

21121
29



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ACATLÁN

CONSTRUCCIÓN DE PISOS INDUSTRIALES

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTA

BALOYS MARTÍNEZ FLORES.

ASESOR: ING. MANUEL GÓMEZ GUTIÉRREZ

Acatlán, Edo. De México.

2003



A

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**TESIS
CON
FALLA DE
ORIGEN**

DEDICATORIA:

A MIS PADRES:

**GRACIAS A SU APOYO Y CARIÑO HE
LOGRADO UNA FORMACIÓN
PROFESIONAL.**

A MIS HERMANOS:

**GRACIAS POR TODO SU APOYO QUE
ME HAN BRINDADO.**

BALOYS MARTINEZ FLORES

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

AGRADECIMIENTOS:

**A MIS PROFESORES, COMPAÑEROS
ALUMNOS Y AMIGOS, GRACIAS POR SU
AMISTAD Y AYUDA.**

**A LA ESCUELA NACIONAL DE
ESTUDIOS PROFESIONALES "CAMPUS
ACATLAN"**

**A MIS FAMILIARES GRACIAS POR SU
APOYO Y COOPERACIÓN.**

**LES AGRADEZCO A TODAS LAS
PERSONAS QUE DE ALGUNA U OTRA
FORMA ME HAN APOYADO
SINCERAMENTE A TODOS GRACIAS.**

ÍNDICE

PÁGINA

INTRODUCCIÓN.	1
CAPÍTULO 1. EL CONCRETO.	3
1.1. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS.	3
1.1.1. CEMENTO.	3
1.1.1.a. TIPOS DE CEMENTO.	4
1.1.1.b. PROPIEDADES.	6
1.1.2. AGREGADOS.	7
1.1.2.a. NATURALEZA Y CALIDAD.	7
1.1.2.b. AGREGADOS MÁS COMUNES.	7
1.1.2.c. CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES.	8
1.1.3. AGUA.	9
1.1.4. ACERO DE REFUERZO.	10
1.1.4.a. CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES.	11
1.1.5. ADITIVOS.	13
1.1.5.a. ACELERANTES.	14
1.1.5.b. RETARDANTES.	14
1.1.5.c. INCLUSORES DE AIRE.	15
1.1.5.d. REDUCTORES DE AGUA.	15
1.1.5.e. FIBRAS.	16
CAPÍTULO 2. PROBLEMAS MÁS FRECUENTES DE UN PISO INDUSTRIAL.	17
2.1 GRIETAS.	17
2.1.1.GRIETAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA.	19
2.1.2. GRIETAS SUPERFICIALES.	20
2.1.3. GRIETAS POR RESTRICCIONES FÍSICAS.	20
2.2. DESPOSTILLAMIENTOS.	20
2.3. MÉTODOS DE PREVENCIÓN.	22
2.3.1. USO DE FIBRAS.	23
2.3.2. OTROS MÉTODOS.	24

CAPÍTULO 3. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE PISO ADECUADO PARA USO INDUSTRIAL	26
3.1 DURABILIDAD AL SOPORTE DE CARGAS MECÁNICAS.	26
3.2. DURABILIDAD AL SOPORTE DE CARGAS FÍSICAS.	28
3.3. DURABILIDAD A LA EXPOSICIÓN DE QUÍMICOS.	28
3.4. RESISTENCIA AL IMPACTO.	29
3.5. TENACIDAD (RELACIÓN ESFUERZO-DEFORMACIÓN).	29
3.6. RESTRICCIONES TÉCNICAS.	30
3.6.1. ESPESOR DE PISO.	30
3.6.2. JUNTAS O CONEXIÓN CON OTRAS PARTES DE LA CONSTRUCCIÓN.	40
3.6.3. REALIZACIÓN DEL TRABAJO CON EL TIEMPO.	65
3.7. CONFORT.	69
3.7.1. ESTÉTICA.	70
3.7.2. COLOR.	70
3.7.3. LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO.	72
3.8. SEGURIDAD.	72
3.8.1. ANTIDESLIZAMIENTO.	72
3.8.2. ESTERIL Y NO FLAMABLE.	72
3.9. ECONOMÍA.	73
3.9.1. COSTO DE MANTENIMIENTO.	73
3.9.2. CICLO DE VIDA PROYECTADO.	73
CAPÍTULO 4. DIFERENTES TIPOS DE PISOS INDUSTRIALES.	74
4.1 PISOS INDUSTRIALES CON EL USO DE POLIMEROS.	75
4.1.1 PISO INDUSTRIAL CON REVESTIMIENTO PROTECTOR.	77
4.1.1.a. CAMPO DE APLICACIÓN.	77
4.1.1.b. VENTAJAS.	78
4.1.1.c. DISEÑO.	78
4.1.2. PISO INDUSTRIAL CON REVESTIMIENTO MULTICAPA.	79
4.1.2.a. CAMPO DE APLICACIÓN.	80
4.1.2.b. VENTAJAS.	81
4.1.2.c. DISEÑO.	81

4.1.3. PISO INDUSTRIAL CON MULTICAPA CONDUCTIVA.	82
4.1.3.a. CAMPO DE APLICACIÓN.	83
4.1.3.b. VENTAJAS.	84
4.1.3.c. DISEÑO.	84
4.1.4. PISO INDUSTRIAL MORTERO.	84
4.1.4.a. CAMPO DE APLICACIÓN.	85
4.1.4.b. VENTAJAS.	86
4.1.4.c. DISEÑO.	86
4.2. PISOS INDUSTRIALES CON ENDURECEDORES SUPERFICIALES EN POLVO CON AGREGADO NATURAL.	87
4.2.1. CAMPO DE APLICACIÓN.	88
4.2.2. VENTAJAS.	89
4.2.3.. DISEÑO.	91
4.3. PISOS INDUSTRIALES CON ENDURECEDORES SUPERFICIALES CON AGREGADO METÁLICO.	92
4.3.1. CAMPO DE APLICACIÓN.	95
4.3.2. VENTAJAS.	96
4.3.3.. DISEÑO.	100
4.4. PISOS INDUSTRIALES CON REVESTIMIENTO DE POLIURETANO.	107
4.4.1. DURABILIDAD.	108
4.4.2. RESISTENCIA QUÍMICA.	108
4.4.3. MONOLÍTICO SIN JUNTAS.	109
4.4.4. SEGURIDAD E HIGIENE.	109
4.4.5. RAPIDA APLICACIÓN Y CURADO.	110
4.4.6. DURABILIDAD Y RESISTENCIA AL DESGASTE.	111
4.4.7.ANTIDESLIZANTE.	112
CAPÍTULO 5. COMPARACIÓN DE COSTOS DE LOS TIPOS DE PISOS.	113
5.1. COSTO DIRECTO.	113
5.2. COMPARATIVA DE SISTEMA.	127
CONCLUSIONES	131
BIBLIOGRAFÍA	133

F

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCIÓN.

En la industria de la construcción existen diferentes necesidades, entre ellas la construcción de pisos industriales. Dependiendo del uso, y/o destino del piso de concreto, se deben tomar en cuenta aspectos de calidad. La calidad depende en gran medida el lograr una superficie plana, resistente y durable relativamente libre de grietas.

Las propiedades de la superficie están determinadas por el proporcionamiento de las mezclas y la calidad de las operaciones para la fabricación y colado del concreto y localización de las juntas.

El control de los tiempos de colocación del concreto especialmente el acabado y las juntas es crucial. El descuido en este punto puede contribuir a características indeseables en la superficie de desgaste tales como agrietamiento, baja resistencia al desgaste, pulverización, depresiones y además aumentar el potencial en cuanto a ondulaciones.

Hoy en día existen diversas empresas que se dedican a suministrar materiales para revestimientos superficiales en pisos y así obtener una mejor calidad. La necesidad de mejorar los pisos industriales en condiciones severas de exposición, tales como el desgaste, impacto, ataque de agentes químicos, etc; que a obligado a empresas e investigadores a desarrollar productos y sistemas que deben satisfacer dichas necesidades.

La selección del sistema de piso o losa para uso industrial debe cumplir con dos criterios. Primero, el sistema de piso debe cumplir o exceder las demandas de servicio de una instalación específica. Segundo, ofrecer rentabilidad al obtener un piso durable durante la vida de servicio prevista.

Para seleccionar el sistema de piso más apropiado se deben examinar y evaluar factores críticos de desempeño y costo. Para evaluar el desempeño es necesario tomar en cuenta las siguientes características: estadísticas de abrasión, tenacidad, resistencia al impacto y cualidades que mejoran la superficie; y en cuanto al costo es simplemente ver la factibilidad de recuperación de la inversión.

El objetivo de esta investigación se orienta a presentar los elementos básicos que intervienen dentro de los procedimientos y secuencias de construcción de un piso o losa de concreto hidráulico para uso industrial. Haciendo énfasis en los tipos de

acabados con revestimientos de polímeros y poliuretanos mencionando las ventajas, campo de aplicación y diseño.

Para describir los pasos que integran el procedimiento constructivo de un piso o losa de concreto hidráulico este trabajo se ha dividido en cinco capítulos, los cuales se ilustran con figuras y tablas para facilitar su comprensión.

El primer capítulo se enfoca a mencionar que es el concreto y sus elementos constitutivos (cemento, agregados, agua, acero de refuerzo y aditivos).

En el segundo capítulo se trata de los problemas más frecuentes en los pisos, como son los tipos de grietas y algunos métodos de prevención.

En el tercer capítulo mencionamos la selección del sistema de piso tomando en cuenta las características de soporte de cargas mecánicas, propiedades físicas y químicas y además las características que afectan el desarrollo de un proyecto para la construcción del piso industrial.

En el cuarto capítulo se trata de los diferentes tipos de pisos con acabados o revestimientos de polímeros y poliuretanos mencionando los campos de aplicación, ventajas y diseño.

El quinto capítulo se compara los costos de los diferentes tipos de pisos.

Sin más que comentar se presenta el desarrollo del trabajo de forma que se provean los elementos necesarios para integrar criterios en los constructores de pisos de concreto hidráulico con revestimientos y así tener una alternativa para la toma de decisiones.

CAPÍTULO 1.

EL CONCRETO.

El concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta compuesta de cemento Portland y agua une a los agregados (arena y grava o piedra triturada), para formar una masa semejante a una roca pues la pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua.

Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos, los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partículas que pueden llegar hasta 10 mm; los agregados gruesos son aquellos que se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm.

La pasta está compuesta de cemento Portland, agua y aire atrapado o aire incluido intencionalmente. Ordinariamente la pasta constituye del 25 al 40% del volumen total del concreto, el volumen absoluto del cemento esta comprendido entre el 7 y 15%, el agua entre el 14 y 21%.

Como los agregados constituyen aproximadamente del 60 al 75% del volumen total del concreto, su selección es importante, los agregados deben consistir en partículas con resistencia adecuada así como resistencia a condiciones de exposición a la intemperie y no deben contener materiales que puedan causar deterioro del concreto. Para tener un uso eficiente de la pasta de cemento y agua, es deseable contar con una granulometría continua de tamaños de partículas. El volumen que ocupa los agregados finos es de un 28% y el de los agregados gruesos de un 31%.

La calidad de un concreto depende en gran medida de la calidad de la pasta.

1.1. Elementos constitutivos.

1.1.1. Cemento.

Definición: "Es el conglomerado hidráulico que resulta de la pulverización del clinker frío a un grado de finura determinado, al cual se le adiciona sulfato de calcio natural agua con sulfato de calcio natural" NMX C-414 (ASTM C-150)

Además, puede añadirse a la molienda, materiales auxiliares para obtener así alguna característica final en especial. NMX C-133 (ASTM C-465); coadyuvantes de molienda empleados en la elaboración de concretos hidráulicos.

Principales componentes del cemento:

Silicato tricálcico (C3S).- De este elemento dependerá la resistencia que pueda alcanzarse a los 28 días.

Silicato dicálcico (C2S).- De este depende la resistencia que pueda obtenerse después de los 28 días.

Aluminato tricálcico (C3A).- Es el elemento que más calor genera. Este elemento genera las variaciones de volumen y favorece la formación de grietas, su concentración en la mezcla debe ser bajo.

Ferroaluminato tetracalcico (C4AF).- Ayuda a acelerar la hidratación en el concreto.

Los elementos antes mencionados constituyen aproximadamente un 90% del cemento. El otro 10% le constituyen materiales como el yeso, cal libre, álcalis, etc.

1.1.1.a. Tipos de cemento (clasificación)

Se fabrican diversos tipos de cemento para satisfacer necesidades físicas y químicas para propósitos específicos. NMX-C-414 ONNCCE 1999. estipula seis tipos de cementos:

Tabla 1.1. Tipos de cemento

Tipo	Denominación
CPO	Cemento Portland ordinario
CPP	Cemento Pórtland puzolánico
CPEG	Cemento Pórtland con escoria granulada de alto horno
CPC	Cemento Pórtland compuesto
CPS	Cemento Pórtland con humo de sílice
CEG	Cemento con escoria granulada de alto horno

El tipo de cemento definidos en la tabla puede presentar adicionalmente más características especiales, mismas que se clasifican de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 1.2 Características especiales

Nomenclatura	Características especiales de los cementos
RS	Resistencia a los sulfatos
BRA	Baja reactividad Alkali-agregado
BCH	Bajo calor de hidratación
B	Blanco

Composición de los tipos de cemento queda definida de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 1.3. Composición de los cementos (1)

Tipo	Denominación	Componentes					Minoritarios (2)
		Clinker	Principales				
		Pórtland + yeso	Escoria granulada	Materiales Puzolánicos (3)	Humo de sílice	Caliza	
CPO	Cemento Portland Ordinario	95-100	-				0 - 5
CPP	Cemento Portland Puzolámico	50- 94	-	6-50	-	-	0-5
CPEG	Cemento Portland con escoria granulada de alto horno	40-94	6-60	-	-	-	0-5
CPC	Cemento Portland compuesto (4)	50- 94	6-35	6-35	1-10	6-35	0-5
CPS	Cemento Portland con humo de sílice	90-99	-	-	1-10	-	0-5
CEG	Cemento con escoria granulada de alto horno	20-30	61-80	-	-	-	0-5

Notas:

- (1) Los valores de tabla representa el % en masa
- (2) Los componentes minoritarios deben de ser uno o más de los componentes principales, a menos que estén incluidos ya como tales en el cemento.
- (3) Los materiales puzolánicos incluyen: Puzolanas naturales, artificiales y/o cenizas volantes.

- (4) El cemento Portland compuesto debe llevar como mínimo dos componentes principales, excepto cuando se adiciona caliza, ya que esta puede ser en forma individual en conjunto con clinker + yeso.**

1.1.1.b. Propiedades

La mayor parte de las especificaciones para el cemento limitan su composición química y propiedades físicas. El conocimiento del significado de estas propiedades es provechoso para interpretar los resultados de pruebas.

Para efecto de este tema se mencionarán las siguientes:

Finura.

La finura del cemento influye en el calor liberado y en la velocidad de hidratación a mayor finura del cemento mayor hidratación y por lo tanto desarrolla mayor resistencia.

Consistencia.

Se refiere a la movilidad relativa de una pasta de cemento o mortero recién mezclado o bien a su capacidad de fluir.

Calor de hidratación.

Es el generado cuando reacciona el cemento y el agua. La cantidad de calor generado depende principalmente de la composición química del cemento; a la tasa de generación de calor le afecta la finura y la temperatura de curado, así como la composición química. En algunas estructuras como aquellas de gran masa la rapidez y la cantidad de calor generado son importantes. Si no se disipa este calor rápidamente, puede ocurrir una importante elevación de temperatura en el concreto.

Fraguado.

Para determinar si el cemento fragua de acuerdo con los tiempos especificados se efectúan pruebas usando el aparato de Vicat o la aguja de Gillmore. El fraguado inicial de la pasta de cemento no debe ocurrir demasiado pronto; el fraguado final tampoco debe ocurrir demasiado tarde. Los tiempos de fraguado indican si la pasta esta desarrollando sus reacciones de hidratación de manera normal. El yeso regula el tiempo de fraguado en el cemento, también influyen sobre el tiempo de fraguado la finura del cemento, la relación agua-cemento y los aditivos usados.

Peso específico.

Generalmente el peso específico del cemento es aproximadamente de 3.15, este no es indicador de la calidad; su uso principal se tiene en los cálculos de proporcionamiento de mezclas.

1.1.2. Agregados.

1.1.2.a. Naturaleza y calidad.

La importancia de utilizar el tipo y la calidad adecuados de agregados no debe ser subestimada pues los agregados ocupan comúnmente de 60% a 75% del volumen del concreto, e influyen notablemente en las propiedades del concreto recién mezclado y endurecido, en las proporciones de la mezcla y en la economía.

En cuanto a la naturaleza de los agregados finos comúnmente consiste en arena natural o piedra triturada siendo la mayoría de sus partículas menores que 5 mm.

Los agregados gruesos consisten en una grava o una combinación de gravas o agregado triturado cuyas partículas sean predominantes mayores que 5 mm, y generalmente entre 9.5 mm. y 38 mm. En cuanto a naturaleza del material viene dada por la roca o producto que constituyen los granos: basalto, pórfido, cuarzita, sílex, calcáreas, arenisca, baritina, pirita, escoria, piedra pómez, calizas, etc.

Todo agregado se puede obtener de dos diferentes formas:

- a) Origen natural.
- b) Producto de trituración.

Sus dos principales características con relación a la resistencia esperada del concreto son:

- a) Adherencia con el mortero.
- b) Resistencia del agregado.

1.1.2.b. Agregados más comunes.

Sílex. Calcáneos duros y sílice calcáreas: De origen aluvial pueden ser duros o frágiles, los calcáneos son menos duros que los sílex, pero presentan mayor adherencia.

Basalto. Agregado muy duro de alta densidad absoluta, de origen ígneo extrusivo presenta una textura afanítica vesicular, presenta una alta resistencia a la compresión y a la abrasión.

Cuarzitas. Extremadamente duras, agregado ideal para obtener concretos de altas resistencias. Requiere un análisis de laboratorio antes de su utilización, ya que pueden tener sílice de tipo reactivo con los álcalis del cemento.

Arenisca. Formados por granos de sílice aglomeradas siendo estas duras, resultan ser buenos agregados mientras no contengan cementantes silicios que sean reactivos con los álcalis del cemento.

Pórfidos. Duros compactos y resistentes. No almacenables sus arenas por presentar descomposición arcillosa al contacto con la humedad.

Granitos. La presencia de mica en estos es nociva. Algunos de estos presentan descomposición al contacto con la humedad. Agregados no recomendables por ser altamente intemperisables.

Esquisto. No recomendable. Estructura hojosa laminar y descomposición con la humedad. Muy deleznable.

Caliza. Se encuentra constituida básicamente por calcita, es un agregado que presenta una textura cristalina y es altamente soluble, presentando una buena resistencia mecánica.

Riolita. De buena resistencia mecánica pero altamente reactiva con los álcalis del cemento.

Gabro. De origen ígneo intrusivo, presenta una textura fanarítica. Es un agregado de alto peso específico.

1.1.2.c. Características más importantes.

Arenas.

Granulometría.

De 0.05 a 2.0 mm. finas

De 2.0 a 5.0 mm. gruesas

Se considera como una arena óptima aquella constituida por 65% de arena fina y 35% de arena gruesa.

Peso específico. En estado seco, 1450 Kg/m³ a 1600 kg/m³

En estado húmedo, 2000 Kg/m³.

Control de calidad.

Toda arena debe estar limpia de arcillas, carbón, lignito y materia orgánica. Teniendo una granulometría distribuida para evitar vacíos, NMX C-111 es específica en cuanto a los límites y fronteras granulométricas que debe tener una arena. En cuanto a su forma son preferibles aquellas que son angulares, por asentarse mejor que las redondas.

Grava.

Granulometría.

De ¾" ó 19 mm. (granulometría básica).

Debe tener forma redondeada u ovalada (equidimensional) preferentemente, ya que una forma tubular (pieza plana y alargada) puede provocar disminución en la trabajabilidad y afectar la durabilidad de la estructura.

Rocas más adecuadas.

Arenisca, cuarzita, andesita y basalto.

Control de calidad.

Hay que tomar en cuenta que a mayor calidad del agregado se obtendrá una mayor calidad y resistencia en el concreto.

1.1.3. Agua.

Casi cualquier agua natural que sea potable y que no tenga un sabor u olor pronunciado, con un Ph neutro igual a 7, se puede utilizar para producir concreto. Las aguas mencionadas a continuación pueden ser empleadas para la elaboración de concreto, tomando en cuenta las impurezas contenidas en el agua, siendo estas sometidas a un estricto control de calidad para su utilización.

- a) Carbonatos y bicarbonatos alcalinos.
- b) Cloruro y sulfato de sodio.
- c) Sales de hierro.
- d) Sales inorgánicas.
- e) Agua de mar.
- f) Aguas ácidas.
- g) Aguas alcalinas.
- h) Aguas negras.
- i) Aguas de desperdicios industriales.
- j) Impurezas orgánicas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.1.4. ACERO DE REFUERZO.

Se recomienda usar el acero como refuerzo de las losas de los pisos, donde existe circulación de vehículos, montacargas y donde existe maquinaria con alta vibración; entre las juntas de contracción.

En algunos casos es necesario colocar como refuerzo de una losa una malla electrosoldada, especialmente cuando se trata de lugares donde él tránsito de vehículos es frecuente y que en la subrasante y la sub-base no exista la capacidad de soporte deseada. Pueden necesitarse varillas corrugadas, mallas de varilla para pisos estructurales elevadas a fin de cumplir con el diseño estructural. También se puede requerir en especificaciones para losas con pendiente las varillas corrugadas deben ajustarse a los requisitos de las normas ASTM A615, A616, A617. También pueden usarse mallas de varilla, de acuerdo con la norma ASTM A184.

