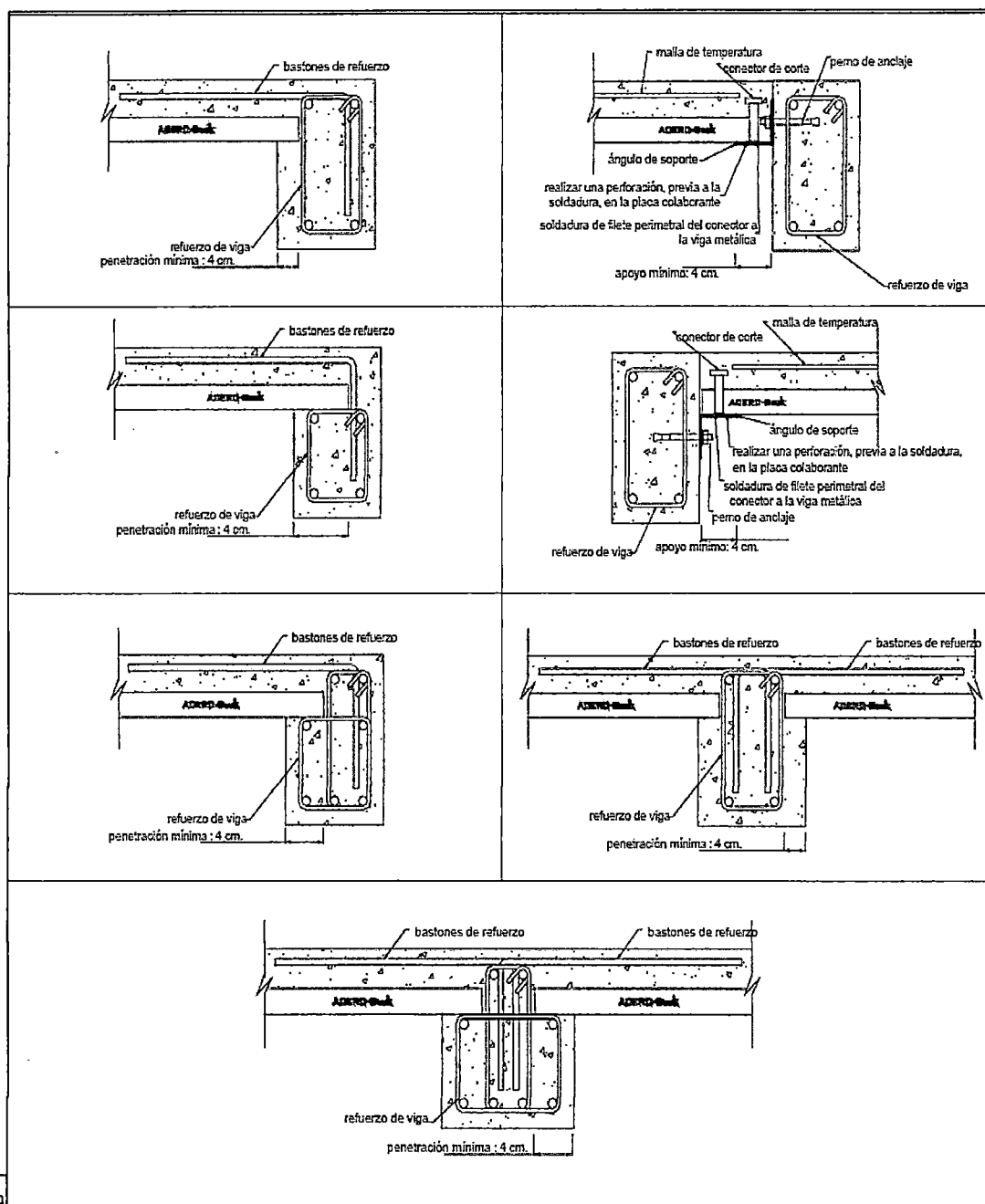
## ANEXO N°2

### DETALLES DEL SISTEMA LOSA COLABORANTE , TIPOS DE PERFILES Y CONECTORE DE CORTE

#### DETALLES CONSTRUCTIVOS 1 SISTEMA CON VIGAS DE CONCRETO IMPORTANTE:

1. La penetración mínima en cualquier elemento de concreto será de 4 cm.
2. los momentos negativos deberán ser contrarrestados por bastones de refuerzo, diseñados según normas.
3. El vaciado se puede realizar en forma monolítica ó independiente para las vigas y losas.
4. La unión viga-losa se cubrirá- mediante tapaondas metálicos o similar.