La malla electrosoldada debe ajustarse a la norma ASTM A185 o A197. Si este es el caso, los tipos de malla que pueden ser usados son los 6-6/10-10 o 10-10/10-10, colocada en el tercio superior del espesor de la losa.

El acero de refuerzo es uno de los materiales más versátiles que se conocen, se fabrica con gran diversidad de características químicas y físicas y en una variedad muy grande de calidades.

El primer paso de la fabricación del acero es la producción de hierro de primera fusión conocida también con el nombre de "arrabio"; su formación se encuentra constituida principalmente por: mineral de hierro, piedra caliza y coque.

La transformación del mineral de hierro lleva todo un proceso, dándole la composición química de acuerdo al análisis de laboratorio y así tener un acero con características y especificaciones requeridas.

En todo este proceso la laminación de la varilla es uno de los últimos pasos y mencionare un poco este proceso. Una vez que hallamos obtenido el acero con las características y especificaciones este se encuentra en forma de lingotes, este se calienta a una temperatura de 1200°C. Una diferencia en la temperatura de calentamiento ocasiona defectos en el laminado y provoca imperfecciones en el producto terminado. La primera fase en el laminado consiste en reducir la sección del lingote, mediante pasos sucesivos a través de rodillos, hasta obtener una sección cuadrada de 8 cm. Por lado y largos de 3 m; a esta operación se le da el nombre de desbaste. Las barras continúan reduciendo la sección hasta alcanzar la medida deseada y dando a estas barras en los últimos pasos la forma

corrugaciones y las costillas longitudinales que son características de la varilla corrugada para refuerzo de concreto, la medida que es estándar es de 12 m Finalmente la varilla es sometida a las inspecciones y pruebas que marcan las especificaciones, tales como vigilar el peso de la muestra por unidad de longitud, que la forma y separación de las corrugaciones sean las correctas y que la resistencia a la ruptura, el alargamiento, el límite de fluencia y la ductilidad sean las fijadas.

1.1.4.a. Características más importantes.

- a) **Especificaciones y calidades.** Atendiendo a su resistencia a tensión y por consiguiente a la fatiga de trabajo, los aceros se clasifican en tres clases o grados de dureza: Grado estructural, medio y duro, caracterizándose cada uno de ellos por el valor del límite elástico aparente ó límite de fluencia (es el esfuerzo inicial en un material y menor que el máximo que pueda soportar), con respecto al cual se toman los coeficientes de seguridad para fijar las fatigas de trabajo que aparecen en la siguiente tabla:

- b) **El módulo de elasticidad.** Es el mismo para los tres grados de dureza el Reglamento de Construcción del D.F. especifica: el módulo de elasticidad del acero se tomará igual a $2 \times 10^6 \text{ Kg./cm}^2$.
Referente a esfuerzos permisibles en el acero, el mismo reglamento dice:
Tensión o compresión en el acero grado estructural: $f_s = 1265 \text{ kg/cm}^2$.
Tensión o compresión en otros aceros: $f_s = 0.5 f_y$.
Compresión en el concreto: $f_s = 0.45 f_c$.

- c) **Corrugaciones:** Las varillas que empleamos en el refuerzo se fabrican en dos tipos distintos: lisas y corrugadas, ambos en 12 diámetros diferentes. El objeto de las corrugaciones es para lograr una mejor adherencia entre el acero y el concreto y sus formas pueden ser muchas y variadas.

- d) **Dimensiones y peso:** En la siguiente tabla aparecen los datos relacionados con las barras de refuerzo que utilizamos en el cálculo de estructuras de concreto armado. El diámetro específico en las barras corrugadas se denomina diámetro nominal y corresponde al diámetro de una barra lisa cuyo peso por unidad de longitud sea igual al de la corrugada.

Todas las barras se clasifican por su diámetro del No. 2 al No. 12. El número de las barras es el número de octavos de pulgada contenidos en el diámetro nominal.

Tabla 1.4. Dimensiones y peso de la varilla.

Varilla No	Diámetro nominal (mm)	Área nominal (cm ²)	Perímetro nominal (cm)	Peso (kg/m)
* 2	6.4	0.32	2.01	0.251
* 2.5	7.9	0.49	2.48	0.384
3	9.5	0.71	3.98	0.384
4	12.7	1.27	3.99	0.996
5	15.9	1.99	5.00	1.560
6	19.1	2.87	6.00	2.250
7	22.2	3.87	6.97	3.034
8	25.4	5.07	7.98	3.975
9	28.6	6.42	8.98	5.033
10	31.8	7.94	9.99	6.225
11	34.9	9.57	10.96	7.503
12	38.1	11.40	11.97	8.93

* Estas barras se fabrican en México exclusivamente en varillas lisas. Su mayor empleo es principalmente en anillos o estribos.

El tamaño de la varilla de refuerzo puede afectar la incidencia de agrietamientos por asentamiento plástico, y las varillas de grandes diámetros colaboran más a este efecto que los diámetros pequeños. Cuando vayan a utilizarse varillas de refuerzo en una losa, debe darse particular atención a un aspecto tan importante como minimizar el revenimiento y proporcionar un recubrimiento adecuado. Estas medidas adquieren mayor relevancia si las varillas tienen diámetros tan altos como correspondiente a las del No.6.

Acero de refuerzo no estructural.

Frecuentemente los pisos apoyados directamente sobre el terreno, diseñados como secciones no reforzadas. Contienen una cantidad mínima de acero de refuerzo con el propósito de limitar el ancho de las grietas causadas por la contracción debida a cambios de temperatura. Si es posible el acero debería colocarse aproximadamente a 2" (50 mm) bajo la superficie y debería llegar a una distancia de 2" (50 mm) de los bordes de la losa pero no mayor de que 6" (150 mm) de ellos.

Si el acero se extiende a través de las juntas de contracción, será mejor cortar alternadamente los alambres que se encuentran en las juntas, a fin de garantizar

que la losa se va fracturar en la junta de contracción; si el acero atraviesa las juntas, deberá incrementarse la longitud de la losa entre las juntas. Cuando el acero de refuerzo pasa a través de las juntas de contracción, debe tenerse presente que las juntas de construcción se abrirán mas que las juntas de contracción intermedias. En este caso, puede ser necesario el uso de pasajuntas lisas para la transmisión de carga. Las juntas deben estar adecuadamente para evitar la producción de despostillamientos por acuífamiento de cuerpos extraños en ellas.



Figura 1.1. Ejemplo del uso del acero de refuerzo para algunos casos de pisos.

1.1.5. Aditivos.

Son ingredientes del concreto además del cemento, agua y de los agregados que se agregan en la mezcla inmediatamente antes del mezclado o durante el mismo. Sin embargo, pueden presentarse casos donde se requieran propiedades especiales, como mayor tiempo de fraguado, rapidez en la adquisición de resistencia control de la afinidad química con ciertos agregados, o la reducción del calor de hidratación. Aunque con frecuencia puede obtenerse estas propiedades especiales eligiendo, el tipo adecuado de cemento. En estos casos puede ser conveniente considerar e investigar algunos aditivos ya que su uso en el concreto puede producir algunos efectos especiales que se deseen. La eficiencia de un aditivo depende de los factores como el tipo y cantidad de

cemento, proporción de agua, del agregado, granulometría y proporciones, tiempo de mezclado revenimiento, y la temperatura del concreto y del aire.

Los aditivos que se consideren adecuados para usarse en el concreto deberán ajustarse a las especificaciones de la ASTM o de las federales (CFE, SCT), las especificaciones provisionales, de aditivos químicos para el concreto se aplican a la mayoría de aditivos comúnmente usados.

1.1.5.a. Acelerantes

Se usan para acelerar el fraguado y la adquisición de resistencia en el concreto. La mayor parte de los acelerantes comúnmente usados producen un aumento de la contracción que sufre al secarse.

El aditivo acelerador más usado es el cloruro de calcio, añadiéndose en forma de solución como parte del agua de mezcla. Si se añade al concreto en forma seca puede suceder que no todas las partículas se disuelvan durante la mezcla.

La cantidad de cloruro de calcio en ningún motivo debe exceder el 2% del peso del cemento, una cantidad mayor creará problemas y pueden ser perjudiciales para el concreto que puede hacerse inmanejable, aumentar su contracción al secarse y corroer el acero de refuerzo.

El uso del cloruro de calcio o de aditivos que contengan cloruros solubles no se recomienda bajo ciertas condiciones:

1. - En el concreto presforzado, debido a los posibles riesgos de corrosión.
2. - En el concreto en donde esté ahogado aluminio, porque puede producirse una fuerte corrosión del aluminio.
3. - Cuando el acero galvanizado va a quedar en contacto permanente con el concreto.
4. - En concretos sometido a reacciones entre álcalis, agregados, suelos y agua que contengan sulfatos.

1.1.5.b. Retardantes.

Son materiales que se usan con el objeto de retardar el tiempo de fraguado en el concreto, las elevadas temperaturas en el concreto fresco de 35 grados centígrados y mayores, son con frecuencia la causa del aumento de la rapidez del endurecimiento que se dificulta su colocación.

Uno de los métodos más prácticos de contrarrestar este fenómeno consiste en reducir la temperatura del concreto enfriando el agua de la mezcla y/o los agregados.

Se emplean para:

1. - Contrarrestar el efecto acelerante de los climas cálidos en el fraguado del concreto.

2. - Retrasar el fraguado inicial del concreto cuando se presentan condiciones anormales del colado, como en las grandes pilas y cimentaciones.

El uso de retardadores en general acompaña alguna reducción de la resistencia en los primeros días (de 1 a 3), mientras que los efectos de estos materiales en las demás propiedades del concreto, como la contracción puede no ser previsible.

Los retardantes más comunes son: Lignina, Borax, azúcares, ácido tartárico y sales.

1.1.5.c. Inclusores de aire.

Se usan para mejorar la durabilidad del concreto expuesto a la humedad durante los ciclos de congelación y deshielo, el aire incluido mejora mucho la resistencia a la descamación superficial producida por los agentes descongelante. La manejabilidad del concreto fresco también se mejora mucho, la segregación y el sangrado se reducen o se eliminan.

El concreto con Inclusión de aire contiene diminutas burbujas de aire que se distribuyen uniformemente en toda la pasta del cemento, el aire incluido puede producirse mediante el uso de cemento con inclusión de aire con un aditivo inclusor de aire o con la combinación de ambos métodos.

El cemento con inclusor de aire se hace añadiendo y moliendo con el cemento en el proceso de manufactura. Por otra parte los aditivos inclusores de aire se añaden directamente a los materiales del concreto, ya sea antes o durante la mezcla, los aditivos más comunes son: sales de resinas de madera, algunos detergentes sintéticos, sales de lignina sulfonatada, ácidos grasos, ácidos de petróleo.

1.1.5.d. Reductores de agua.

Son materiales que se usan con el objeto de reducir la cantidad de agua de la mezcla necesaria para producir concreto con una consistencia dada; la pérdida de revenimiento no se reduce en algunos casos puede aumentarse. Algunos aditivos reductores de agua pueden también retardar el tiempo de fraguado, mientras que otros no afectan apreciablemente el tiempo de fraguado y también pueden incluir aire en el concreto.

Generalmente puede obtenerse un aumento de resistencia con estos aditivos si se reduce la proporción de agua para una mezcla dada y si la proporción cemento y revenimiento se mantienen constantes. También muestran aumentos importantes en la contracción al secarse.

Estos aditivos están fabricados con lignosulfonatos, ácidos carboxílicos y carbohidratos.

1.1.5.e. fibras.

El uso de fibras se realiza con el fin de mejorar alguna de las características no satisfactorias del concreto, como pueden ser una baja resistencia a la flexión o tensión y su proceso de contracción en el proceso de endurecimiento. Esta última propiedad que produce agrietamientos y consecuencia provocar oxidación en el acero de refuerzo y/o deterioro superficial de la masa de concreto.

Las fibras pueden ser de acero, plástico, vidrio y algunos materiales naturales; sus formas pueden ser cilíndricas, planas, rizadas y estriadas. Sus tamaños pueden ser de 6 a 76 mm. Sus espesores van de 0.005 a 0.8 mm.

CAPÍTULO 2

PROBLEMAS MÁS FRECUENTES EN LOS PISOS INDUSTRIALES.

2.1. Grietas.

El concreto es uno de los materiales que se utilizan más por las siguientes razones: permite realizar estructuras de gran belleza, económicas, permite realizar estructuras de cualquier forma y tiene la rigidez suficiente para hacer estructuras seguras.

Sin embargo, también presenta algunas deficiencias como pueden ser: poca resistencia al impacto, una alta permeabilidad y el que se agriete.

¿Qué es lo que pasa? Una vez que hemos colocado y terminado una obra empieza a presentarse grietas, las cuales desde el punto de vista arquitectónico pueden ser inaceptables y pueden afectar de manera importante la durabilidad y funcionamiento de la estructura.

La razón de los agrietamientos en el concreto es por los “Esfuerzos excesivos” los cuales pueden ser: externos e internos.

Los esfuerzos externos provocados por el diseño, las cargas y procedimiento constructivo.

Los esfuerzos internos por el mismo trabajo del concreto, los cuales pueden provocar grietas que podemos calificar en tres categorías principales: Grietas plásticas (provocadas por contracción y asentamiento plástico), grietas por contracción a edades tempranas y edades posteriores.

Es importante notar que el agrietamiento ha causado problemas en la práctica, esto ocurre frecuentemente. Estas pueden ser grietas plásticas las cuales no pueden ser controladas por el acero de refuerzo o grietas en áreas en donde se presentan esfuerzos no calculados y el refuerzo insuficiente no puede controlar el agrietamiento.

El concreto sufre de expansiones y contracciones debido a diferentes estados de carga, como a efectos de cambios de temperatura que generan diferentes estados de esfuerzos. En el caso de que estos no se consideren en el proceso de elaboración, curado y servicio de los diferentes elementos estructurales, puede formar agrietamientos, de los cuales vamos a distinguir dos tipos en forma general:

- Estructurales.
- No estructurales.

El primero de ellos es de consideración fundamental en el análisis y diseño estructural en función de las cargas internas o externas a la estructura. Ver figura 2.1. Dichos agrietamientos deben de estar restringidos hasta ciertos limites que garanticen la estabilidad estructural del sistema y estética del mismo.

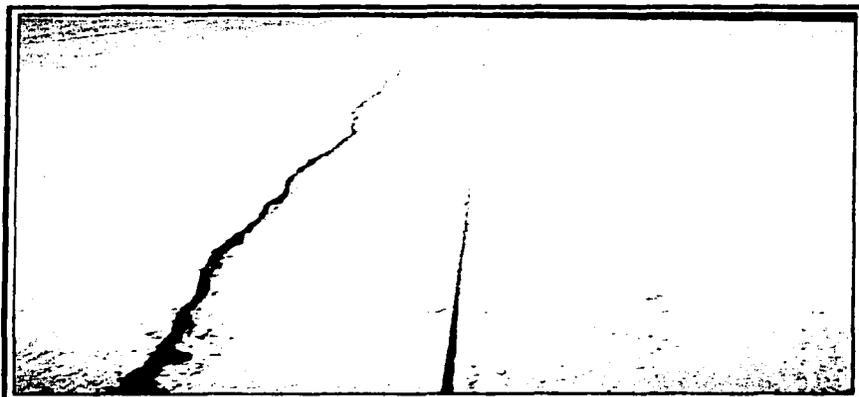


Figura 2.1. Grietas tipo estructural.

El segundo provocados por diferentes esfuerzos en los materiales constitutivos del concreto en estado fresco como endurecido.

Este ultimo caso resulta más difícil de evaluar por el gran número de variables que involucra con relación al primero de ellos en el cual las grietas dependen directamente de esfuerzos y deformaciones para lo cual existe toda una metodología de análisis en su determinación.

Tipos de grietas: en la siguiente tabla se da una clasificación de los diferentes tipos de grietas no estructurales.

Tabla 2.1. Clasificación de grietas

Tipo de grieta	Letra	Subdivisión	Localización más común
Por asentamiento plástico, (fluencia)	A	Sobre el refuerzo	Secciones profundas.
	B	Arqueo.	Parte.
	C	Cambio de profundidad	Losas reticulares.

Por contracción plástica	D	Diagonal	Caminos y losas de pisos
	E	Al azar	Losas reforzadas.
	F	Sobre el refuerzo	Losas reforzadas
Restricciones internas o externas	G	Restricción externa	Muros gruesos.
	H	Restricción interna.	Losas gruesas
Contracción por Secado a largo plazo	I		Losas y muros delgados
Grietas superficiales	J	Acabados inadecuados	Superficie
	K	Concreto fluidificado	Losas.
Corrosión del refuerzo.	L	Natural.	Carencia de recubrimiento
	M	Por cloruro de calcio.	Concreto premezclado.
Reacción Alkali-agregado	N		Humedades.

2.1.1. Grietas por contracción plástica.

Las grietas producidas por este fenómeno se deben principalmente a los cambios en el contenido de agua del concreto con relación a su edad. Entre los factores más importantes de este fenómeno tenemos la cantidad inicial de agua en la mezcla, la relación de área expuesta y las condiciones ambientales a edad temprana de la misma.

Estas grietas ocurren a las pocas horas de haber sido colocado el concreto, aunque generalmente se les detecta al siguiente día y no debe confundírseles con las grietas por contracción de secado a largo plazo.

Las losas de concreto que hallan sido correctamente aplanadas no deberán exhibir grietas por contracción plástica debido a la acción de allanado que compacta la mezcla y tiende a cerrar las grietas tan pronto como ellas se forman.

De estas tenemos tres tipos básicos:

- Grietas diagonales a 45 grados separadas de los cantos de las losas de 0.2 – 2 m
- En forma aleatoria formando una red o mapa amplio.

-Grietas que siguen la pauta del acero de refuerzo u otros aspectos físicos como cambios de sección.

Aunque las grietas por contracción plástica pueden ser muy anchas en su parte superior, estas desminuyen rápidamente en función de su profundidad, algunas veces estas atraviesan el peralte total de las losas.

Las grietas por contracción por secado a largo plazo se producen por el efecto de contracción, como resultado de la reducción de volumen. Con un adecuado diseño del refuerzo y proceso constructivo, la probabilidad de los efectos de agrietamientos quedara desminuido.

2.1.2. Grietas superficiales.

Son una red de grietas finas, que aparecen al azar sobre la superficie del concreto, debido a la contracción de la capa superficial, tienen una profundidad no mayor a 3 mm; y son más visibles si el acabado se realizó con llana. Este tipo de grietas aparece unas cuantas horas de haber sido colocado el concreto a lo más en una semana; estas grietas no dañan la resistencia al desgaste, aunque no son estéticas.

2.1.3. Grietas por restricciones físicas.

Las principales causas en la formación de grietas son las prácticas inadecuadas de diseño y construcción, de estas podemos mencionar:

- No colocar juntas de control o de aislamiento.
- Preparación incorrecta de la base, en caso específico de las losas sobre el suelo.
- Acabado inadecuado de las superficies.
- Ineficiencia en el curado.

2.2. Despostillamientos.

Los despostillamientos contribuyen a la falla de desprendimiento más profundos de la superficie a menudo separándose el concreto en el primer emparrillado de acero de refuerzo. Además de la mala apariencia, el despostillamiento produce graves deterioros en la utilidad de diversas superficies estructurales expuestas al aire libre. Depende de varios factores tales como los esfuerzos de compresión, la calidad del concreto, calidad de la junta y la cantidad de carga mecánica que sea sometido el piso (ver figura 2.2.)

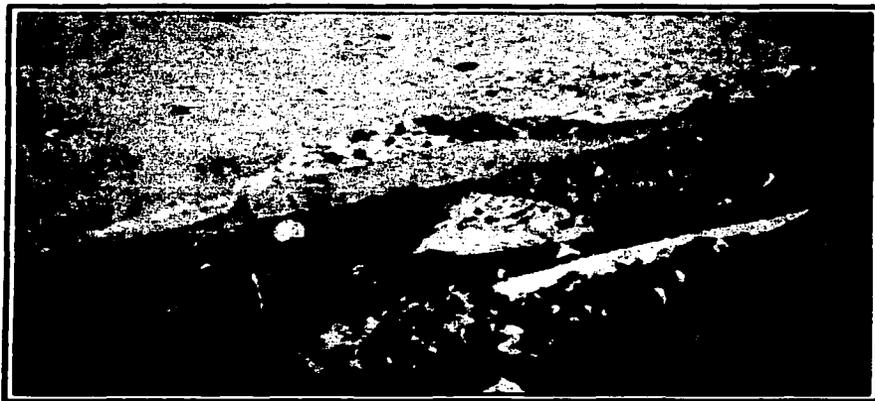


Figura 2.2. Despostillamiento en la junta.

Estos despostillamientos ocurren generalmente en lugares donde se encuentran las juntas de las losas y cuando el agrietamiento está fuera de control. El aserrado demasiado pronto es uno de los factores que provoca algo de despostillamiento. Es probable que la presencia de despostillamiento en pisos se deba a fallas de adherencia de pisos de dos capas.

Entre las causas de las diferentes clases de despostillamiento se encuentran las siguientes:

1. Espesor insuficiente del recubrimiento sobre el acero de refuerzo.
2. Concreto y mortero de baja calidad en el recubrimiento sobre el acero de refuerzo. Ese mortero de baja calidad falla al proteger el acero de la corrosión destructora, ya que tiene baja densidad y alta permeabilidad debida a:
 - a) Demasiada manipulación del concreto excesivamente húmedo durante el acabado.
 - b) Pérdida considerable de aire durante las operaciones de acabado del concreto excesivamente húmedo.
 - c) Problemas de sangrado excesivo durante el acabado, especialmente en clima frío.
 - d) Curado retardado o inadecuado.
 - e) Junteo y sellado inapropiado (Guía 504 del ACI).
 - f) Grave agrietamiento en forma de mapa, lo que permite que el agua y las sales ataquen el acero a través de las grietas.