#### DETALLES CONSTRUCTIVOS 2

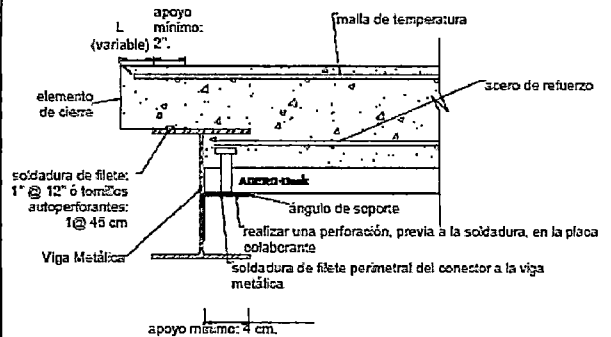
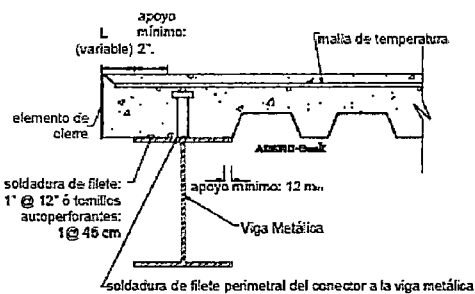
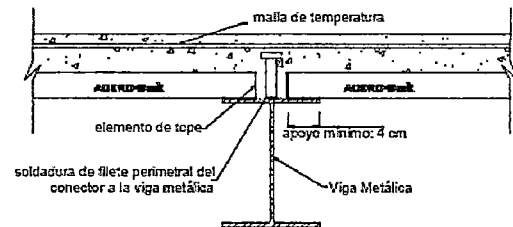
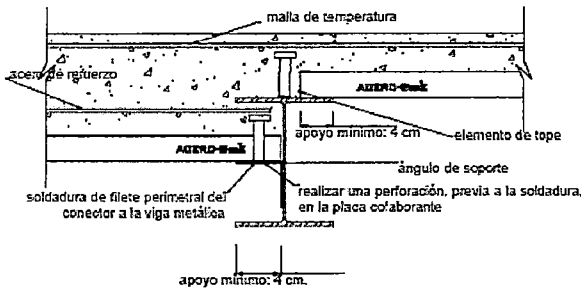
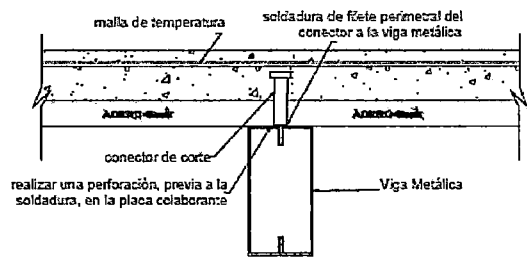
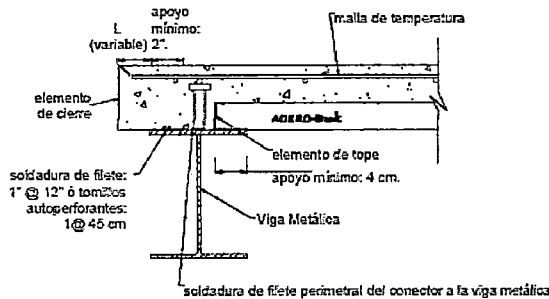
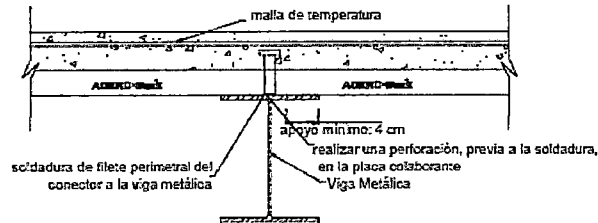