3. Adherencia inadecuada en pisos de dos capas debido a:
- a) Baja calidad del concreto en el lecho superior de la capa inferior.
 - b) Contaminación no eliminada de la superficie de la capa inferior.
 - c) Diferencia de contracción entre las capas superior e inferior.
 - d) Secado de la lechada de adherencia antes del colado de la capa superior.
 - e) Presión excesiva en las juntas donde el material prefabricado de junteo fue cubierto con concreto.
 - f) Restricción de movimiento de las losas de plataformas sobre muros de carga y muelles, debido a la prevención inadecuada de tales movimientos.

Quando las losas son de espesores menores de 25 cm y son machinbradas estas pueden fallar por cortante dando como resultado despostillamiento a lo largo de la junta. Esto quiere decir que se tiene que tomar en cuenta para el diseño de un piso industrial, principalmente donde las condiciones de movimiento de cargas son intensas o donde existe maquinaria con excesiva vibración.

2.3. Métodos de prevención.

Como ya se mencionó, el concreto siempre se agrieta, razón por la cual resulta difícil obtener un concreto libre de estas grietas; pero, se puede disminuir o controlar dichos efectos mediante una práctica de diseño y de construcción adecuada, o mediante la aplicación de algún aditivo.

Métodos más comunes de control de grietas son:

Sub-base o subrasante y cimbra: Deberá proporcionar apoyo firme y uniforme a la losa de concreto, por lo que antes del colado deberán eliminarse todo los materiales sueltos y basura existente, en lo que se refiere a la capa de apoyo debe ser compactada adecuadamente que tenga una pendiente adecuada que permita escurrimientos y debe presentar una superficie lisa. La cimbra debe ser colocada correctamente y sujeta para evitar movimiento por el empuje de la mezcla. Antes del colado deben de humedecerse la capa de apoyo, cimbra y el acero de refuerzo.

Concreto: En general es adecuado utilizar revenimientos no mayores de 12 cm, evitar el remezclado. Sin embargo, según los requerimientos del proceso constructivo pueden utilizarse concretos con revenimiento máximo de 18 cm. Siempre y cuando la mezcla este diseñada para dar resistencia adecuada evitando problemas de sangrado.

El concreto a la intemperie, en lugares extremos en los cuales tengan problemas de congelación y deshielo, es recomendable incluir aire en la mezcla para mejorar

la durabilidad. En lugares cálidos, los problemas son de evaporación excesiva, éste deberá reducirse por algún medio que evite las grietas por contracción plástica.

- **Acabado:** Debe hacerse en el instante en que desaparece el agua superficial de la mezcla, debe evitar espolvorear o aplanar cemento seco una mezcla de cemento y arena fina en la superficie en estado plástico para absorber el agua de sangrado. El aplanado inicial debe ser rápidamente seguido por el pulido mecánico. Para obtener una mayor tracción un escobillado para obtener una superficie rugosa.

- **Curado:** Debe iniciarse el curado tan pronto como sea posible ya sea por anegamiento, aspersión, costales húmedos, capa de arena, plástico, papel kraft, membrana o cualquier otro método.

- **Juntas:** El objeto de construir juntas en las superficies de concreto es para absorber los movimientos de contracción o expansión de las losas, provocados por los cambios de temperatura y/o humedad. Las juntas de control pueden realizarse mediante aserrado, labrado o formado por hendiduras de un espesor aproximado de 0.25 del espesor total de la losa. La separación Máxima entre juntas debe ser menor o igual a 30 veces el espesor de la losa. La longitud conveniente de estas losas es 1.5 veces el ancho. Cuando se prevea restricciones en la libertad de movimiento de la losa, por ejemplo, en las uniones de los pisos con muros, cimentación o columnas, se deberán colocar juntas de aislamiento. Estas juntas deberán hacerse en todo el espesor de la losa colocando algún tipo de barrera que impida la adherencia de la losa con otros elementos estructurales o constructivos.

- **Recubrimiento:** Para prevenir la aparición de grietas en el concreto reforzado, producidas por expansión del acero de refuerzo al sufrir corrosión debido al ataque de sulfatos, ácidos y sales contenidas en el agua, debe dejarse un recubrimiento de 1 a 7 cm. De acuerdo a lo que sé este construyendo.

2.3.1. Uso de fibras.

El uso de fibras es la reducción de grietas en el concreto por contracción y asentamiento plástico.

Las fibras pueden ser de acero, plásticas, fibra de vidrio y algunos materiales naturales; Sus formas pueden ser cilíndricas, planas, rizadas, de diferentes tamaños y longitudes.

El concreto reforzado con fibras se ha encontrado que contribuyen a mejorar la resistencia en el concreto. Estas son una de las ventajas principales:

- **Control de agrietamiento ocasionado por la fluencia y contracción plástico.**
- **Sustituto de la malla electrosoldada como refuerzo por temperatura.**
- **Reducen la permeabilidad del concreto al evitar las grietas en el concreto.**
- **Mayor resistencia al impacto y despedazamiento del concreto.**

- Mayor resistencia a la fatiga.
- Mayor resistencia a la tensión.
- Mayor resistencia a la abrasión.
- Reducción en el espesor de losas de concreto.

En cuanto a su campo de aplicación es muy amplio y estará en función de las necesidades de uso o del proyecto.

Algunos campos de aplicación de concreto reforzado con fibras:

- Pisos sobre el suelo o terreno de desplante en industrias, hangares, etc.
- Pavimentos de concreto Hidráulico.
- Estabilización de túneles o taludes mediante concreto lanzado.
- Elementos precolados.
- Reparación de estructuras.
- Estructuras hidráulicas como plantas de tratamientos de aguas, canales, etc.

2.2.3. Otros métodos.

Cuando las losas de los pisos tienen espesores mayores de 25 cm se puede hacer uso de juntas machimbradas y/o anclas por lo que se consigue la transferencia de carga. La geometría de las juntas machimbradas puede ser trapezoidal o circular. También se puede hacer uso de método de inserción de anclas en forma de diamante para hacer la transferencia de cargas de una losa a otra, este tipo de diamante se usa en las juntas, en vez de las juntas machimbradas con anclas de acero reforzado. Ver figuras 2.3 y 2.4

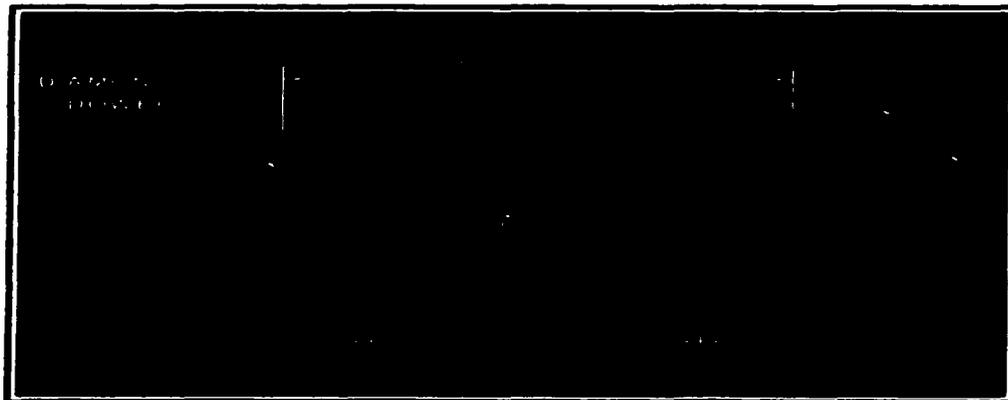


Figura 2.3. Características para uso de anclas en forma de diamante.

Este proceso consta de tres componentes simples una base de plástico re-usable que es atornillada a la cimbra de madera, el cual se inserta una funda de plástico y el cual cuando la cimbra sea removida quedara insertada para colocar las placas de acero en forma de diamante. Se colocaran las placas antes de continuar con la construcción de la siguiente losa.

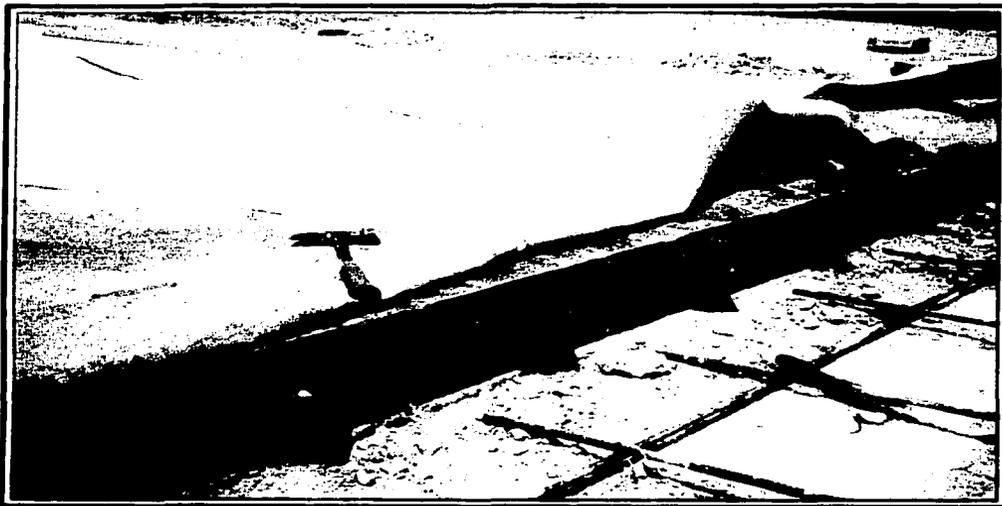


Figura 2.3. Inserción de anclas en forma de diamante para transferencia de carga.

CAPÍTULO 3

SELECCIÓN DEL PISO ADECUADO PARA EL USO INDUSTRIAL.

El sistema de piso debe cumplir con dos criterios. Primero, el piso debe de cumplir o exceder las demandas de servicio de una instalación específica. Segundo, debe ofrecer rentabilidad al obtener un piso durable durante la vida de servicio.

Se deben examinar y evaluar factores críticos de desempeño y costo. Destacando propiedades mecánicas, físicas, químicas y durabilidad.

3.1. Durabilidad al soporte de cargas mecánicas.

La durabilidad se refiere a la capacidad del concreto para resistir el deterioro proveniente de las cargas ligeras, cargas medias a pesadas, cargas extrapesadas y del impacto o del servicio que reciba. Un concreto diseñado adecuadamente deberá perdurar sin fallas de importancia durante su vida de servicio. Para cubrir los requisitos del proyecto se pueden efectuar varias pruebas.

Resistencia a la compresión: La resistencia mecánica se encuentra en función de la resistencia a la compresión.

La NOM C -155 designa como f'_c , a la resistencia a la compresión obtenida de un cilindro estándar a los 28 días o la edad en la que el concreto recibe su carga de servicio. La resistencia del concreto debido a una carga axial a compresión se determina con la siguiente fórmula:

$$\sigma = P/A = f'_c$$

En donde: σ = Esfuerzo (kg/cm^2)

P = Carga máxima (kg).

A = Área promedio de la sección (cm^2).

No existe una prueba universal sobre el tipo de especímenes a ser ensayada para la prueba de compresión; pero, el más común es utilizar cilindros con relación de esbeltez igual a 2. El espécimen más usual consta de una altura de 30 cm. Y diámetro de 15 cm. Esto es para concretos en los cuales su aplicación final es en estructuras típicas o convencionales.

Resistencia a la tensión: debido a las dificultades de un ensaye a tensión axial se realiza la prueba brasileña de tensión como la NMX C -163 (ASTM C-496-71) la llama: determinación de la resistencia la tensión diametral de cilindros de concreto.

La prueba brasileña es fácil de realizar y proporciona resultados más uniformes que otras pruebas de tensión. Se considera que la resistencia determinada en la prueba brasileña es mas aproximada real del concreto que la del módulo de ruptura; la resistencia es del 12 al 15% más elevada que la resistencia a la tensión directa.

La prueba consiste en someter a la compresión diametral un cilindro de los empleados a compresión mediante las platinas de la maquina de prueba, llevando al espécimen a la falla a lo largo del diámetro vertical. En esta prueba, la hipótesis fundamental es que, si el material fuera perfectamente elástico, se originarian esfuerzos de tensión uniformemente distribuidos en la mayor parte del plano diametral de carga.

La norma antes mencionada determina la metodología de prueba de los cilindros. La resistencia a la tensión por compresión diametral, se determina con la siguiente fórmula:

$$T = 2P/\pi LD.$$

En donde:

T = Resistencia a la tensión (kg/cm²).

P = Carga máxima aplicada.

L = Longitud (cm).

D = Diámetro (cm).

Resistencia a flexión: el valor de la resistencia del concreto simple o Flexión se obtiene del ensaye de vigas de sección cuadrada. Las vigas son colocadas en forma simplemente apoyada y se les aplica una o dos cargas puntuales. La NOM C-161 y 160 reglamentan las condiciones de elaboración, curado y prueba de los especimenes de concreto para este fin.

La resistencia a la flexión se usa como índice de la resistencia de estructuras tales como pavimentos rígidos, esta prueba también se utiliza para determinar la resistencia del concreto a la tensión originada por flexión siendo en este caso el índice de resistencia el patrón conocido como módulo de ruptura, se expresa con la siguiente ecuación:

$$MR = Mc/I.$$

En dónde:

MR = Módulo de ruptura del material.

M = Momento flexionante máximo

C = Medio peralte.

I = Momento de inercia de la sección.

También se puede aplicar la siguiente fórmula:

$$MR = 3/2 PL/BD.$$

P = Carga máxima.

L = Longitud entre apoyos.

B = Ancho de la viga.

D = Peralte de la viga.

3.2. Durabilidad al soporte de cargas físicas.

La durabilidad se refiere a la capacidad del concreto para resistir el deterioro proveniente del ambiente o del servicio que reciba. Un concreto diseñado adecuadamente deberá perdurar sin fallas de importancia durante su vida de servicio.

Condiciones físicas que nos afectan la durabilidad del piso:

- Intemperie (rayos, UV, heladas, sales, lluvia, ...).
- Baja temperatura/ choque térmico.
- Humedad constante.

Con frecuencia se usan agregados duros, como cuarzo, esmeril o agregados metálicos, para la construcción de pisos de tránsito pesado. También se usan agregados minerales, ya sea mezclados con cemento Pórtland en la obra, o adquiridos ya premezclados, para obtener superficies monolíticas resistentes al desgaste. Si son premezclados, están compuestos de una combinación de agregados minerales o metálicos y cemento Pórtland y a menudo, contienen aditivos u otros ingredientes para hacer eficaz su aplicación y acabado.

3.3. Durabilidad a la exposición de los químicos.

Los pisos que están expuestos a los ácidos ligeros, sulfatos u otras sustancias químicas, necesitan preparación o protección especiales. El comité ACI 201 ha hecho mención de varios informes acerca de los procedimientos para aumentar la resistencia del concreto al ataque químico. Cuando este es considerable, será necesario emplear una protección resistente al desgaste, y además sea adecuada para soportar la exposición a las sustancias químicas.

En el informe del comité 515 del ACI se discuten estas condiciones y los métodos para proteger pisos. Por otra parte, en algunas plantas químicas y de alimentos, así como mataderos, los pisos están sujetos a una desintegración lenta. En diversos casos es preferible proteger los pisos con otros materiales, tales como ladrillo o mosaico resistentes al ácido o los morteros resinosos.

Existen empresas dedicadas a proveer materiales con alternativas de acuerdo al piso diseñado que posteriormente mencionaremos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.4. Resistencia al impacto.

La capacidad de un piso para soportar el impacto de cargadores, montacargas y el impacto por caída de objetos pesados afecta la vida y servicio de la superficie.

La resistencia al impacto se mide utilizando la Máquina de los Ángeles especificada en la ASTM 131. El método estándar consiste en un tambor rotatorio que contiene nueve esferas de acero sólido, cubos de muestra y material de prueba de 50 mm. Una capa interior hace que las esferas de acero y los cubos del material a ensayar se eleven y caigan para simular el impacto continuo y aleatorio.

3.5. Tenacidad (relación esfuerzo-deformación).

Es la capacidad de absorción de energía de un material antes de fallar, y se presenta por el área bajo la curva de esfuerzo-deformación. La tenacidad es igual a la energía requerida para la deformación elástica más la deformación plástica.

La deformación² es elástica: cuando un material sujeto a cargas se deforma y si este material recupera su tamaño y forma original se la llama deformación elástica. Ver figura 3.5

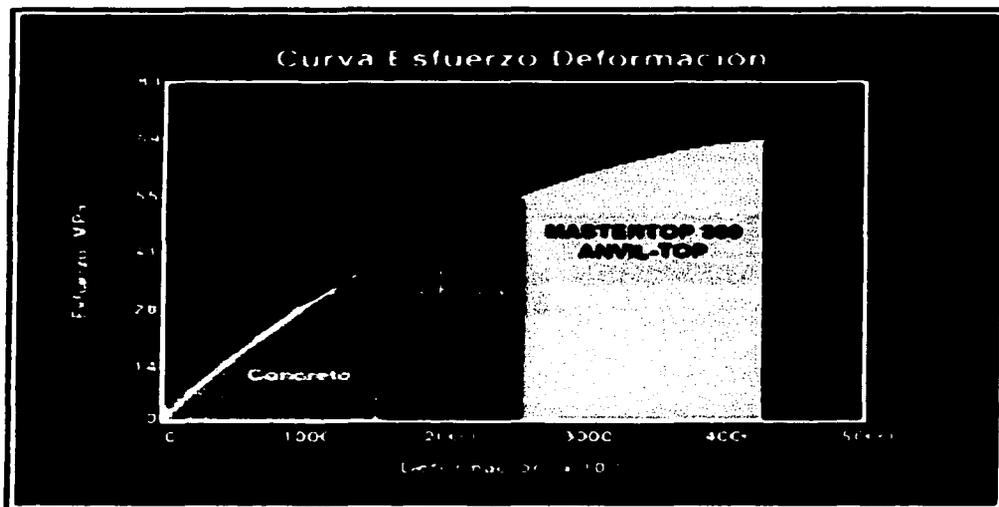


Figura 3.1. Curva esfuerzo-deformación

La deformación plástica: cuando un material sujeto a cargas se deforma y si la deformación permanece aún después de remover la carga se le llama deformación plástica.

Se podrá determinar el valor de la Módulo elástica (E_c) para cualquier concreto en particular conforme a la norma ASTM C-469.

En las NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO (NMX C 163)

Se dan los siguientes parámetros para la determinación de la deformación elástica.

Concreto clase I $E_c = 14000 \sqrt{f'c}$

Concreto clase II $E_c = 8000 \sqrt{f'c}$

Donde: E_c = Módulo elástico del concreto (kg/cm^2)

$f'c$ = Resistencia a la compresión (kg/cm^2)

Concreto clase I, peso volumétrico en estado fresco = 2.2 ton/m^3
 $f'c \geq 252 \text{ kg/cm}^2$.

Concreto clase II, peso volumétrico en estado fresco entre 1.9 y 2.2 ton/m^3
 $f'c < 250 \text{ kg/cm}^2$.

3.6. Restricciones técnicas.

Cuando se llevan en buen término todos los requerimientos, no significa que se garantiza la funcionalidad de un piso. Las restricciones del proyecto juegan un papel importante en cuanto a su factibilidad.

Espesor de la capa del piso, condiciones del substrato juntas e instalaciones.

Conexión con otras partes de la construcción evacuación de agua. Etc.

Restricciones en la realización del trabajo: tiempo de ejecución, temperatura acceso al lugar, etc.

3.6.1. Espesor de piso.

Generalmente para determinar los espesores de los pisos (losas y sub-base) y la resistencia del concreto que vamos a utilizar para construirlos es necesario cierta información técnica que se obtiene del estudio de mecánica de suelos, este estudio es un análisis de la composición del suelo cuyas características determinan su calidad y capacidad de soporte. También es necesario obtener información relacionada con las características de los agregados a emplear en la fabricación del concreto, esta información es básica para la determinación de una correcta

dosificación. La información obtenida del sitio complementada con datos de uso y destino del piso nos proporcionarán las especificaciones generales de construcción.

Tabla 3.1. Muestra los espesores mínimos de un piso.

Clase De piso	Uso proyectado	Espesor (pulg.)	Espesor (mm)
1	Residencial o cubierto con mosaico	4.0	100
2	En oficina, escuela, iglesias, hospitales y ornamental residencial	4.0 (a)	100 (a)
3	Para las entradas y pisos de garajes y para baquetas	4.0 (b)	100 (b)
3	Para las banquetas comerciales	5.0 (c)	130 (c)
4	Comercial e industrial	5.0	130
5	Industrial de una capa	6.0	150
6	Industrial pesado de dos capas ligadas (capa inferior)	5.0	130
6	Industrial pesado de dos capas ligadas (capa de desgaste)	0.75 (d)	20 (d)
7	Capas desgaste no ligadas para las clases 3, 4, 5, 6	2.5 (e)	65 (e)

(a) Preferiblemente 5" (130 mm).

(b) Las entradas de garaje residenciales, que normalmente sirven para camiones, deben tener un espesor de 5" a 6" (130 a 150mm).

(c) Es preciso destacar que este espesor es el mínimo y que puede ser necesario recurrir a un espesor mayor.

(d) Máximo de 1 ½" (40 mm).

(e) Es preferible un espesor mayor.

Dimensiones: Debido a la gran variedad de tipos de suelo que existen en nuestro país a la dificultad de recomendar el diseño de un piso para cada caso por lo laborioso que resultaría efectuar un estudio respectivo, solo daremos como ejemplo la recomendación de dimensionamiento mínimos que puedan emplearse para piso.

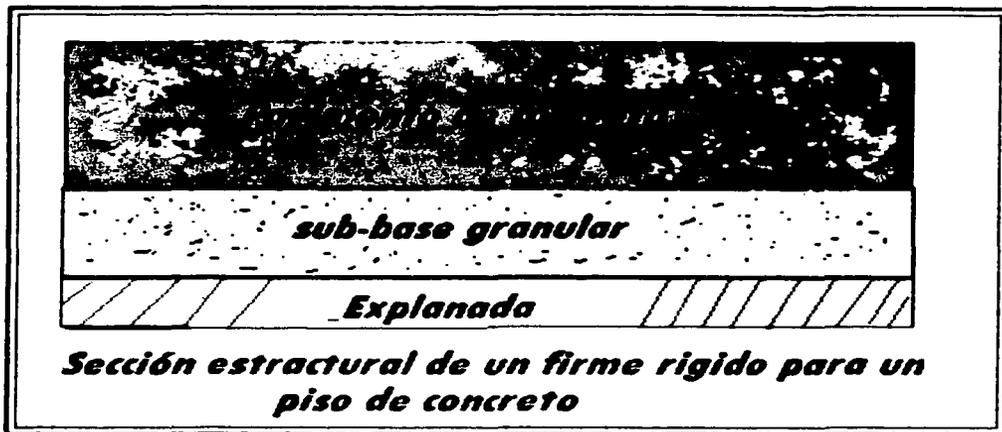


Figura 3.2. Sección estructural de un piso.

Para establecer las dimensiones en piso se deberán suponer las consideraciones para su diseño como; el tipo de suelo sobre el cual se va a construir el tipo de cargas y el tamaño.

Es de suma importancia, prestar atención la preparación del terreno natural y diseño y construcción de las subrasantes y de las sub-bases, para lograr la capacidad estructural. El objetivo deberá ser el poder obtener una condición de apoyo uniforme para el pavimento durante toda la vida útil de éste.

Espesor de diseño. El diseño de pisos colocados directamente sobre terreno depende del tipo y la magnitud de las cargas a aplicar la tabla 3.2 se utilizará para determinar el espesor requerido por las cargas producidas por las ruedas. Otro tipo de cargas que deberá ser incluidas son: Cargas uniformes, lineales y concentradas.

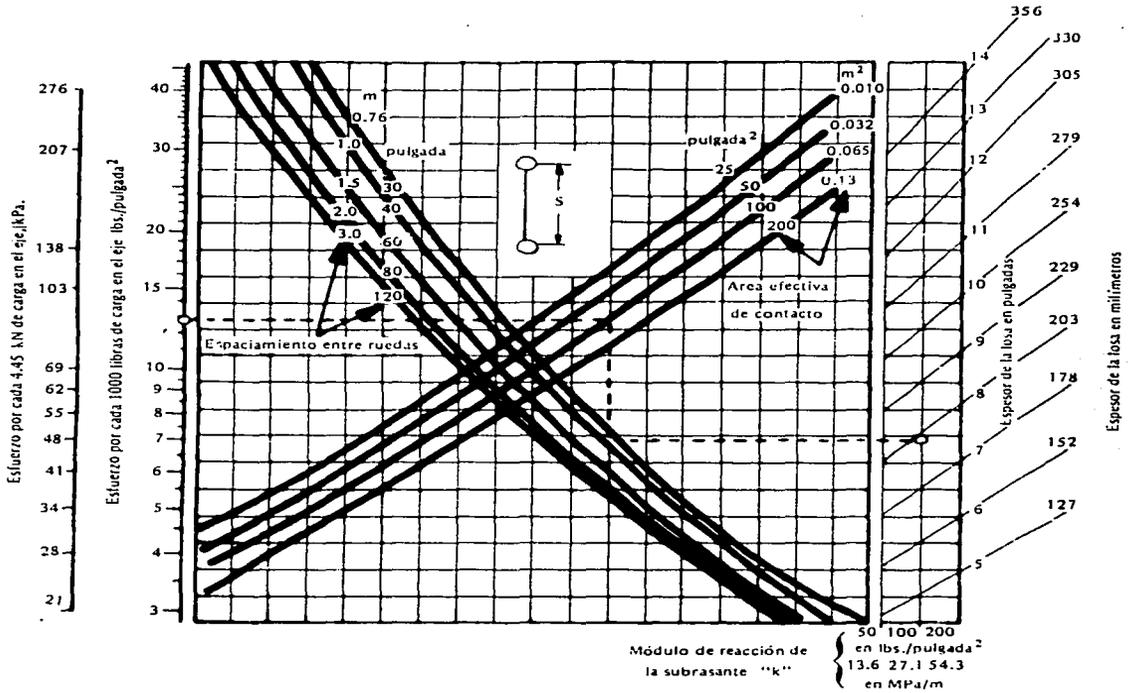
Procedimiento de diseño utilizando la tabla 3.2

Para elaborar el diseño tomando en cuenta las cargas de vehículos se requiere conocer los siguientes datos:

- Carga máxima por eje
- Número de repeticiones de la carga
- Área de contacto entre rueda y pavimento
- Espaciamiento entre las ruedas de los ejes más pesados

Grafica 3.1. Grafica de diseño para ejes de ruedas sencillas. (Portland Cement association)

Construcción de losas y pisos de concreto.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- Valor de soporte de la subrasante
- Resistencia a la flexión del concreto

Los datos sobre el tránsito y sus cargas, para las condiciones de operación pasadas y futuras, pueden obtenerse en los departamentos de planeación y operaciones, y por medio de los fabricantes de vehículos, con esta información se seleccionarán los factores de seguridad y se utilizarán para determinar los esfuerzos de trabajo permisible en el concreto, para entrar en la gráfica de diseño.

El factor de seguridad (resistencia a la flexión dividida entre esfuerzo de trabajo) se elige con base a la fluencia esperada, de las cargas aplicadas por los vehículos más pesados. Se sugieren factores de seguridad entre 1.7 y 2.0 para pisos de uso comercial e industrial. Estos valores deben de usarse cuando el tránsito de carga pesada sea frecuente y esté canalizado. Cuando el tránsito sea ligero y no este canalizado puede utilizarse factores de seguridad entre 1.4 y 1.7.

La grafica de diseño para camiones industriales de ejes con ruedas sencillas, (la grafica 3.1) fue tomada de la publicación Slab Thickness Design for Industrial Concrete Floors on Grade. Se entra en la grafica con un número calculado para el esfuerzo de trabajo permisible por cada 1000 libras (4.45 kN) de carga en el eje. El número se obtiene dividiendo el módulo de ruptura del concreto entre el factor de seguridad y posteriormente, dividiendo ese resultado entre la carga por eje en kilolibras o kN.

Para ejes equipados con ruedas dobles, en la publicación antes mencionada, se incluye una grafica para convertir las cargas por ejes con ruedas dobles, a ejes equivalentes de carga con ruedas sencillas, pudiendo hacer uso de la grafica 3.1 para determinar el espesor de la losa requerida.

El área efectiva de contacto, utilizada en las graficas, es el área corregida de contacto de la llanta con la losa. Si no se cuenta con los datos disponibles sobre le tipo de llanta, el área de contacto para llantas neumáticas podrá estimarse dividiendo la carga de la rueda entre la presión de inflado. Para llantas sólidas o de cojín, el área de contacto podrá estimarse multiplicarse el ancho de la llanta por 3 o por 4.

Ejemplo de diseño de espesor. Cargas de eje con ruedas sencillas (unidades usuales en Estados Unidos)

Tabla 3.2. Ejemplo de diseño de espesor de un piso. Cargas de eje con ruedas sencillas.

<i>Datos del vehículo</i>	
Carga por eje	111.2kN (eje con ruedas sencillas)
Separación entre ruedas	0.940 m
Número de ruedas	2
Presión de inflado de las llantas	758.4 kPa
Area de contacto de la llanta	Carga de la rueda/ presión de inflado (111.2/2)/ 758.4 = 0.07333 m ² .
<i>Datos de la subrasante y del concreto</i>	
Módulo de reacción de la subrasante	K = 27.14 Mpa/m
Módulo de ruptura a la flexión en el concreto MR	4.413 MPa

Etapas del diseño

1. Factor de seguridad, SF:

Para las operaciones frecuentes de vehículos en tránsito canalizado, es necesario seleccionar un factor de seguridad que permita repeticiones ilimitadas de esfuerzo y que será de 2.0

2. Esfuerzo del trabajo del concreto, WS:

$$WS = MR/SF = 4.413/2.0 = 2.206 \text{ Mpa}$$

3. Esfuerzo producido en la losa por cada 4.448 kN de carga por eje:

$$WS/ \text{Carga por eje, KN} = 2206 \text{ kPa}/(111.2/4.448) = 88.2 \text{ kPa} / 4.448 \text{ kN.}$$

4. Se entra en la grafica 3.1, empezar a la izquierda con el esfuerzo de 88.2 kPa, después se desplaza a la derecha hasta llegar al área de contacto de 0.0733 m². ; bajar hasta la separación entre las ruedas de 0.94 m y posteriormente hacia la derecha para encontrar el espesor de la losa que resulta de 20.1 cm sobre la línea correspondiente al módulo de reacción de la subrasante de 27.1 Mpa/M.

5. Se deberá utilizar un espesor de 20 cm.

Preparación del terreno de apoyo.

Para recibir el pavimento de concreto, el terreno natural debe ser debidamente nivelado y compactado. En la preparación del terreno de cimentación y/o subrasante intervienen los siguientes aspectos:

1. Compactación de los suelos con valores de contenido de agua y de peso volumétrico tales, que garanticen un apoyo uniforme y estable para el piso.
2. Siempre que sea posible, fijar la rasante lo más alto posible y excavar zanjas laterales lo suficientemente profundas como para aumentar la distancia vertical entre el nivel freático y el pavimento.
3. Mezclado de los suelos para lograr condiciones, en zonas donde se tengan cambios bruscos de tipo de suelo.
4. Usar nivelación selectiva de la rasante en zonas de terraplén a fin de colocar los mejores suelos cerca de la parte superior de la elevación final de la subrasante.
5. Mejorar los suelos de muy baja calidad por medio de tratamientos a base de cemento o cal, o en su defecto importar mejores suelos, de acuerdo a lo que resulte más económico.

Sub-bases.

Se entenderá como sub-base aquella capa de material inmediatamente abajo del concreto. Las sub-base se pueden construir con materiales granulares, materiales tratados con cemento, concreto pobre o materiales muy permeables de tamaño uniforme, los cuales pueden o no estabilizarse. Tales como en estacionamientos y en naves ligeras donde el tráfico es ligero, no se necesita colocar una sub-base y los resultados se pueden obtener a base de técnicas adecuadas para la preparación de la subrasante. Cuando se justifica el uso de una sub-base los mejores resultados se obtienen:

1. Seleccionar los materiales de la sub-base que satisfagan los requisitos mínimos para evitar el efecto de bombeo de los suelos de la subrasante.
2. Especificaciones de controles de granulometría que garanticen una distribución granulométrica, razonablemente constante de la sub-base en proyectos específicos.
3. Especificando un espesor mínimo de 10 cm de la sub-base.
4. Especificando una sub-base tratada con cemento o construida con concreto pobre, para lograr un apoyo resistente y uniforme para el pavimento y las juntas, a fin de proporcionar una plataforma de trabajo para todo el tiempo, y para contribuir a lograr un piso más terso al proporcionar un apoyo firme en cimbras durante la construcción.

Diseño para lograr un apoyo uniforme.

Para poder diseñar una subrasante y una sub-base que proporcione un apoyo razonablemente uniforme, se deberán controlar tres causas principales de heterogeneidad: Suelos expansivos, hinchamiento por congelación (este solo se menciona ya que en nuestro país el clima no existe congelamiento) y efecto de bombeo.

Subrasantes.

Cuando las condiciones de la subrasante no son razonablemente uniformes, la corrección de esta situación se puede en la forma más económica y efectiva, mediante técnicas adecuadas de preparación de la subrasante tales como granulometría selectiva, control de la humedad y peso volumétrico durante la compactación y preparación de la subrasante. Se necesita poner atención especial, al control de los suelos expansivos y de los asentamientos diferenciales excesivos por hinchamiento, debido a la congelación.

Suelos expansivos.

La contracción diferencial excesiva y el hinchamiento dan lugar a un apoyo no uniforme a la subrasante. A esto se debe que los pisos de concreto se pueden distorsionar a tal grado que afecte las condiciones de confort. Varias son las condiciones que pueden dar lugar a este tipo de distorsión y alabeo del pavimento a saber:

1. Si los suelos expansivos se compactan cuando están demasiados secos o se dejan secar antes de la pavimentación, la expansión subsecuente puede ocasionar escalonamiento de juntas y pérdida de la corona.
2. Cuando se colocan pisos de concreto sobre suelos expansivos con contenidos de agua demasiados variables, la contracción posterior y la expansión pueden ocasionar jorobas, depresiones u ondulaciones en el piso.
3. Ondulaciones similares, aparecen cuando existen cambios bruscos en la capacidad de cambio volumétrico de los suelos para la subrasante.

Identificación de los suelos expansivos.

El conocimiento potencial de los suelos expansivos y de los efectos que puede acarrear comportamiento del piso.

Procedimientos de pruebas de expansión tales como las normas AASHTO T116 (ASTM D1833) Y ASTM D4546, D4829, método de prueba CALTRANS No.354 y prueba de succión en suelos (ASTM D3152). Son particularmente adecuadas para evaluar el cambio volumétrico de los suelos de la subrasante.

La mayoría de los suelos suficiente expansivos como para causar la distorsión del pavimento caen dentro de los grupos AASHTO A-6 o A-7. Dentro del sistema unificado de suelos, los suelos identificados como CH, MH y OH se consideran expansivos.

Algunos de los factores más importantes se determinan a partir de estas pruebas y los cuales no se obtienen con pruebas índice simples, se indican a continuación:

- El efecto de la humedad y el peso volumétrico de compactación en las características de expansión de los suelos.
- El efecto de la sobrecarga.
- La expansión para la granulometría total de la muestra en lugar de únicamente la granulometría de la fricción más fina de suelo.

Control de los suelos expansivos.

La magnitud del cambio volumétrico que tendrá lugar en un cierto suelo expansivo depende de varios factores:

- 1- Clima – grado de cambio de humedad que tendrá lugar en la subrasante a lo largo de todo el año a otro. Es generalmente cierto que la colocación del concreto reducirá el grado de cambio de humedad en la subrasante que la subyace.
- 2- Condiciones de carga- efecto de sobrecarga producido por el peso del suelo, arriba de la capa potencialmente expansiva, la sub-base y el pavimento por encima del suelo expansivo.
- 3- Condiciones de humedad y de peso volumétrico de la subrasante expansiva en el momento de la pavimentación.

El conocimiento de la interrelación entre estos factores llevará a la mejor selección de los métodos de control más económicos.

1. Granulometría en el terreno de apoyo y/o subrasante.

Los resultados de pruebas indican que la expansión del suelo se puede reducir por medio de sobrecargas. Las mediciones de campo señalan que la expansión excesiva a profundidades de 30 y 60 cm gradualmente disminuyen hasta un valor despreciable. Por lo tanto, se puede controlar la expansión excesiva colocando los suelos más expansivos en la parte inferior y los menos expansivos en la parte superior de la subrasante tanto en terraplenes como en excavaciones.

Mediante la clasificación granulométrica selectiva y el mezclado de los suelos, se pueden lograr condiciones razonablemente uniforme en la parte superior de la subrasante, así como transiciones graduales entre suelos con distintas propiedades de variación volumétrica. Estas operaciones también se usan para transiciones

entre cortes y los terraplenes a fin de corregir los cambios bruscos en tipos de suelos.

2. Compactación y control de humedad.

Los cambios volumétricos se pueden reducir todavía más mediante el control adecuado de la humedad y del peso volumétrico durante la compactación. Resulta crítico compactar los suelos altamente expansivos entre 1 y 3% por arriba de la humedad óptima establecida en la norma AASHTO T99. Cuando los terraplenes sean muy altos, los contenidos de agua de compactación se pueden aumentar desde un valor ligeramente menor que la humedad óptima en la parte baja del terraplén.

Las investigaciones de laboratorio han demostrado que los suelos expansivos compactados ligeramente arriba de la humedad óptima se expanden menos, pero tienen mayores resistencias después de humedecerse y absorben menos agua.

En resumen, los resultados obtenidos de la experiencia y de la investigación confirman que la compactación de suelos plásticos con contenidos de agua arriba del óptimo estándar reduce el potencial de expansión, proporciona una subrasante más estable y minimiza el grado de cambio de humedad, después que los pavimentos se ponen en servicio. Por lo tanto, se logra un apoyo uniforme y los cambios volumétricos son mínimos bajo condiciones de servicio.

3. Cubierta no expansiva.

En áreas sujetas a periodos prolongadas de sequía, las subrasantes altamente expansivas se tendrán que proteger con una capa de suelo de bajo cambio volumétrico, colocado a todo lo ancho de la subrasante. Con esto se reducirá los cambios en el contenido de agua del suelo expansivo adyacente y además se inducirá un cierto efecto de sobrecarga. Una capa de pocas variaciones en el peso volumétrico y baja permeabilidad resulta más efectiva sino que a menudo es menos costosa que un suelo granular permeable. Los materiales permeables no se colocan directamente encima de los suelos expansivos ya que permiten mayores cambios en el contenido de agua de la subrasante. Cuando se prevean condiciones de posible efecto de bombeo, la parte de la capa de bajo cambio volumétrico inmediatamente subyacente al piso se deberá diseñar para evitar el efecto de bombeo de los finos. Si el espesor de la capa no expansiva es mayor de 15 cm no se aplican los criterios de exigencia para la construcción de sub-bases exentas del efecto de bombeo en la parte inferior para distancias de 10 a 15 cm por debajo del pavimento. En este caso se podrán usar suelos de bajo cambio volumétrico menos costosos provenientes de las excavaciones regulares o de bancos de préstamo.

4. Subrasantes tratadas con cemento y cal.

Si el abastecimiento de suelos adecuados para la cubierta no expansiva es limitado, podrá resultar más económica modificar los suelos existentes a base de cemento y cal, con lo cual se reduce sustancialmente su potencial de expansión. Para el tratamiento con cemento los resultados de pruebas de laboratorio y proyectos experimentales han demostrado la efectividad del tratamiento.

Es frecuente recurrir a pruebas índice simples, como la prueba índice de plasticidad y el límite de contracción como parámetros de la eficacia del tratamiento. Si se prevén condiciones que pueden inducir el efecto de bombeo, se deberá colocar una sub-base no susceptible del efecto de bombeo de 10 a 15 cm de espesor, sobre la subrasante tratada.

Sub-base.

La función esencial de una sub-base es la de evitar el efecto de bombeo de suelos de grano fino. Una capa de sub-base es obligada en caso de que se combinen suelos finos, agua y tráfico de tal forma que se induzca el efecto de bombeo.

Para nuestro caso de construcción de pisos industriales no resulta buena inversión usar una capa gruesa con el fin de aumentar la capacidad estructural del pavimento. La mayor parte de la capacidad estructural la proporciona la propia losa de concreto.

Efecto de bombeo.

Estudios y levantamientos

El fenómeno de bombeo en pavimentos consiste en el desplazamiento forzado de una mezcla de suelo y agua, que tiene lugar por debajo de las juntas de las losas, grietas y bordes del pavimento. El efecto de bombeo puede ocurrir cuando los pavimentos de concreto se desplantan directamente sobre suelos plásticos de grano fino y sobre sub-base propensas a la erosión. El bombeo continuo e incontrolado de los finos da lugar al desplazamiento de volumen grande de suelo que induce la disminución de la capacidad de apoyo y por su parte los bordes de la losa quedan sin soporte.

Se necesitan tres factores para que tenga lugar el fenómeno de bombeo:

1. Una subrasante cuyo suelo estaría en un estado de suspensión.
2. Agua libre entre el pavimento y la subrasante o sub-base.
3. Paso frecuente de cargas pesadas.

3.6.2. Juntas o conexión con otras partes de la construcción.

Los diseños de sistemas de junteo para pisos de concreto, sirven para controlar el agrietamiento y conservar la capacidad estructural del piso.

Las juntas sirven para:

- Controlar el agrietamiento transversal y longitudinal inducido por contracción confinada y por los efectos combinados de ondulación confinada, alabeo confinado, y cargas aplicadas.
- Dividir el piso en módulos de construcción prácticos.
- Absorber movimientos de la losa.
- Proporcionar la transferencia de cargas deseada.
- Formar una caja para aplicar el sellador de juntas.

La necesidad de un sistema de junteo en pisos de concreto, es el resultado de controlar el agrietamiento transversal y longitudinal. El agrietamiento se produce por los efectos combinados de la contracción del concreto, los cambios de humedad, temperatura, las cargas transmitidas por él tráfico, la restricción de la sub-base y ciertas características de los materiales.

Para diseñar un sistema adecuado de juntas se deberán analizar las siguientes consideraciones.

- Condiciones ambientales: Los cambios de temperatura y humedad inducen a movimientos en la losa que originan a su vez concentraciones de esfuerzos, alabeo y ondulación.
- Espesor de la losa: El espesor de la losa afecta los esfuerzos de ondulación y las deflexiones debidas a transferencias de cargas.
- Transferencias de cargas: Es necesaria a través de cualquier junta de pavimento. Sin embargo, la magnitud de la transferencia necesaria de carga varía según el tipo de junta. Cuando se usan pasajuntas o varillas de sujeción, el tipo y el diámetro de las varillas escogidas será un factor que deberá tomar en cuenta para el diseño de la junta.
- Tráfico: Es un factor importante en el diseño de juntas, la clasificación de estos tanto como el tipo de carga que lleven a bordo.
- Características de los materiales para el concreto: Los materiales constitutivos influyen en la resistencia del concreto y en las especificaciones de las juntas. Los materiales seleccionados para fabricar concreto determinan la contracción de la losa. El agregado grueso determina afecta el coeficiente térmico. Además, los materiales de mala calidad afectan el comportamiento de las juntas.
- Tipo de sub-base: los valores de apoyo y las características de fricción entre superficies de contacto de los diferentes tipos de sub-bases, afectan el movimiento y el apoyo de las losas.