# SISTEMA CON VIGAS METÁLICAS

## DETALLES CONSTRUCTIVOS 2

**ACERO-Deck**

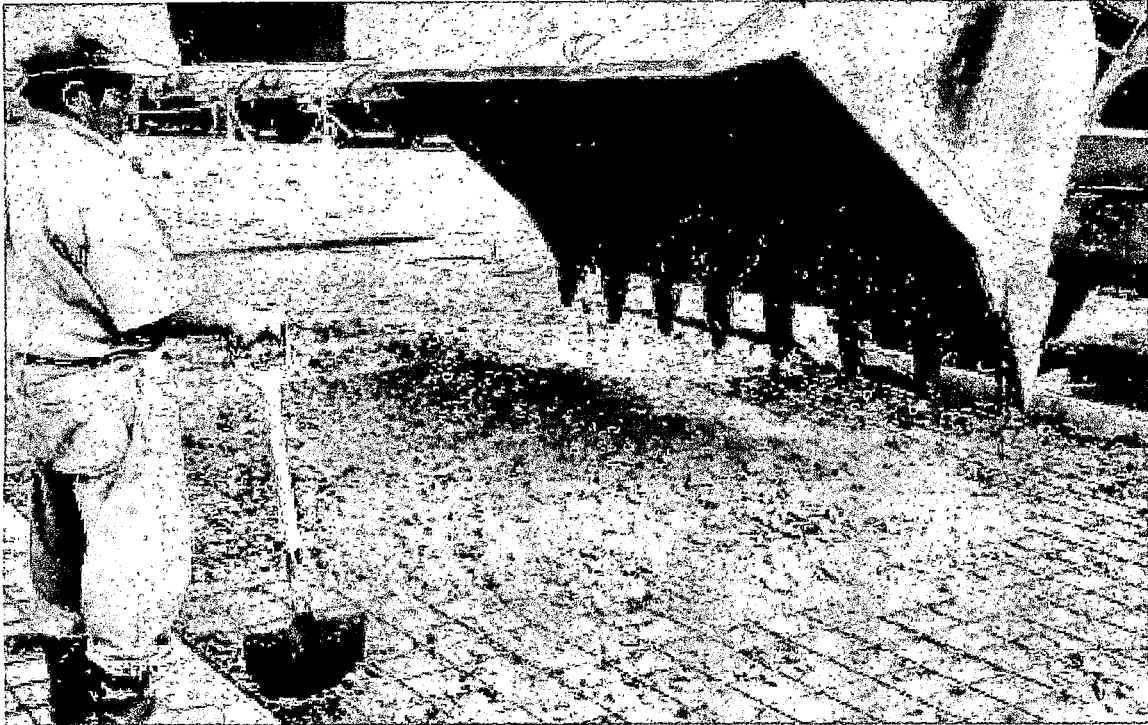
### SISTEMA CON VIGAS METÁLICAS



## ANEXO 3 :

### USO DE MALLAS ELECTROSOLDADAS

#### Artículo



Con el uso de mallas electrosoldadas de Prodac

## Losas rápidas y resistentes

*A fin de evitar fisuras en los paños de losas de gran extensión es necesario usar el acero de refuerzo que permita un mejor comportamiento para soportar alta carga viva y muerta. Es por ello que el uso de las mallas electrosoldadas resultan ideales para este fin pues no solo le dan mayor resistencia a la losa sino que también aumentan el rendimiento en la instalación en obra.*

7. El pyme se concibe en anclar losas armadas con un espesor de 10 y 15 cm. A diario el avance en la obra es de 200 m<sup>2</sup>.

**C**on el objetivo de brindar un mejor servicio a los clientes que hacen uso de sus instalaciones, la empresa Almacenes Agroindustrias Santa María SAC decidió poner losa a su amplia terreno ubicada en la cuadra 18 de la avenida Alfredo Mendicilla en San Martín de Porres.