- **Características del sellador:** La separación de la junta afectará el tipo de sellador de juntas seleccionado. Otros aspectos, tales como factores de forma adecuados y costos del ciclo de vida también influyen en la selección de los sellados.
- **Comportamiento histórico:** Los registros locales de comportamiento constituyen una fuente excelente para establecer el diseño de las juntas. Sin embargo, las mejoras hechas a diseños anteriores aplicando la tecnología actual y nuevos materiales puede mejorar significativamente el comportamiento.

Desarrollo natural de grietas.

Los sistemas de construcción de juntas se basan en el principio de controlar las grietas que aparecen por causas naturales en los pavimentos de concreto. Las juntas se colocan en el pavimento para controlar la ubicación y geometría del agrietamiento.

Contracción.

La mayor parte del agrietamiento anticipado en el concreto, tiene lugar a edades tempranas en la vida pavimento. Una de las causas principales del agrietamiento son los cambios de temperatura. El calor de hidratación y la temperatura del pavimento generalmente alcanzan un valor máximo poco tiempo después de que ha ocurrido el fraguado final. Después llegar al máximo, la temperatura del concreto disminuye debido por un lado, a la menor temperatura el aire durante la primera noche en la vida del pavimento.

Otro factor que contribuye a la contracción inicial se debe la reducción de volumen inducida por la pérdida de agua en el mezclado. Las mezclas de concreto para aplicaciones en pisos implican más agua en el mezclado de la que se necesita para hidratar el cemento. Esta agua adicional ayuda a alcanzar la trabajabilidad necesaria para las operaciones de colocación y acabado. Durante la consolidación y el endurecimiento, la mayor parte del agua sobrante asciende por sangrado hacia la superficie y se evapora. Al perder agua, el concreto ocupa un volumen menor.

La fricción con la subrasante y con la sub-base contrarresta la contracción del pavimento, debido a la reducción de volumen y de temperatura. Esta resistencia induce esfuerzos de tensión dentro del concreto; si no se toman en cuenta, los esfuerzos de tensión producen un patrón de agrietamiento transversal como se muestra en la figura 3.3

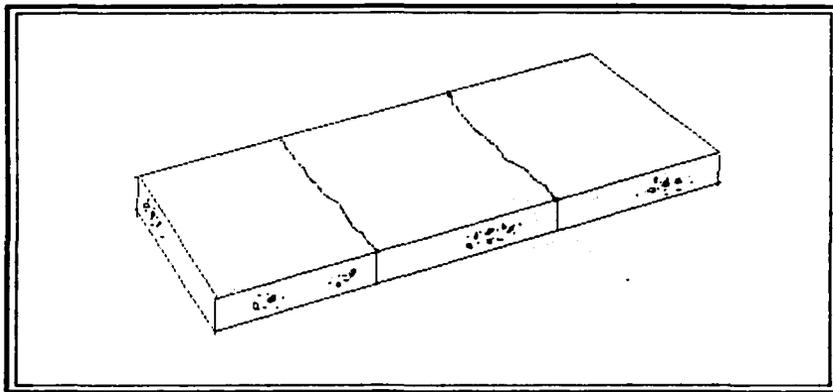


Figura 3.3. Muestra agrietamiento inicial en un piso sin juntas.

El espaciamiento entre las grietas iniciales varía entre 12 y 45 m, y depende de las propiedades del concreto, de su espesor, de la fricción con la sub-base y condiciones climáticas durante la colocación y posterior a esta.

La ocurrencia y espaciamiento de las grietas tempranas son importantes. La separación del agrietamiento es menor cuando se tienen sub-bases rígidas estabilizadas de tal forma, que cada grieta en particular se abre menos. El espaciamiento entre grietas puede ser mayor cuando el concreto se coloca sobre sub-bases granulares o sobre subrasante natural. Al presentarse una separación inicial mayor se puede esperar que las grietas se abran más y tengan más movimiento.

Gradientes.

Los esfuerzos inducidos por gradientes de temperatura y de humedad dentro del concreto, también pueden contribuir al agrietamiento. Estos esfuerzos generalmente ocurren después del endurecimiento del concreto. La parte superior expuesta al aire, presenta variaciones diarias bastante grandes de temperatura y contenido de agua. Los cambios diarios de temperatura y de humedad son mucho menores cerca de la parte inferior del pavimento.

La ondulación de la losa se produce como resultado de los gradientes de temperatura a través del espesor de la estructura del pavimento. Los gradientes de temperatura varían con las condiciones climáticas y con la hora en un día

cualquiera. La ondulación diurna tiene lugar cuando la parte superior de la losa se encuentra a una mayor temperatura que en el fondo. La superficie de la losa se expande más que la parte inferior dando lugar a la predisposición de flexionarse. El peso de la losa se opone a la ondulación e induce esfuerzos de tensión hacia la parte inferior, así como esfuerzos de compresión hacia la parte superior de la losa. Durante la noche, se invierte el patrón de generación de esfuerzos. Los esfuerzos de tensión se desarrollan hacia la parte superior mientras que los de compresión se concentran en la parte inferior.

El alabeo por cambios de humedad es un factor que se presenta para contrarrestar la ondulación diurna. Este tipo de deformación le induce un diferencial de humedad entre la parte superior y la inferior de la losa. La parte superior de la losa está generalmente más seca que la inferior. Una disminución en el contenido de agua da lugar a contracción es mientras que un aumento en la humedad induce a expansiones. El diferencial tiende a desarrollar esfuerzos de compresión en la base de la losa, los cuales contrarrestan la carga y la ondulación diurna desarrollada por los esfuerzos de tensión.

La evaluación del efecto combinado de la ondulación restringida por temperatura y del alabeo por cambios de humedad, es un problema complejo por su naturaleza contraria. Debido a este y otros factores, los esfuerzos de ondulación calculados a partir de fórmulas que solo toman en cuenta los gradientes de temperaturas resultan demasiado altos en comparación con los valores medidos y con el comportamiento propio del pavimento.

Con modelos, se pueden producir espaciamientos entre grietas que van de 4.50 a 6.10 m (o menos) en las primeras 24 horas, si se toman en cuenta los esfuerzos inducidos por temperatura únicamente. La experiencia adquirida en el campo, indica que la separación inicial entre grietas no es tan reducida. En pavimentos sin refuerzo (juntas a cada 4.50-6.10 m) las juntas intermedias a veces no se agrietan durante varias semanas o meses después de poner en uso el piso. Se pueden necesitar varios meses e incluso años para que aparezcan grietas intermedias en pavimentos con acero de refuerzo distribuido (juntas espaciadas entre 9 m o más). La ondulación restringida y el alabeo en combinación con las cargas aplicadas, inducirán grietas transversales adicionales entre puntos iniciales. También se formará una grieta longitudinal. Ver figura 3.4

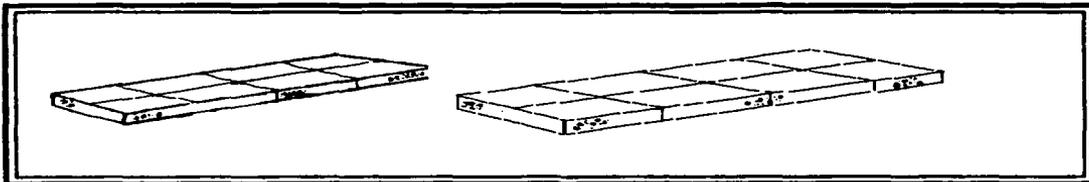


Figura 3.4. La primera muestra el agrietamiento en un piso de concreto sin juntas como resultado de los esfuerzos por cambios climáticos y por cargas aplicadas. La segunda muestra la separación adecuada entre juntas en pisos de concreto controla la ubicación y geometría de las grietas.

Eficiencia de las juntas.

La transferencia de cargas, es la capacidad de una junta para transmitir parte de la carga aplicada desde un lado de la junta hasta el otro lado opuesto. Figura 3.5 y 3.6. Se cuantifica en función de la "eficiencia de la junta". Si una junta tiene una eficiencia de 100%, transferirá la mitad de la carga aplicada. Una eficiencia de cero, significa que ninguna carga se transmite a través de la junta. La evaluación de campo de la transferencia de carga, se realiza midiendo a cada lado de una junta las deflexiones inducidas por carga aplicada.

La siguiente ecuación se usa para estimar la eficiencia E de la junta.

$$E = (2du/(dl + du)) \times 100$$

Donde:

dl = deflexión del lado cargado.

du = deflexión del lado descargado.

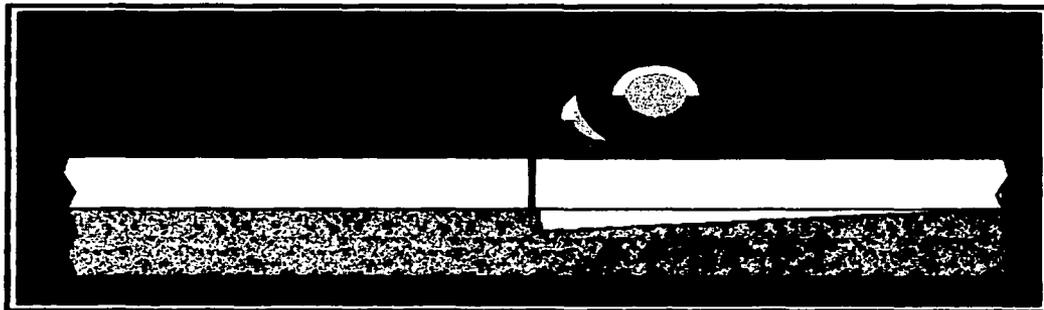


Figura 3.5. Transferencia de carga.

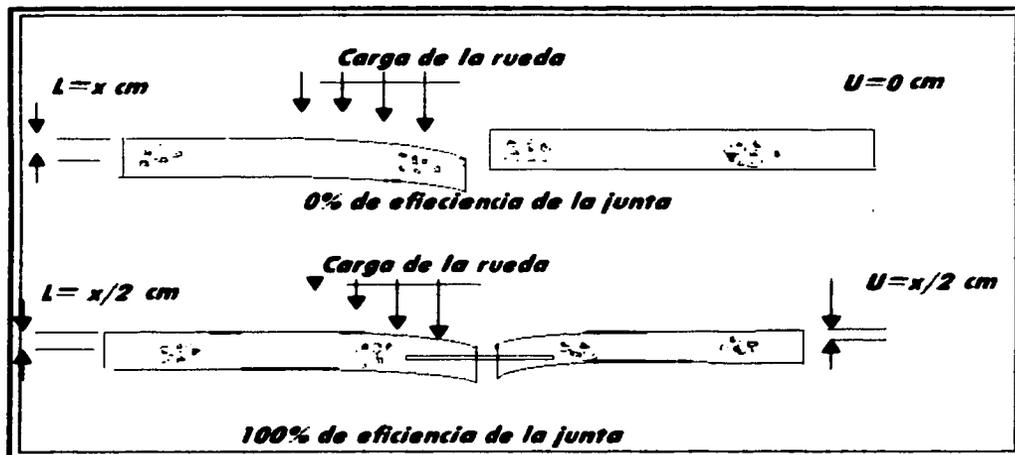


Figura 3.6. Eficiencia en la transferencia de carga.

La transferencia de carga es necesaria para lograr un buen comportamiento de los pisos de concreto con juntas. La transferencia adecuada de carga disminuye las deflexiones, y reduce la falla, el despostillamiento y la rotura de las esquinas. Se considera adecuada una eficiencia de la junta de 75% o mayor.

Los siguientes factores contribuyen a la transferencia de carga a través de juntas:

- Trabazón entre agregados es la acción de entrelazado entre partículas de agregados en el paramento de la junta.
- Dispositivos de transferencia mecánica de carga por ejemplo pasajuntas.
- Sub-base estabilizada.

Trabazón entre agregados.

La acción de entrelazado entre partículas se basa en la interacción por cortante, entre las partículas constitutivas de los agregados a lo largo de las caras de la grieta en la junta, que se forman por debajo de una ranura cortada con el disco. Resulta más efectiva en losas construidas con juntas muy cercanas entre sí y para sub-base estabilizadas o permeables no estabilizadas, sujetas a volúmenes bajos de tráfico.

En un estudio hecho por la Federal Highway Administration, se concluyo que los siguientes factores aumentan la transferencia de carga debida a la trabazón entre agregados y minimizan la falla:

- losas más gruesas (mayor superficie de enlazamiento se traduce en mejor transferencia de carga).
- Espaciamiento menor de juntas (4.50 m o menos).
- Sub-base más rígidas (valor de k más alto).
- Apoyo en los bordes.
- Suelos gruesos de subrasante (drenaje).
- Drenaje mejorado (sistema de tuberías de recolección/ sub-base permeable).

La longitud de la losa afecta la apertura de las juntas y la eficiencia de la trabazón entre agregados. Sin embargo, la transferencia de carga real desarrollada en pavimentos en operación resulta mucho mayor. Mediciones típicas hechas en el campo, muestran una eficiencia en las juntas de orden de 58% en el caso de pavimentos sin pasajuntas, con edades de 15 a 25 años.

En climas secos, áridos y sin congelamiento, las variaciones de temperatura y los movimientos de las juntas (apertura) son pequeñas. Por lo tanto, la transferencia de carga a través del acomodo de las partículas puede soportar mayores volúmenes de tráfico. Sin embargo, se necesita una separación mínima entre juntas.

El tamaño de agregados es un factor crítico en la transferencia de cargas. Los agregados pequeños (12.7 mm) proporcionan únicamente una trabazón marginal. Las partículas más grandes y durables (mayores de 25 mm) ayudan a la transferencia de cargas, sobre todo en aberturas más grandes. En general, la piedra triturada se comporta mejor que grava natural, porque las partículas trituradas crean una cara de la junta más áspera. Un paramento rugoso se desgasta más lentamente que una cara tersa y redondeada formada por agregados naturales. De la misma manera, el agrietamiento temprano aumenta la rugosidad de la cara de la junta, las grietas se forman alrededor de los agregados o a través de ellos.

Transferencia mecánica de carga.

- Pasajuntas.

La trabazón entre agregados por si misma, no proporcionará suficiente transferencia de carga para lograr un buen comportamiento a largo plazo, en la mayoría del pavimento. Ver figura 3.7 y 3.8

Se deberán usar pasajuntas para proporcionar una transferencia mecánica adicional de carga. Las losas de 20 cm o más se recomiendan el uso de pasajuntas en la mayoría de las aplicaciones.

Las pasajuntas son varillas redondeadas que se colocan a través de las juntas para transferir cargas sin restringir el movimiento horizontal, disminuyen la deflexión y los esfuerzos en la losa de concreto y reducen el potencial de falla, efecto de bombeo de finos y rotura en las esquinas.

Las pasajuntas también aumentan la vida útil del pavimento, al reducir las deflexiones y los esfuerzos en la losa al transmitir eficientemente la carga a través de la junta. Por ejemplo, una losa de 25 cm con pasajuntas con 80% de transferencia de carga, tendrá la misma deflexión que una losa de 30 cm sin pasajuntas, con solo un 40% de transferencia de carga.

Para pisos de menos de 25 cm se recomienda el uso de dovelas de (1 ¼"). En piso de 30 cm (1 ½") o que es lo mismo usar pasajuntas de 32 a 38 mm para controlar la falla de los pisos de concreto.

La longitud de las pasajuntas varía entre 38 y 45 cm (15" - 18") pero se usan barras más cortas. Un empotramiento de 6 veces el diámetro de la barra para transferencia de carga.

Para tomar en cuenta la abertura de la junta y la tolerancia de contracción, se agregan de 50 a 75 mm (2" - 3") el doble de la longitud de empotramiento para llegar a una longitud práctica de pasajuntas. Las dovelas se colocan generalmente a la mitad del espesor de la losa y se separan de 30 cm entre sí, pero algunos estudios indican que un espaciamiento no uniforme consigue un comportamiento satisfactorio.

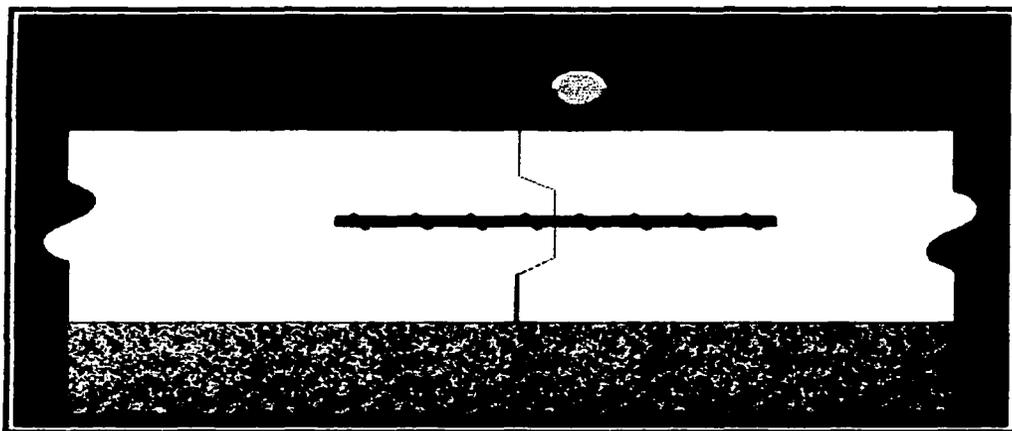


Figura 3.7. Eficiencia de las pasajuntas

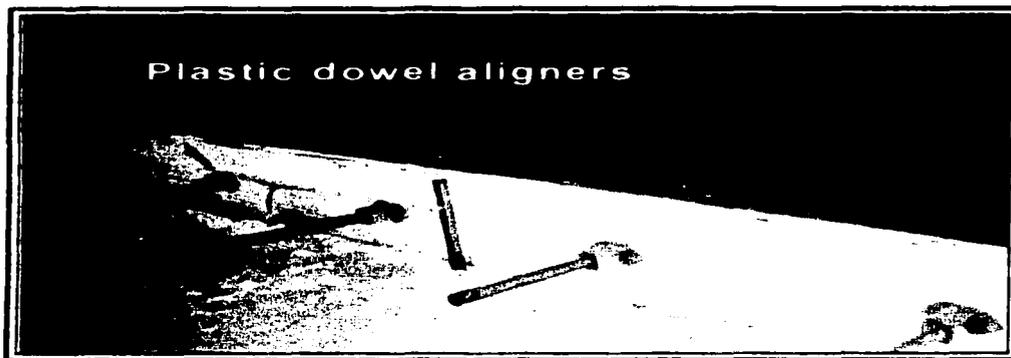


Figura 3.8. Ejemplo de colocación de pasajuntas redondeadas

Tipos de juntas.

Los tipos de juntas más comunes en los pisos de concreto se describen a continuación:

Juntas transversales de contracción.

Son juntas que se colocan perpendicularmente al eje del trazo y se separan entre sí, para controlar el agrietamiento inducido por esfuerzos a contracción y a cambios diferenciales de temperatura y de humedad.

Típicamente, las juntas transversales de contracción se orientan formando ángulos rectos con el eje del trazo y con la orilla del piso

El diseño adecuado de la junta y la construcción correcta, son actividades críticas en el comportamiento general del piso. Muchos problemas derivados de la pérdida de capacidad de servicio del piso se han presentado en juntas mal diseñadas.

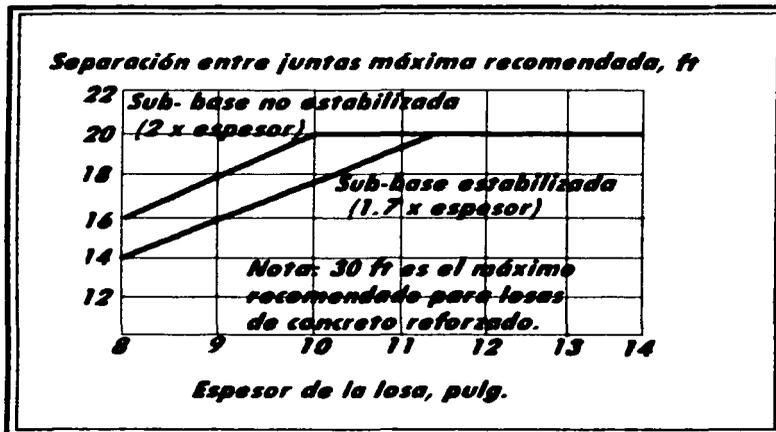
Diseño

Espaciamiento: En la grafica 3.1 se muestra la separación recomendada entre juntas para distintos espesores de losa y diferentes tipos de apoyo. El diseño de juntas transversales de contracción, incluye la consideración del efecto del movimiento longitudinal de la losa sobre el sellador y sobre la capacidad de transferencia de carga.

En pisos de concreto la separación de juntas transversales debe ser de un promedio de 3.60 a 6.10 m, dependiendo del espesor de la losa. No se recomienda que sea

mayor de 6.10 m. Para el caso de las losas de concreto reforzado (con mallas o pasajuntas) el espaciamiento máximo recomendable es de 9.15 m. Las losas de mayor longitud presentan una mayor tendencia a desarrollar grietas de trabajo a mitad del tablero, debido a la ruptura del acero. En tableros de más de 9.15 m, aumenta el movimiento de la junta afecta negativamente el comportamiento del sellador.

El proyectista debe recordar que la separación específica entre juntas, tiene una influencia importante en la selección del sellador y el diseño es la caja de sello.



Grafica 3.1. Separación máxima recomendada entre juntas para losas de concreto.

Esviajazamiento.

Estas constituyen una variación de las juntas transversales de contracción que a menudo se usan en pavimentos sin refuerzo y sin pasajuntas. Una junta esviajada es una junta transversal de contracción inclinada 1.20 m 7.30 m. La orientación del esviajazamiento es tal, que el ángulo obtuso en la orilla exterior del pavimento coincida con el lado de salida de la junta, figura 3.9. Cada una de las ruedas de un eje cruza una junta esviajada en un tiempo distinto. Esta alternancia de cargas reduce los esfuerzos y deflexión en las losas de concreto. También disminuye el riesgo del efecto de bombeo.