Para cubrir los 18,000 m<sup>2</sup> de extensión del terreno se presentaron dos alternativas: trabajar la losa con acero convencional en barras o utilizar mallas electro-

soldadas. Luego de analizarlas, la empresa encargada de desarrollar el proyecto: Multiservis Mechita se interesó por las mallas QH-235, las cuales están conformadas por varillas corrugadas de 6.5 mm electrosoldadas cada 15 x 15 cm principalmente por dos razones: querían ofrecer al propietario un mayor rendimiento y rapidez en la instalación del acero y vaciadas del concreto en obra y a la vez necesitaban ofrecer un precio final de obra más competitivo.





Artículo



2.

2. El ingeniero Roberto Matías comentó que con el uso de las mallas electrosoldadas se obtiene una eficiencia del 25% al 30% durante la jornada de ocho horas diarias.  
3. Colocación de los separadores de acero que sirven de soporte a la malla electrosoldada.

El ingeniero residente de la obra, Roberto Matías, comentó que el proyecto consiste en colocar losas armadas con un espesor de 10 y 15 cm las cuales van a soportar el material pesado que allí se almacena como autos, camiones y toneladas de mafz.

“Los paños son de 3.60 x 3.60 m. Sin embargo nosotros estamos haciendo unas losas de 7.20 x 3.60 m con un corte del disco a 3.60 m. A la losa de 10 cm estamos cortando 7 cm del disco para crear la junta de dilatación a fin de que ésta no sufra por el cambio de temperatura debido a que se encuentra expuesta al sol”, señaló el ingeniero.

Asimismo refirió que debido al uso de las mallas, la partida de acero por mano de obra muestra un mayor rendimiento y eficiencia. “Es la primera vez que trabajamos con las mallas y hemos notado que ahorramos tiempo, porque la mano de obra para la colocación de las mismas es mínima, lo que no sucedería si usáramos el acero convencional ya que requeriría de más personal para hacer el corte y el armado de la malla”, dijo Matías.

El ingeniero comentó que durante la jornada de ocho horas diarias hay una eficiencia del 25% al 30%. “Esto nos permite avanzar con el personal que tenemos acá y la maquinaria- de 200 a 300 m<sup>2</sup> diarios. Si bien el trabajo se hace por cuadrillas, el avance es más rápido”.

Explicó también: “Estamos haciendo uso de separadores de acero de 7.5 mm de diámetro, con  $f_y=5,000 \text{ kg/cm}^2$  y  $H=10 \text{ cm}$ , llamados “burritos”, con ello estamos logrando un ahorro en peso de 20% respecto al acero de 8mm y logramos un ahorro en peso de 43% respecto al fierro convencional de 3/8”, la ventaja es que Prodac nos ofrece diámetros de acero  $f_y=5,000 \text{ kg/cm}^2$  que pueden ser de 7 mm, 7.1 mm ó 7.5 mm, es decir con variaciones de una décima de milímetro. Asimismo esto lo complementamos con el uso de alambre de amarre cortado N° 16, que nos permiten mayor limpieza, eficiencia y evitar desperdicios de tiempo y material

en obra”, finalmente agregó: “con estos burritos colocados a un espaciamiento de 1.5 burritos x m<sup>2</sup> de malla, las planchas electrosoldadas quedan totalmente horizontales y a la distancia establecida en nuestro diseño: es decir a 2/3 de la cara inferior de la losa de concreto y a un tercio de la cara superior de nuestra losa con espesor total de 15 cm. Finalmente hacemos el vaciado de concreto con  $f_c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup> y completa el trabajo la cuadrilla del curado y del corte.”

Matías refirió que conforme van avanzando en la obra solicitan material a Prodac. “Los productos siempre han estado en obra cuando lo hemos solicitado lo que nos ha permitido trabajar sin parar en ningún momento”.

La empresa Multiservis Mechita se dedica a trabajos de movimiento de tierra, conformación de plataformas, excavaciones y obras civiles. ■



3.