El esviajazamiento es efectivo para juntas sin pasajuntas, en lugares donde es bajo volumen de tráfico. El uso de dovelas queda a opción del constructor el ahorro del

tiempo es un beneficio primario que le permite al contratista usar el equipo disponible para la inserción de las pasajuntas. Siempre se deberán colocar estas, paralelas al eje del trazo del pavimento.

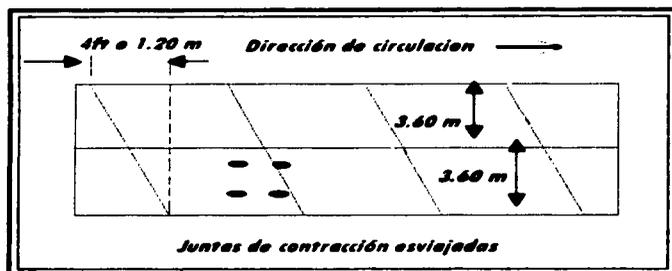


Figura 3.9. Arreglo típico de juntas transversales esviadas.

Arreglo típico de juntas de contracción transversales esviadas (cada rueda cruza en distintos tiempos).

Construcción.

Se necesitan aplicar buenos procedimientos constructivos para obtener la capacidad óptima de transferencia de carga. La interacción entre partículas se basa en la consolidación adecuada y en uniformidad del concreto. Ya que estos factores también resultan vitales para otras propiedades del concreto, tales como la resistencia y la durabilidad.

Colocación.

Se pueden colocar las pasajuntas por medio de inserción mecánica o de dispositivos de transferencia de carga (canastillas para pasajuntas). La Introducción mecánica implica un dispositivo de sujeción a la pavimentadora de cimbra deslizante la cual coloca las pasajuntas a través de un proceso de inserción y vibrado. Los dispositivos de transferencia de carga constan de estructuras de alambre o silletas que guardan y sostienen las pasajuntas a la profundidad adecuada y con la alineación correcta.

La localización y alineamiento son aspectos muy importantes independientemente de la forma en que se coloque las pasajuntas. Estas se pueden orientar paralelas al eje de trazo del pavimento y a la superficie de este último. Son aceptables tolerancias de 6.3 mm (1/4") por cada 30.5 cm de longitud de la pasa junta en la dirección horizontal, vertical o combinada.

Movimiento de las pasajuntas.

Las dovelas necesitan una buena lubricación para permitir el movimiento del concreto a lo largo de la superficie de la barra. La aplicación de un lubricante a base de parafina, de una emulsión asfáltica, de aceite desmoldeante para cimbra o de grasa estándar constituyen una lubricación excelente.

Un espesor máximo de lubricación (anti-adherente de 0.13 mm o menos proporcionará un ajuste suficiente y una buena consolidación del concreto alrededor de la barra pasajuntas: las capas más gruesas de antiadherente pueden dar lugar a un aflojamiento y una menor eficiencia de la junta.

La falta de un buen antiadherente podría generar esfuerzos excesivos en la junta y provocar fallas en la misma. Las pasajuntas deben satisfacer la especificación A615 de la ASTM. La consolidación del concreto en el área de la junta y alrededor de las pasajuntas también es muy importante. La consolidación afecta la transferencia de carga, la resistencia del concreto y su durabilidad.

Las barras pasajuntas deben ser anticorrosivas. Se recomienda la especificación AASHTO M254 para recubrimiento anticorrosivo. El recubrimiento epoxico proporciona una capa exterior muy uniforme y buena resistencia a la corrosión.

Dispositivos para pasajuntas.

Los dispositivos soldados para pasajuntas son marcos de alambre, sostienen a las barras en el lugar previsto. Con frecuencia se les conoce como canastillas, el fabricante alterna los extremos en los cuales se solda por punteo cada una de las pasajuntas al armazón de alambre. El otro extremo de la pasajunta queda en libertad para poder moverse. Con antiadherente se protege toda la longitud de la espiga. Con este método se desarrolla una condición controlada para dilatación y contracción a lo largo de la junta.

Los soportes de pasajuntas se deben de fijar a la sub-base para evitar el movimiento y volcamiento durante la construcción. Un dispositivo común de fijación es una estaca de acero con gancho doblado. Generalmente las estacas tienen un diámetro de 0.3" y se hincan mecánicamente dentro de la sub-base o subrasante. Con un mínimo de 6 a 8 taquetes para sujetar una canastilla de 3.6 m. En sub-base estabilizadas se pueden usar grapas para estabilizar las canastillas la cantidad depende de la calidad de la sub-base para mantener estabilizada la canastilla o armazón. Otra opción es colocar los armazones en material plástico en sub-base de concreto pobre y los trabajadores verifican la posición correcta del armazón de pasajunta este procedimiento resulta muy eficiente.

Se tienden alambres espaciadores temporales a través de la junta para rigidizar y estabilizar las canastillas, esto ayuda a resistir el movimiento durante la construcción. Algunos contratistas creen que los alambres deben quedar intactos que ayudan a la alineación de las pasajuntas y otros obligan a cortar estos alambres espaciadores.

Aserrado.

El aserrado con disco es el método más confiable para cortar juntas de contracción transversales. El corte inicial del disco proporciona un plano de debilidad en el que se iniciará el agrietamiento puede necesitar una segunda operación de aserrado para lograr el factor de forma, necesario para que el factor de forma, necesario para que el sellador tenga un buen comportamiento.

Se deberá marcar la ubicación de las juntas durante la construcción. Y en caso de tener pasajuntas se deberá marcar el centro de la canastilla con esto se garantiza el corte del disco será al centro con respecto a las pasajuntas.

Es importante determinar el tiempo preciso para iniciar el aserrado del pavimento después de haber colocado este y se necesita aplicar un criterio lógico, el aserrado demasiado tardío puede dar lugar a agrietamiento fuera de control en algunos casos. La calidad del corte de disco variara en función de la resistencia del concreto. El aserrado demasiado pronto provoca despostillamiento y desgaste a lo largo de la junta, también se tienen que tomar en cuenta los factores climáticos la calidad de los materiales el tipo de sub-base y subrasante.

El aserrado se deberá iniciar tan pronto como sea posible después de alcanzar la resistencia adecuada necesaria. En condiciones normales se inician los cortes entre 4 y 12 horas después de haber terminado el colado deponiendo del curado y tipo de sub-base. En climas cálidos pueden inducir una mayor rapidez de contracción lo cual implica iniciar los aserrados antes de cuatro horas y en climas fríos se puede retrasar este proceso hasta 24 horas o más.

El corte inicial del disco para formar un plano de debilidad en el concreto endurecido, deberá tener cuando menos la tercera parte del espesor de la losa ($D/3$) con ancho mínimo de 3.17 mm ($1/8''$). En la mayor parte de los casos, cada una de las juntas se deberá aserrar inmediatamente después de la pavimentación.

Al estar sobre una subrasante natural o sobre sub-base granulares, las juntas iniciales aserrarse a veces a intervalos entre 18 y 24 m en forma inicial mientras que las juntas intermedias se deben aserrar posteriormente. Las sub-bases rígidas estabilizadas requieren que todas las juntas transversales de contracción se corte consecutivamente, a fin de evitar el agrietamiento fuera de control.

Se usa un corte ensanchado para obtener el factor de forma adecuado para la caja donde se aplicará el material sellante especificado. Los cortes ensanchados se

hacen generalmente dentro de los 7 días siguientes a la construcción y al aserrado inicial.

La selección de tipo de cortador (abrasivo / seco o diamante/humedo) depende del tipo de agregados del concreto. Los agregados varían entre blandos (fáciles de cortar) y duros (difíciles de cortar). En la tabla 3.3. Se muestran algunas clasificaciones de los agregados por su dureza. El tamaño de la partícula también puede afectar la facilidad de aserrado independientemente de la dureza de la partícula. Los discos de diamante pueden cortar todo tipo de concreto, los discos abrasivos son suficiente para cortar materiales blandos. Independientemente del tipo de disco que este usando se debe vigilar el desgaste de este, ya que afectará la profundidad de la ranura cortada.

Blando Caliza Dolomita coral	Mediano Grava de río Roca trapeana	Duro Granito Pedernal Horsteno Cuarzo
--	---	--

Limpieza.

Las paredes de la caja de sellado necesitan limpiarse perfectamente para garantizar la adherencia del sellador. A continuación se muestran algunos procedimientos de limpieza recomendados.

- a) Inmediatamente después del aserrado, se debe lavar con agua a presión para eliminar el lodo que se formó durante la operación de corte.
- b) Una vez que la junta esta completamente seca, la junta se deberá limpiar con chorro de arena para eliminar cualquier residuo sobrante.

Operaciones de sellado. La primera etapa consistirá en colocar una capa de respaldo. Utilizando una rueda giratoria para introducir este injerto hasta la profundidad deseada. La barra de respaldo no se debe estirar, a fin de que se pueda mantener en contacto con las paredes de la ranura. Los selladores líquidos necesitan aplicarse uniformemente. La caja de la junta debe llenarse de la parte inferior hacia arriba, para evitar que se queden atrapadas burbujas de aire. Es recomendable que el sellador quede de 3 a 6 mm por debajo del nivel del piso esto permite que el sellador se expanda durante el verano, lo que implica que cuando se ponga en operación el piso las juntas pueden ser desplazadas de la ranura. Los selladores de silicón no son auto-enrasables los que implica que tiene que trabajarse con herramienta para lograr los resultados esperados. La operación de sellado para el caso de sellos de compresión preformados, implica la aplicación de

un lubricante/adhesivo en las paredes de la ranura. A continuación se introduce el sello de compresión dentro de la caja. El material lubricante / adhesivo facilita la inserción del sellador y forma un adhesivo débil que ayuda a mantener el sello en su lugar. Ver figura 3.10.

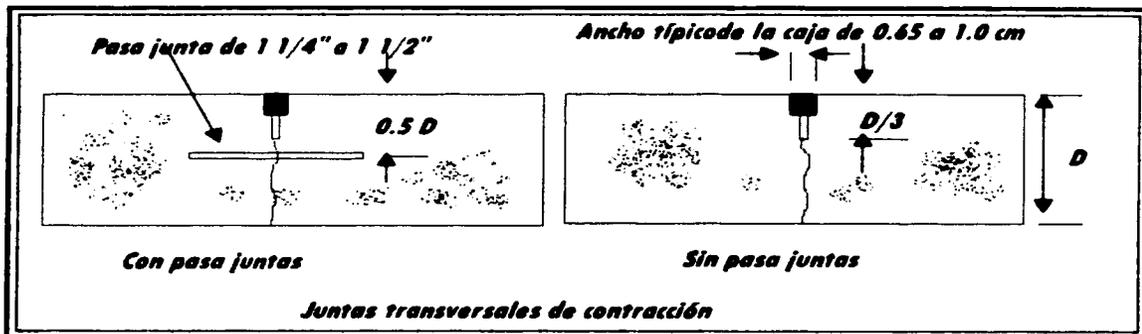


Figura 3.10. Construcción de juntas transversales y cajas para sellado.

Juntas transversales de construcción

Son juntas que se instalan al terminar la operación diaria de la losa o al ocurrir cualquier otro tipo de interrupción. Estas juntas se colocan de ser posible en el lugar donde se ha proyectado tener una junta definitiva. En caso contrario, la colocación debe hacerse dentro del tercio medio proyectado. Las juntas transversales de construcción siempre se orientan siempre perpendiculares al eje del trazo, aun cuando las juntas de contracción estén esviadas.

En aquellos casos en que la junta de construcción se coloca en una posición prefijada o cuando el piso no este adyacente a una losa existente de concreto, se necesitan instalar pasajuntas para inducir la transferencia de carga. En este caso de juntas se aplican las mismas recomendaciones sobre dimensionamiento de las barras y colocación de las mismas, descritas para juntas reforzadas de contracción.

Construcción

También conocidas como cabeceros. Una cabecera es el lugar en que se reanuda la construcción del piso al día siguiente.

Si la junta transversal de construcción se debe colocar dentro del tercio medio de un tablero proyectado y el piso se realiza adyacente a una losa existente, se deberá

ligar una junta. Con varillas de sujeción se evitará el movimiento y virtualmente se eliminará la posibilidad de desarrollar una grieta de afinidad en la losa vecina. Para proporcionar transferencia de carga los diámetros de las varillas de sujeción deben de ser los mismos que se especifican en las pasajuntas.

El método más común para construir una cabecera, es ejecutar la operación de construcción para que termine en un tablón de cabecera. Se colocan pasajuntas a través de la tabla de la cabecera en perforaciones hechas con anterioridad y para reanudar la construcción se quita el tablón de cabecera. También se pueden aserrar las juntas y remover las partes sobrantes, en la cara de la junta aserrada se hacen perforaciones para inyectar lechada a las pasajuntas dentro de la cara ranurada. Este tipo de cabeceras proporciona transiciones suaves entre las secciones del pavimento.

Tabla: 3.4. Tamaño y espaciamiento de los pasajuntas lisos:

Espesor de la losa. (mm)	Diámetro del Pasajunta Liso* (mm)	Longitud total del pasajunta (mm)	Separación entre los centros de los pasajuntas lisos (mm)
120-150	20	400	300
180-200	25	460	300
230-280	35	460	300

Los pasajuntas deben estar cuidadosamente alineados y apoyados durante las operaciones de colado. La mala alineación de las pasajuntas causa grietas.

* Existen tolerancias para la abertura de las juntas y errores menores en la colocación de los pasajuntas.

Juntas transversales de dilatación

Según estudios realizados este tipo de juntas solo es requerido en estructuras fijas. En el pasado, se colocaban juntas de dilatación para liberar fuerzas de compresión en el piso y limitar el empollamiento. Sin embargo, en muchos de los casos las juntas de dilatación permiten una abertura demasiado grande de las juntas transversales de contracción adyacentes.

Diseño.

Las juntas de dilatación o de aislamiento deberán tener un ancho comprendido entre 19 y 25 mm. En las juntas de dilatación, un material de relleno de juntas preformado ocupa el espacio entre la sub-base o subrasante y el sellador propio de la junta. El rellenedor se remete en un rango de 25 mm por debajo de la superficie y debe abarcar la profundidad total y ancho de la losa. El material de relleno de juntas de dilatación debe permitir el 50% de compresión y no tener contracción.

No debe ser absorbente ni reactivo, difícil de extruir y además flexible. El sellador de juntas se instala encima del rellenedor preformado. El sellador inhibe la infiltración de partículas incompresibles y mantiene en su lugar al rellenedor. El material de relleno preformado y el sellador deben ser compatible. Algunos fabricantes de selladores recomiendan colocar una cinta antiadherente cuando no hay compatibilidad entre sellador y el relleno. Las juntas de contracción dentro de 18 y 30 m lineales de juntas de dilatación, deben contar con pasajuntas si estas no existen puede permitir que las juntas de contracción adyacentes se abran más que las otras juntas de contracción y estas también pueden perder capacidad de transferencia de carga.

Construcción.

Juntas de dilatación con pasajuntas.

En las juntas transversales de dilatación uno de los extremos de cada barra pasajuntas está dotado de un tapón de expansión. Este tapón de expansión permite que la dovela se mueva libremente a medida que la junta se dilata y se contrae. La tapa debe ser suficientemente larga como para cubrir cuando menos 51 mm de la espiga y debe proporcionar un ajuste hermético. La tapa debe estar equipada de tal forma que la tapa no se salga en el momento de la colocación. Una buena ubicación del tope proporcionará una cobertura mínima de la barra de dilatación igual a 6 mm más que el ancho de la junta de dilatación (usualmente de 32 mm). El extremo encamisado también debe lubricarse para evitar adherencia. Ver figura 3.11

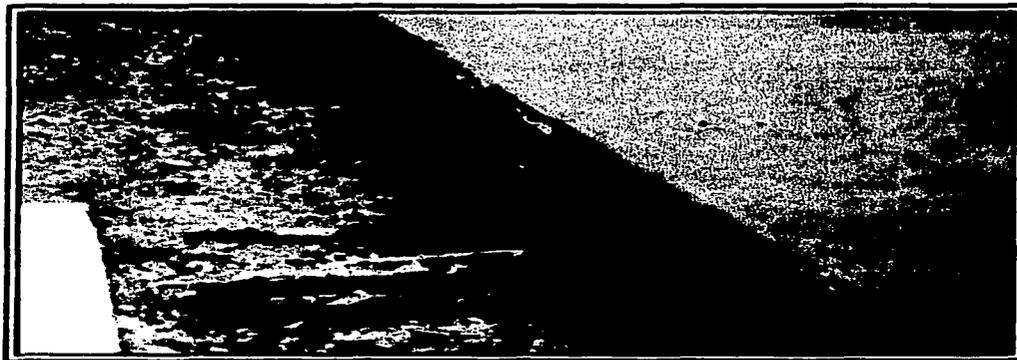


Figura 3.11. Ejemplo de colocación de pasajuntas

Los mismos requisitos de colocación y alineación para pasajuntas exigidos para las juntas de contracción, se aplican en pasajuntas de expansión. Los dispositivos de transferencia de carga se colocan normalmente a la mitad del espesor, espaciados 30 cm entre sí y un diámetro de 32 mm (1 1/4") para las losa de 20 a 24 cm de espesor, de 38 mm (1 1/2") para espesores de 25 cm o mayores. Se recomienda recubrir las barras con epoxico para impartirles resistencia a la corrosión en climas extremos. Una canastilla de dilatación sostiene y alinea las barras pasajuntas y al mismo tiempo sostiene el material de relleno preformado. El material de relleno debe cubrir todo el ancho de la losa y ajustarse perfectamente dentro del armazón de la canastilla.

Juntas de dilatación sin pasajuntas (juntas de aislamiento).

Para este caso las caras de las juntas se deben engrosar para reducir los esfuerzos por cargas, desarrollados a lo largo del fondo de la losa. Las losas contiguas deben de engrosarse un 20% a lo largo de la junta de dilatación. La transición en el espesor se desvanece con una pendiente de 6 a 10 veces el espesor de 25 a 30 cm en el borde del engrosado tendría lugar a lo largo de una distancia de 1.5 a 2.4 m.

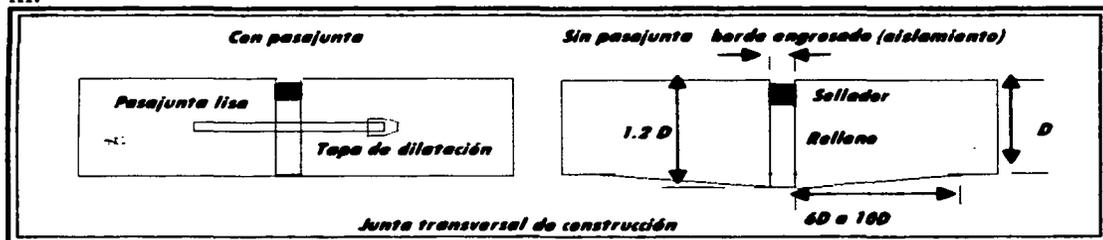


Figura 3.12. Dispositivos para colocación de las pasajuntas o dovelas.

Junta longitudinal de contracción.

Diseño.

Las juntas longitudinales resultan necesarias cuando el ancho de la losa sobrepasa 4.5 metros. Estas deben cortarse a una profundidad correspondiente a la tercera parte del espesor de la losa. Un corte inicial con disco de 3.2 a 9.5 mm de ancho, será suficiente para alojar la mayoría de los materiales selladores. El factor de forma de la caja no resulta tan crítico debido a los pequeños movimientos que

ocurren en estas juntas. Las dimensiones típicas de la caja varían entre 6.3 y 9.5 mm de ancho por 32 mm de profundidad.

La transferencia de carga generalmente se alcanza a través de la trabazón entre agregados. La separación entre las partículas de agregados. Para conservar la trabazón con frecuencia se usan barras de sujeción de acero para mantener cerradas las juntas longitudinales. La separación entre anclas varía con el espesor del piso y con la distancia de la junta al borde libre más próximo. Las longitudes recomendadas para estas varillas se basan en la resistencia permisible de trabajo permisible de trabajo del acero. Sin embargo los movimientos del piso rara vez, generan esfuerzos que se acercan a la resistencia de estas piezas de acero. Las barras anclas no se deben colocar dentro de una distancia de 38 cm de las juntas transversales ya que pueden interferir con el movimiento de la junta. Si se usan barras de más de 80 cm de longitud con juntas esviadas no deberán acercarse a más de 45 cm de la junta transversal.

Las varillas deberán protegerse contra la corrosión, en las normas AASHTO M284 y ASTM D3963 se presentan lineamientos para su protección. El recubrimiento no deberá exceder de 0.13 a 0.30 mm en espesor, un recubrimiento más grueso podrá dar lugar a una reducción en la capacidad de agarre de las varillas.

Construcción.

Las juntas longitudinales de contracción se aserran en forma parecida a las juntas transversales de contracción. Con equipo a base de cimbra deslizante. Las barras se pueden colocar a mano o mecánicamente por medio de un dispositivo de inserción. Las varillas se introducen a la mitad del espesor con cierto espaciamento. El aserrado para este tipo de juntas no es tan crítico como en el caso de las juntas transversales de contracción. En sub-base rígida estabilizadas el aserrado de junta longitudinal debe iniciarse lo más pronto posible, una vez que las juntas transversales se hayan aserrado. Generalmente no se necesita una caja de ranura para una junta longitudinal de contracción. Un solo corte de disco de 3.2 a 9.5 mm es más que suficiente. La profundidad del corte inicial del disco en concreto endurecido deberá ser cuando menos de la tercera parte del espesor de la losa (D/3).

Cuando se requiera de una caja para sellador, se hace un corte inicial con una sierra de discos múltiples al eje del trazo, o con dos discos para dar el corte escalonado que se desea, el ancho y espesor de la ranura deberán corresponder con las dimensiones deseadas para la caja.

Se considera como procedimiento adecuado el optimizar el costo del sellador de juntas.

Juntas longitudinales de construcción.

Son aquellas que unen losas adyacentes que se construyen en diferentes épocas.

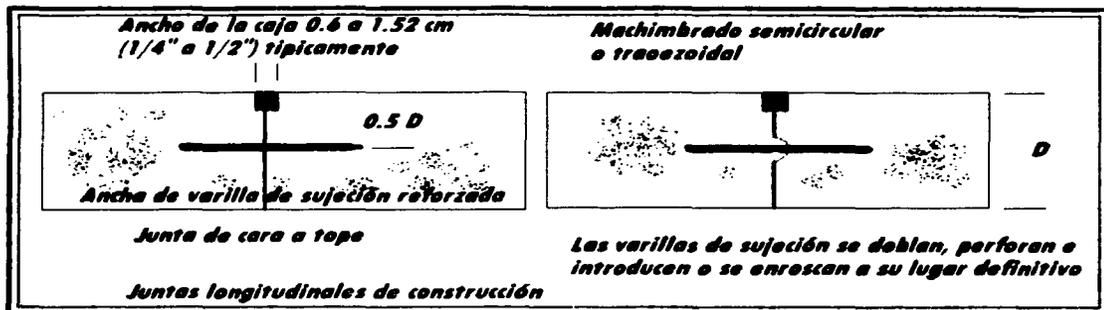


Figura 3.12. Juntas longitudinales de construcción con machimbrado.

Diseño.

La geometría de las juntas machihembradas puede ser trapezoidal o en semicírculo. En la figura 3.13. Se ilustran las dimensiones estándar para ambos diseños básicos. La muesca deberá localizarse a la mitad del espesor de la losa, a fin de alcanzar la resistencia máxima.

Algunas compañías suprimen las juntas machihembradas cuando el espesor de la losa es menor a 25 cm, por que estas juntas pueden fallar por cortante dando como resultado el despostillamiento a lo largo de la junta. Sin embargo, estas fallas generalmente ocurren cuando los machihembrados son demasiado grandes o cuando se localizan por arriba de la parte media del espesor de la losa. Con un buen diseño y procedimiento adecuados de construcción se podrán eliminar estos problemas.

Para conservar la transferencia de carga, siempre serán convenientes las varillas de sujeción cuando se recurre a juntas machihembradas. Las varillas de sujeción sostienen entre sí a las partes del macho y hembra del machimbrado. Las varillas de sujeción se deben conseguir toda la transferencia de carga necesaria en los casos en que no se usen las juntas machihembradas. No son necesario barras pasajuntas longitudinales para lograr apoyo estructural en los bordes. Resultan adecuadas las varillas de pequeño diámetro (#4 o #5), pero la separación entre barras se debe reducir al intervalo de 30 a 60 cm para transmitir eficientemente la carga y reducir los esfuerzos y deflexiones en la losa

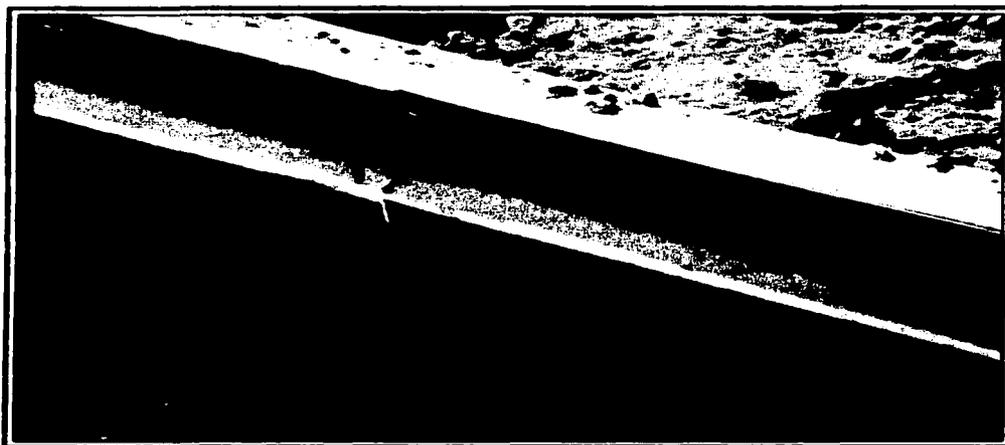


Figura 3.13. Machimbrado trapezoidal y circular.

Construcción.

Existen tres métodos de colocación de las varillas de sujeción en juntas longitudinales de construcción. El método más común es usar varillas de sujeción dobladas a 90°. Estas se introducen la parte lateral de la losa durante la pavimentación. Ver figura 3.14. Las varillas se enderezan antes de construir la losa adyacente. Otro método consiste en hacer barrenos en la cara de la junta longitudinal. Luego se introducen las varillas en las perforaciones y se fijan con una inyección de resina epóxica. Algunos usan juegos de varillas de sujeción roscados y coples de unión, los coples hembras se cuelan en la junta longitudinal. Antes de proceder a pavimentar la siguiente losa adyacente las barras roscadas se atornillan en los coples ahogados.

Independientemente del método de colocación de las varillas de sujeción, es importante que las varillas queden firmemente fijadas en su lugar. Se necesita que proporcionen la adecuada resistencia a la extracción para que puedan funcionar correctamente en la tabla 5 se presentan los criterios de resistencia a la extracción. Las varillas de sujeción dobladas a 90° deben fabricarse con acero ASTM grado 40 o según especificaciones de otros aceros comerciales. El acero grado 40 tolera el enderezamiento mejor que el acero grado 60.

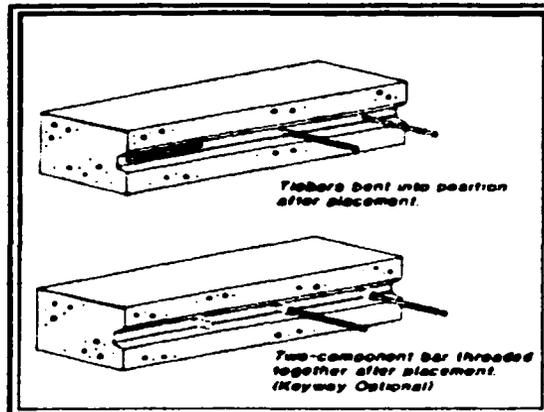


Figura 3.14. Colocación de pasajuntas en las juntas machimbradas.

Cualquier prueba de extracción realizada para este método de instalación se deberá ejecutar en varillas que hayan previamente dobladas y enderezadas para simular la instalación real de campo.

En las juntas longitudinales de construcción se necesita una caja de ranura más ancha (hasta 13 mm) para tomar las variaciones en la localización del borde a medida que avanza el proceso de construcción. Las operaciones de aserrado y de sellado son semejantes a las que se aplican para las juntas longitudinales de contracción.

Selladores

La función del sellador de juntas es la de minimizar la infiltración superficial de agua hacia la estructura del concreto, así como evitar que las partículas incompresibles penetren la junta. Este tipo de partículas induce presiones aplicadas puntuales, que pueden dar lugar a despostillamientos y a depresiones ondulatorias en casos extremos.

Se deberá primero, seleccionar un material de sellado que satisfaga los criterios de comportamientos y de costo, para luego dimensionar la caja de la ranura que permita al sellador funcionar correctamente. El movimiento de la junta y las condiciones ambientales son factores que influyen en las dimensiones de la caja.

El movimiento esperado de la junta debe ser el factor determinante para la selección del material de sello. Es de esperarse que se tenga poco movimiento en

las juntas transversales de contracción con separaciones cortas entre sí (menores de 6 m), en las juntas longitudinales. Las juntas de liga prácticamente no tienen movimiento. Sin embargo las juntas transversales de contracción en tableros reforzados presentan grandes movimientos.

Materiales.

Los selladores se clasifican en líquidos o preformados. Los selladores líquidos pueden aplicarse en frío o en caliente, ser de uno o dos componentes y ser autoenrasables o labrables.

Las propiedades del sellador necesarias para lograr un buen comportamiento a largo plazo, dependen de la aplicación específica y las condiciones climáticas de la obra.

Entre las propiedades que se deben tomar en cuenta están las siguientes:

- **Elasticidad:** La capacidad de un sellador para recuperar sus dimensiones originales después de estirarse o comprimirse.
- **Bajo módulo:** Cambio en los esfuerzos internos de un sellador mientras se estira o comprime dentro de una gama de temperaturas. Es aceptable un módulo bajo y es importante en climas fríos.
- **Adhesión:** Capacidad de un sellador para adherirse al concreto. La adhesión inicial y la adherencia a largo plazo son igualmente importantes.
- **Cohesión:** Capacidad de un sellador para resistir el desgarre inducido por los esfuerzos de tensión.
- **Compatibilidad:** Reacción relativa del sellador respecto a los materiales con los cuales entra en contacto.
- **Alterabilidad:** Capacidad de un sellador para resistir el deterioro al ser expuesto a los elementos atmosféricos.

Tabla 3.5. Materiales más comunes para sellado de juntas.

Tipo de sellador	Especificación	Propiedades
Selladores aplicados en caliente: Con base de asfalto polimérico	AASTHO MO 173	Autoenrasante
	ASTM D3405	Autoenrasante
	SS-S-1404 C	Autoenrasante
Sellador polimérico	ASTM D1190	Autoenrasante
Bajo módulo	ASTM D3405	Autoenrasante
Sellador elastomérico	Modificado	Autoenrasante
Alquitrán de hulla, PVC	SS-S-1614	Autoenrasante
	ASTM D 3406	Autoenrasante

Selladores aplicados en caliente/ componentes individuales: Sellador de silicón		
Sellador de silicón	N.A	No pegajoso, con herramienta, bajo módulo
Sellador de silicón	N.A	Autoenrasable (sin herramienta), bajo módulo
Sellador de hule nitrilo	N.A	Autoenrasable (sin herramienta), ultra bajo módulo
Sellador de polisulfuro	N.A.	Autoenrasable (con / sin herramienta), no pegajoso Autoenrasable (sin herramienta) bajo módulo
Material de relleno para juntas de dilatación preformadas: Material de relleno preformado		
Material de relleno preformado	ASTM D1751 AASTHO M213	Bituminoso, no extrusionable, resiliente
Material de relleno preformado	ASTM D1752 AASTHO M153 ASTM D994 AASTHO M33	Hulespuma Bituminoso
Policloropreno elastomérico preformado (sellos de compresión): Sellos de compresión preformados Adhesivo lubricante		
	ASTM D2628-81 ASTM D2835	Deformación Unitaria Permisible de 20-50%

Sellos de compresión preformados.

El diseño de la caja de la ranura y la selección del sello de compresión, deben garantizar que el sello permanece comprimido dentro de un rango de 20 a 50 % en todo momento. La profundidad de la caja debe exceder el espesor del sello comprimido pero no esta relacionada directamente con el ancho de la caja. En términos generales, el ancho del sello seleccionado puede ser del orden del doble del ancho de la caja. Si el sello se sub-dimensiona, la abertura de la junta puede quedar demasiado grande y se perdería el efecto de la compresión.

A diferencia de los selladores líquidos que se someten tanto a compresión como a tensión, los sellos preformados de compresión están diseñados para trabajar a tensión durante toda su vida útil. El mejor comportamiento a largo plazo de los sellos de compresión, se ha obtenido con aquellos productos que tienen un mínimo de cinco celdas.

Cordones de resguardo.

Constituyen un componente importante para instalarlos selladores líquidos. Los cordones de resguardo evitan la adherencia del sellador con el fondo de la caja de la junta. Este cordón también ayuda a definir el factor de forma y optimiza la cantidad de sellador aplicada.

Los cordones de resguardo se colocan dentro de la caja de junta antes de aplicar los selladores líquidos. Se usa un dispositivo que empuja la barra de respaldo hasta el fondo de para lograr el factor forma deseada. El diámetro de la barra de respaldo debe ser 25% mayor que el ancho de la caja, a fin asegurar el ajuste hermético.

Entre las consideraciones importantes que se deben tomar en cuenta para los diferentes materiales, están los siguientes:

- Espuma de polietileno: Es una espuma muy cerrada que no absorbe agua y es moderadamente compresible. Ya que la espuma de polietileno puede derretirse con materiales aplicados en caliente es más conveniente emplearse con selladores aplicados en frío.
- Espuma de polietileno reticulado: Es compatible con selladores aplicados en caliente. Es una espuma de celdas cerradas que no absorbe agua y es moderadamente compresible pero no se derretirá al contacto con el sellador en caliente.
- Espuma de poliuretano: Esta espuma de celdas abiertas absorbe el agua pero, no se derrite cuando se usa con materiales aplicados en caliente, es muy compresible y generalmente se usa para selladores aplicados en caliente.

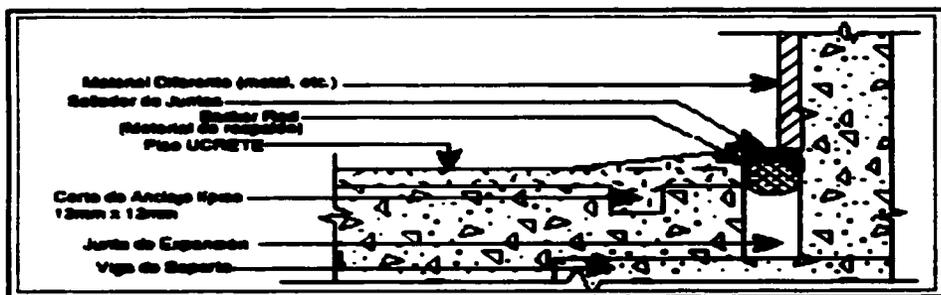


Figura 3.15 Colocación de cordones para el sellado de juntas.

Cajas para el sellador de juntas.

El factor de forma es crítico para el buen funcionamiento a largo plazo de una aplicación de sellado. Ya que la sección transversal cambia durante la dilatación y la contracción del pavimento de concreto, Se desarrollan esfuerzos dentro del sellador y a lo largo de la superficie de contacto.

Estos esfuerzos pueden ser excesivos si el factor de forma no es el adecuado para el material de sello. Ver figura 3.16 se muestran los factores forma típica para selladores líquidos y de compresión. Los esfuerzos internos más bajos o inducidos derivados de factores de forma adecuados minimizan las fallas adhesivas y cohesivas. El diseño del factor forma debe incluir el remetimiento del sellador a una profundidad de 6 a 9.5 mm Este remetimiento es importante para evitar los problemas de extrusión.

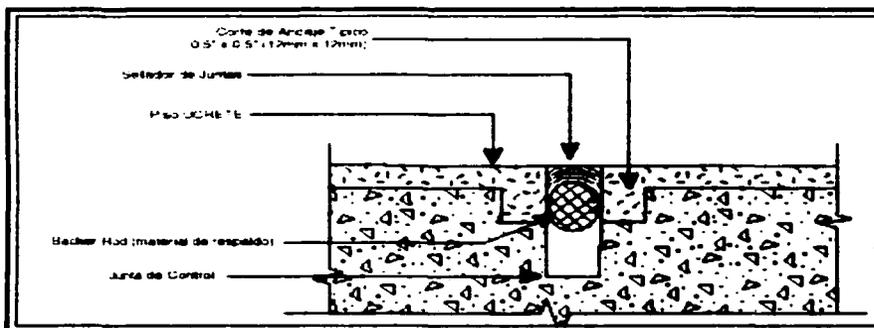


Figura 3.16. Factores de forma típicos para selladores de juntas.

3.6.3. realización del trabajo con el tiempo.

Colocación del concreto.

La facilidad de colocar, consolidar y acabar el concreto recién mezclado se denomina trabajabilidad. El concreto debe ser trabajable y no debe sangrar excesivamente. El sangrado es la migración del agua hacia la superficie superior del concreto recién mezclado, provocada por el asentamiento de los materiales sólidos (cemento, arena y grava) dentro de la masa. El asentamiento es consecuencia del efecto combinado de la vibración y de la gravedad.

Después de un proporcionamiento adecuado, así como, dosificación, mezclado, colocación, consolidación, acabado y curado, El concreto endurecido se

transforma en un material de construcción resistente, no combustible y prácticamente impermeable que requiere de poco mantenimiento.

Manejo y transporte.

Aun no existe una forma perfecta para transportar y manejar al concreto, una planeación anticipada puede ayudar en la elección del método más adecuado evitando así la ocurrencia de problemas. La planeación debe tener en consideración tres eventos que, en caso que sucedan durante el manejo y la colocación, podrían afectar seriamente la calidad del trabajo terminado:

- a) **Retrasos.** El objetivo que se persigue al planear cualquier calendario de trabajo, es producir trabajo con la mayor rapidez contando con la mejor fuerza laboral y con el equipo adecuado par realizarlo. Se logrará una productividad máxima si se planea el trabajo eligiendo el personal y el equipo de manera que reduzca el tiempo de retraso durante la colocación del concreto.
- b) **Endurecimiento temprano y secado.** El concreto comienza a endurecer en el momento en que se mezclan el cemento y el agua, pero el grado de endurecimiento que ocurre durante los primeros 30 minutos normalmente no se presentan problemas; por lo general, el concreto que se haya mantenido en agitación se puede colocar y compactar dentro de la primera hora y media posterior al mezclado. La planeación deberá eliminar o minimizar cualquier variable que permita que el concreto endurezca. Hasta el grado en que no se pueda lograr una completa consolidación y se dificulte efectuar el acabado. Se dispone de menos tiempo cuando existen condiciones que aceleran el proceso de endurecimiento, Cuando ocurre en climas calurosos y secos con el uso de aditivos acelerantes, y con el uso de concreto calentado.
- c) **Segregación:** La segregación es la tendencia que presenta el agregado grueso de separarse del mortero cemento-arena. Esto tiene como consecuencia que parte de la mezcla tenga una cantidad demasiado pequeña de agregado grueso y el resto tenga agregado grueso en cantidades excesivas. Probablemente la primera parte se contraerá más y se agrietará y tendrá baja resistencia a la abrasión. La segunda será demasiado áspera para lograr consolidación y acabados totales y será causa frecuente de hundimientos. Los métodos y equipos que lleguen a usarse para transportar y manejar concreto no deberá ser causa de segregación.

Colado.

La preparación previa al colado del concreto incluye diversas actividades, como la compactación de la subrasante y/o sub-base la formación de la cimbra y el humedecimiento de la subrasante, y la fijación segura en el concreto el acero de refuerzo y demás accesorios que vayan a quedar insertos. El humedecimiento de la subrasante es muy importante, especialmente en climas calurosos y secos a fin de que la subrasante no absorba demasiada agua del concreto y también para incrementar el nivel de humedad del aire, logrando con eso disminuir la evaporización de agua en la superficie del concreto. Se debe humedecer la superficie; pero no quiere decir que debe de haber charcos o sitios demasiado húmedos, suaves y fangosos cuando se vacíe el concreto.

El concreto se debe depositar sin interrupción lo más cerca posible de su posición final, rebasando ligeramente la cimbra y nivelarlo de manera aproximada. Los vacíos grandes de aire, atrapados en el concreto durante la colocación se deben remover por medio de consolidación. En la construcción de losas, el colado debe comenzar a lo largo del perímetro en un extremo del trabajo, descargando cada mezcla contra el concreto previamente colado.

En general, el concreto debe ser colado en capas horizontales de espesor uniforme, consolidando adecuadamente cada capa antes de continuar la siguiente. La velocidad de la colocación deberá ser lo suficientemente rápida para que la capa de concreto que no haya fraguado cuando se le coloque encima la nueva capa.



Figura 3.17 Colado de concreto.

Esto evitará zonas propicias para las filtraciones (fisuras), y planos de debilidad (juntas frías) que se producen cuando el concreto fresco se cuele sobre el concreto endurecido. El espesor de las capas depende del espesor de la losa.

Consolidación (enrasado, vibrado, picado, compactación etc.)

La consolidación es el proceso que consiste en compactar al concreto fresco para amoldarlo dentro de las cimbras, a fin de eliminar depósitos de piedras, los hundimientos y las cavidades de aire atrapado. La consolidación se obtiene por medio de métodos manuales o mecánicos. El método elegido dependerá de la consistencia de la mezcla, de las condiciones de colado y de la disponibilidad del equipo.

La nivelación o enrasado es un proceso que consiste en retirar el exceso de concreto de la superficie superior de una losa para dejarla en un nivel apropiado. El enrasador que se utiliza en forma manual es una regla y se deberá mover en forma de vaivén o de aserrado. Deberá existir una sobrecarga de concreto para ir rellenando los vacíos a medida que la regla pase sobre la losa. Una losa de 16 cm de espesor se necesita una sobrecarga de aproximadamente de 4 cm. La nivelación y la consolidación deberá terminarse antes de que el agua de sangrado se acumule sobre la superficie.



Figura 3.17. Nivelación y enrasado.

La vibración pone en movimiento las partículas en el concreto recién mezclado, reduciendo la fricción entre ellas y dándole a la mezcla las cualidades móviles de un fluido denso. La acción vibratoria permite el uso de una mezcla más dura que contenga una mayor cantidad de agregado grueso y menos de los finos, con una consolidación adecuada, las mezclas más duras y ásperas podrán ser empleadas, lo que da como consecuencia una mayor calidad y economía.

La vibración ya sea interna o externa, es el método comúnmente usado para consolidar concreto. Al vibrar el concreto, la fricción interna entre las partículas de agregado disminuyen temporalmente y el concreto se comporta como un líquido; se asienta en la cimbra por acción de la gravedad y los vacíos de aire suben más rápido a la superficie. La fricción interna se restablece en el momento que la vibración se detiene.