Cuadro Comparativo de Rendimiento diario

Data: Almacenes Agroindustriales Santa María S.A.C.				
ITEM	DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO DE UNA CUADRILLA x DIA	ESPESOR LOSA	CONCRETO
1	Malla Prodac	450 m <sup>2</sup> (*)	n = 15 cm	$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
2	Malla fierro convencional	100 m <sup>2</sup> (**)	n = 15 cm	$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

(\*) Análisis de costos incluye N° obreros x cuadrilla empleada + actividades paralelas a colocación de malla.

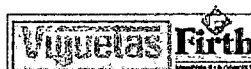
## ANEXO 4

### MAYOR RENDIMIENTO CON VIGUETAS PRETENSADAS FIRTH



El avance es más rápido que con el sistema tradicional

## “Viguetas Pretensadas Firth” Aseguran un mayor rendimiento



La celeridad en el avance de una obra es un factor importante al momento de desarrollar un proyecto. Es por ello que muchas empresas constructoras optan por sistemas constructivos con materiales o productos que le permitan cumplir los tiempos establecidos, sin descuidar los aspectos de seguridad y calidad.



Uno de estos materiales son las Viguetas Pretensadas que ofrece Firth al mercado. El Gerente General de Sepco Contratistas Generales SRL, ingeniero Guillermo Arcos, indicó que viene trabajando con este sistema desde hace más de año y medio. “He desarrollado varios proyectos con estas viguetas, y realmente este material nos permite avanzar más rápido con seguridad y calidad nuestros proyectos. Actualmente estamos ejecutando el Edificio Residencial Las Gardenias que consta de 38 departamentos”.

Esta edificación, ubicada en la cuadra tres de la calle Roberto Acevedo en Pueblo Libre, se empezó a construir el primero de octubre y su culminación esta prevista para Abril. “El casco del edificio de cinco pisos lo hemos terminado en dos meses y medio. Tiempo realmente corto si lo comparamos con el sistema tradicional, el cual nos hubiera demorado cuatro meses por lo menos”, dijo. En este proyecto, se ha empleado las Viguetas Pretensadas Firth V101 y V102, así como las bovedillas que encajan perfectamente entre cada vigueta. “Realmente nos facilita la colocación del encofrado, que se reduce en un 80% así como su posterior retiro, el cual se hace en

solo tres días para ambientes de tres metros”.

Acevedo explicó que al ser pretensadas las viguetas, éstas se producen con concreto de alta resistencia 350-550kg/cm<sup>2</sup>, “lo que ayuda a desencofrar más rápidamente y a cubrir mayores luces que en el sistema tradicional, en el que nos tomaría más tiempo, porque el concreto se demoraría en adquirir su resistencia”. En este edificio se ha trabajado con losas de 17 cm de espesor, 12 cm correspondiente a la bovedilla y 5 cm al vaciado del concreto.

#### Ahorro en costos

En cuanto a costos el ahorro es significativo. “Como se emplea menos tiempo para la ejecución del proyecto, el costo es menor. Si una obra se demora más, los gastos generales se

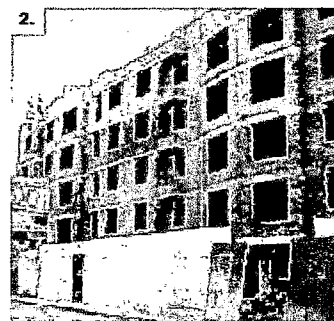
acrecientan”.

Asimismo permite un ahorro en los acabados ya que pueden quedar expuestos sin requerir de tarrajeo. “Por ejemplo para las zonas de los sótanos o estacionamientos el techo puede quedar tal como se desencofra ya que éste queda totalmente nivelado, parejo, por lo que no se requiere de tarrajeo”.

Para este proyecto también se ha empleado las bandejas Firth para las zonas de servicios higiénicos y cocinas. “Se usa este producto para que las tuberías de desagüe se instalen sin dificultad, así se evita el picado de bovedillas quedando un mejor acabado”, comentó. ■



1 y 2. El ingeniero Guillermo Arcos, señaló que una de las ventajas de este es producto, es la celeridad que permite alcanzar en obra. El casco de este proyecto se hizo en tan solo dos meses y medio.



CONSTRUCTIVO

101