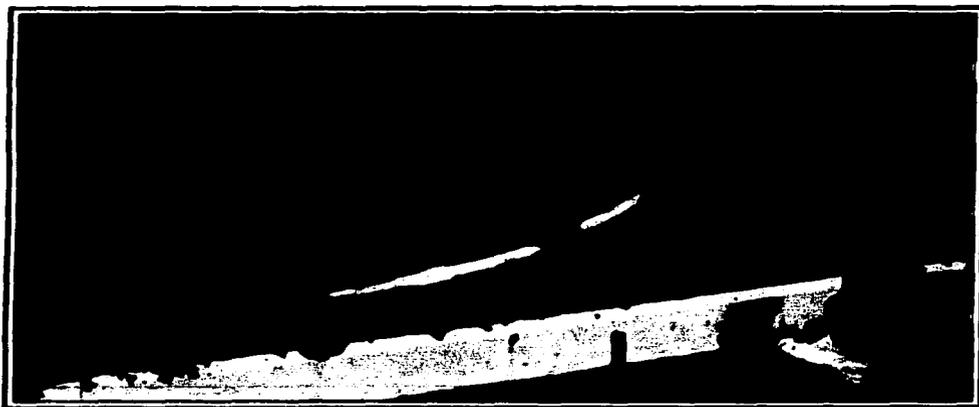


Figura 3.18. Vibrado de concreto.

3.7. Confort

Comprende la **estética, color, limpieza, fácil mantenimiento, nivelado, etc.** Deberá cumplir con las necesidades del proyecto.



Figura 3.19. El color, limpieza y estética de un piso industrial terminado.

3.7.1. Estética.

Los agregados decorativos están compuestos de muchos materiales y colores, pero deben ser resistentes, limpios, no reactivos y de buena calidad. Los más comunes son: cuarzo, mármol, granito y algunas cerámicas. Se han utilizado también rocas, viruta de bronce y otras piezas de metal. No es conveniente utilizar agregados de vidrio por el peligro que pueden presentar las astillas y la posibilidad de una reacción álcali-agregado. Casi siempre es preferible tener agregado de un solo tamaño.

3.7.2. Color.

Tratamiento para colorear superficies monolíticas (llamados también aditivos en polvo o secos). Existen materiales premezclados para tratamiento, utilizados para colorear superficies monolíticas. La coloración de la superficie se logra aplicando el material seco premezclado a la superficie de concreto recién aplanado, posteriormente se aplanará mezclando el pigmento con la superficie húmeda.

Después de que el concreto haya sido enrasado, compactado y, además, nivelado por medio de una aplanadora de mango largo (o pison), y que haya evaporado o eliminado toda agua, la superficie debe ser aplanada con llana de madera, en forma manual o con aplanadora mecánica. Los aditivos secos nunca deben

aplicarse sobre superficies libres de agua o que no hayan sido aplanados. El primer aplanado sumerge el agregado grueso bajo un mortero adecuado, al cual puede aplicarse el aditivo seco para que forme parte integral del piso o de la losa. El aplanado también elimina las prominencias o depresiones que pueden causar variaciones en la intensidad del color. Después que se ha realizado la operación de aplanado, es necesario espolvorear sobre la superficie el material premezclado uniformemente. Si se aplica demasiado material a una zona, es posible que dé como resultado variaciones en el color o descortezamiento de la superficie de la superficie. En la primera pigmentación debe aplicarse 2/3 de la cantidad total requerida. Después de unos minutos, este material seco absorberá un poco la humedad del concreto recién mezclado, entonces debe aplanarse con sumo cuidado sobre toda la superficie, de preferencia con una aplanadora mecánica. Enseguida, el resto de la cantidad especificada de material premezclado deberá distribuirse en forma uniforme sobre la superficie, en ángulos rectos con respecto a la aplicación anterior. También esta aplicación de material premezclado debe aplanarse con cuidado para integrarla a la superficie, procurando obtener un color uniforme.

Todos los bordes y juntas formadas con herramientas deben repararse antes y después del tratamiento.

Ahora bien, para losas exteriores o rampas, el acabado de la superficie puede obtenerse por método de remolino, de aplanado mecánico, de aplanado manual con llana de madera o de magnesio, dependiendo de la textura y de grado de fricción requerido.

Si se desea lograr un acabado liso aplanado con llana, el primer aplanado debe ser horizontal. Entonces se aplican aplanados adicionales, si es necesario, para obtener una superficie lisa y densa con coloración uniforme; es mejor el aplanado final sea con llana manual. No se deberán aplanar con llana pulida (dura) las superficies coloreadas, ya que esto produce una coloración no uniforme y/o hasta deja marcas oscuras de la llana. Si se desea un acabado cepillado, debe utilizarse una escoba de cerdas suaves sobre la superficie, después del primer aplanado con llana.

Las superficies coloreadas deben curarse, poniendo gran cuidado en ello. Lo más adecuado es curar con un compuesto de membrana que no oxide la superficie manchándola, según recomiende el fabricante del aditivo seco. Los pisos coloreados no deben curarse con paja, tierra o cualquier tipo de membrana como plástico o papel curado, debido a que pueden ocasionar manchas difíciles, una coloración no uniforme o bien, eflorescencias.

3.7.2. Limpieza y mantenimiento.

Los factores de limpieza y mantenimiento son importantes, cualquier tipo de piso industrial se debe mantener limpio son parte del ambiente de trabajo y seguridad. Los pisos deben ser fáciles de limpiar de cualesquiera sustancias derramada en ellos. El mantenimiento que se le dé a los pisos dependerá la durabilidad de los pisos de concreto hidráulico.

3.8. Seguridad.

Las características antideslizantes, estéril y no inflamable deben garantizar el mínimo riesgo.

3.8.1. Antideslizamiento.

Para lograr este punto es importante la calidad de los agregados, este tipo de agregados antideslizamiento debe de ser resistente al pulimiento. Generalmente, los agregados de más calidad para este fin son: El esmeril, el coridón o un abrasivo fabricado. La calidad antideslizante de algunos agregados puede mejorarse, reemplazando los finos con otros de un agregado más antideslizante. Los agregados suaves como la vermiculita, pueden usarse para mejorar la calidad antideslizamiento, aplicándolos con llana a la superficie de concreto fresco y retirándolos después por medio del cepillado.

Este tratamiento a la superficie generalmente se hace en superficies monolíticas y deben seguirse las instrucciones del fabricante y se aplica el procedimiento para colorear. También puede obtenerse un acabado antideslizante duradero aplicando en forma de remolino un aditivo en polvo para dar coloración o con un agregado mineral o metálico con coloración natural.

3.8.2. Estéril y no inflamable.

Para cumplir con los requisitos de seguridad los pisos de concreto generalmente son resistentes a los hongos siempre y cuando se mantenga un buen mantenimiento de los pisos. Se debe tener cuidado en los pisos cuando se requiera de que este manejando químicos o sustancias inflamables, se requiere un diseño especialmente para este tipo de uso, existen en el mercado recubrimientos que se han diseñado para este fin.

3.9. Economía.

Costos de inversión, costos de mantenimiento y ciclo de vida proyectado.

La elección de un piso adecuado es resultado de un proceso de optimización de recursos en los que se debe tomar en cuenta la economía se deben tomar en cuenta los requerimientos como las restricciones del proyecto.

3.9.1. Costos de mantenimiento.

Los costos de mantenimiento, dependen directamente de la elección del diseño del piso, una buena decisión el costo del mantenimiento deberá ser mínimo en su ciclo de vida.

3.9.2. Ciclo de vida proyectada.

El sistema de piso correcto debe cumplir con los criterios: Primero, debe de cumplir con exceder las demandas de servicio de una instalación específica. Segundo debe de ofrecer la rentabilidad al obtener un piso durable durante la vida útil.

Los factores que afectan directamente a la vida del piso inicia desde el proyecto de desempeño, construcción de la subrasante o sub-base, la calidad de los agregados y todo el proceso de construcción de la base de concreto (calidad del concreto, juntas de construcción, juntas transversales, acero de refuerzo, aditivos para el concreto etc.) y revestimientos de los pisos de concreto y mantenimiento.

CAPÍTULO 4

DIFERENTES PISOS INDUSTRIALES.

Un piso diseñado adecuadamente es un factor decisivo para la productividad y la economía en edificios industriales. Ver tabla 4.1. Teniendo en cuenta la variedad de ambientes industriales y la multitud de posibles soluciones técnicas, la selección, el diseño y construcción.

La elección de un piso apropiado es el resultado de un proceso de optimización en el se deben de considerar los requerimientos como las restricciones que tenga el proyecto.

Tabla 4.1. CLASIFICACIÓN DE PISOS

Clase	Tránsito	Uso	Consideraciones especiales	Técnicas de acabado del concreto
1	Peatonal ligero	Residencial o cubierto con mosaico	Pendiente para drenaje; Nivelación para colocar mosaico	Llana de acero mediana
2	peatonal	En oficinas, iglesias, escuelas, hospitales, de ornato residencial	Agregado antiderrapante; mezcla en la superficie color mezclado, especial	Llana de acero, acabado especial antiderrapante Color, agregado expuesto; lavar sí el agregado va a estar expuesto
Una capa 3	Peatonal ligero y vehículos ligeros	Para las entradas auto, pisos de garajes y banquetas y de residencias	Corona, bombeo, juntas inclusión de aire	Llana de madera, de acero y escoba
4	Peatonal y vehículos ligeros	Comercial e Industrial ligero	Curado cuidadoso	Llana de acero duro y cepillado para antiderrapante
5	Peatonal y de vehículos abrasivo	Industrial de una capa, superficie de desgaste integral	Curado cuidadoso	Agregado especial metálico o mineral llana de madera y de acero
Dos Capas 6	Peatonal y de Vehículos (con ruedas duras), abrasión considerable	Industrial pesado de dos capas ligadas	Superficie texturizada y ligada Capa de desgaste: agregado especial y/o tratamiento metálico o mineral	Superficie nivelada por Medio de maestras
7	Clases 3,4,5,6	Capas de Desgaste no ligadas	Refuerzo de malla, lubricante sobre superficies de Concreto antiguas: 2 ½"	

4.1. Pisos industriales con el uso de polímeros.

Este sistema de pisos es ideal para áreas donde la higiene y el fácil mantenimiento son importantes o donde deben tomar en cuenta los ataques químicos, físicos, como en la industria química, laboratorios, industrias de alimentación y de bebidas, etc. Con un número limitado de componentes se puede obtener una amplia gama de recubrimientos en diferentes espesores, colores y texturas de acabados.

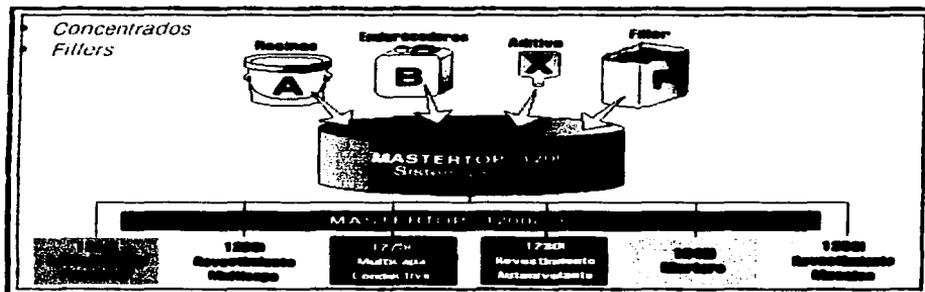


Figura 4.1.1. Preparación del concreto para recubrimientos poliméricos.

La preparación adecuada de las superficies de concreto es de vital importancia debido a que los recubrimientos polímeros tienen características químicas y físicas únicas. Antes de la aplicación del recubrimiento, se deberán considerar varios pasos y tomar ciertas decisiones, para asegurar la adherencia, adecuada, la aplicación y obtener el servicio para el cual el piso ha sido diseñado.

1. - Escoja el recubrimiento adecuado para obtener el desempeño necesario de acuerdo a los requisitos esperados de desgaste y servicio de la superficie del piso.
2. - En losas de concreto fresco, permita que el concreto cure hasta que sea aparente que ya no exista humedad en la superficie, típicamente 10 a 28 días. Esto puede confirmarse por medio del uso de una pieza de polietileno de 10 ml. De un tamaño de 0.9 a 0.28 m², pegada al piso con cinta adhesiva entre 12 y 24 horas y chequeando la humedad (condensación) en la parte interior del plástico en la superficie del concreto. La posibilidad de contaminación en la superficie del piso por grasa o aceite aumenta entre más tiempo se espera para recubrir el piso de concreto. En casos que el aceite que haya penetrado en la superficie deberá limpiarse con detergente antes de la aplicación del recubrimiento. En casos más severos, el concreto deberá

demolerse hasta obtener una profundidad adecuada y limpia. Las superficies mal hidratadas podrán exhibir carbonatación y, por lo tanto una adherencia débil. De manera similar, las losas que se hayan dejado sin recubrir por mucho tiempo, podrán mostrar señas de eflorescencia (sales solubles en agua). El concreto débil, carbonatado deberá removerse, incluyendo la eflorescencia, antes de aplicar el recubrimiento. Esto puede lograrse por escarificación o en situaciones moderadas, con el uso de ácido.

3. - En reparaciones de concreto viejo, rellene los huecos profundos con un mortero cementicio.

4. - Se deberá utilizar chorro de arena, escarificación, etc. En concreto viejo para que la superficie tenga una textura áspera para obtener adherencia necesaria.

5. - Para desempeño óptimo, la superficie preparada deberá tener una resistencia tensión de lo menos 2 Mpa.

Chorro de arena: es muy sucio (debido a la cantidad de polvo que se crea) y deberá eliminarse como opción situaciones donde se encuentre maquinaria o en condiciones donde se fabriquen productos. Se deberá tener cuidado de que todo el polvo se haya aspirado. Esto toma tiempo ya que las nubes de polvo fino pueden tomar horas para asentarse por completo. Además, los abrasivos silicios se han asociado con enfermedades respiratorias.

Escarificación: ofrece un perfil áspero para la aplicación de topping (capas) polímeros. Este método de preparación raspa la superficie del concreto para remover el concreto débil en la superficie, recubrimientos y otros contaminantes. La escarificación puede ofrecer un perfil que varía entre la lija de 60 ranuras de 3 mm. Pero; no puede producir un perfil fino para recubrimientos delgados.

Granallado (shotblast): Es un método de preparación para el concreto que limpia y perfila en un solo paso. Este puede utilizarse en plantas sin tener que proteger equipo sensible de las nubes de polvo. El granallado mueve la superficie débil del concreto y los contaminantes y logra un perfil áspero. Las minas se reciclan continuamente y el concreto pulverizado y los contaminantes se recolectan por unidades de recolección, ofreciendo el método más limpio de preparación del concreto. Después de la preparación, lo único que se requiere es barrer el polvo que pudiera haberse quedado en las ranuras profundas, juntas y huecos. El perfil puede ajustarse de uno muy ligero hasta de 6 mm. Por pasada de la máquina.

4.1.1. Piso industrial con revestimiento protector.

Revestimiento monocapa MASTER TOP 1210i:

Es un recubrimiento de 0.5 a 1.0 mm de espesor a base resina epoxico exenta de disolventes y cargas, especialmente diseñado como capa de acabado sobre losas de concreto.

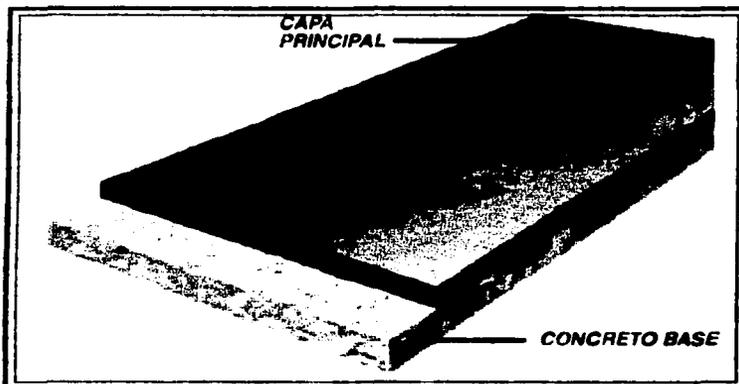


Figura 4.1. Revestimiento monocapa MASTERTOP 1210i.

Propiedades:

- Resistente a aceites y combustibles
- Aplicación rápida y sencilla
- Facilidad de mantenimiento y limpieza
- Buena apariencia estética

Datos técnicos:

- Base: Resina epóxica, exenta de disolvente.
- Adherencia al sustrato: 1.5 N/mm² (falla en el concreto).
- Resistencia a la abrasión: 105 mg
- Color: 8 colores estándar.
- Temperatura mínima de aplicación: 10 °c.

4.1.1.a. Campo de aplicación.

- Pasillos, corredores.
- Almacenes de productos ligeros.

- Colectores de aceite.
- Áreas de circulación con tráfico ligero.
- Instalaciones con agresión química limitada.

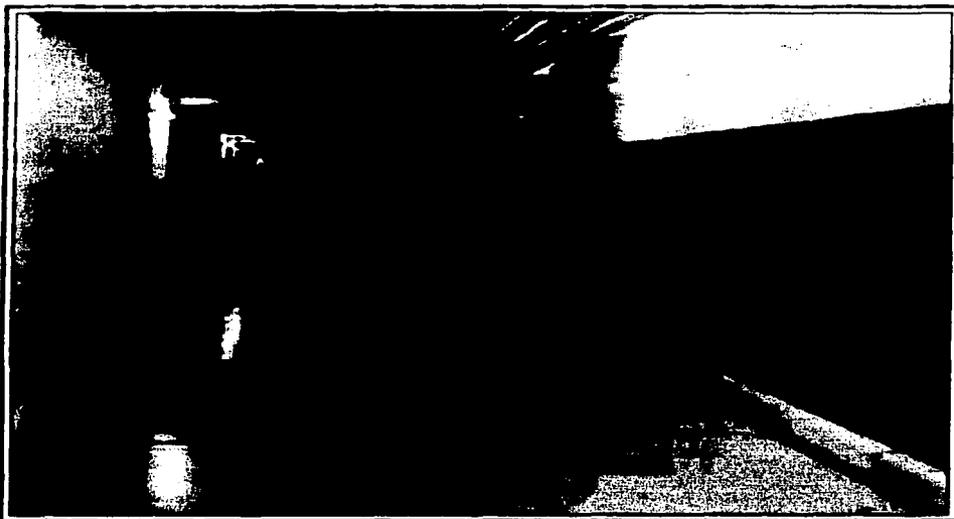


Figura 4.2. Revestimiento monocapa MASTER TOP 1210i.

4.1.1.b. Ventajas.

- Económico.
- Superficie continua.
- Resistencia a aceites.
- Aplicación rápida y sencilla.
- Buenas propiedades de mantenimiento y limpieza.

4.1.1.c. Diseño.

- Espesor de 0.5-1 mm.
- Preparación de la base de aplicación: La base de aplicación será de concreto resistente y estará completamente seca, limpia, exenta de lechadas, material deleznable, así como de pinturas y líquidos de curado. La textura superficial será de poro abierto, para lo que es recomendable la preparación previa a la

base de granalla do o fresado. Cangrejeras u otros deterioros existentes deberán ser reparados previamente para conseguir una superficie lisa y uniforme.

- Preparación del producto: Homogenizar, inicialmente, la resina MASTERTOP A4. Mezclar el endurecedor MASTERTOP B4 y el concentrado MASTERTOP X1, con ayuda de un agitador de bajas revoluciones. Añadir a esta mezcla al agregado correspondiente, según tabla de rendimientos, y continuar removiendo hasta obtener un compuesto homogéneo y exento de grumos.
- Proporción de la mezcla (resina).
- Resina MASTERTOP A4 5.4 kg pailas
- Endurecedor MASTERTOP B4 3.0 kg cartuchos
- Concentrado MASTERTOP X1 0.6kg envases
- Filler F1 15 kg sacos

Tabla 4.2. Kits de trabajo (espesor: 0.5 – 1 mm)

Componentes	Capa principal	Sellado
Master top A4	5.40	5.40
Master top B4	3.00	3.00
Master top X1c	0.60	0.60
Filler F1	2.00	2.00
Total	11.00	11.00
Consumo por kit (kg/m ²)	0.60	0.60

4.1.2. Piso industrial con revestimiento multicapa.

Revestimiento multicapa MASTER TOP 1200i:

Es un revestimiento coloreado, de 2 a 4 mm de espesor, a base resinas epoxicas, y cargas seleccionadas, exento de solventes, de excelente adherencia al sustrato sobre el que se apliqué, le confiere altas cualidades mecánicas, total de inercia química ante productos agresivos y acabado antiderrapante.

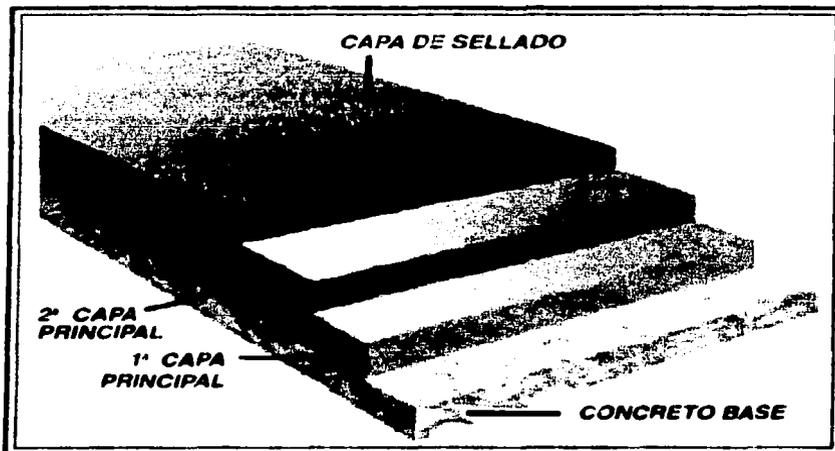


Figura 4.3. Revestimiento multicapa MASTER TOP 1200i.

Datos técnicos.

- Base: Resina epóxica, exenta de solventes con agregados minerales.
- Resistencia a la compresión: 85 N/mm
- Adherencia al sustrato: 1.5 N/mm (fallo en el concreto)
- Resistencia a la abrasión: 20 mg
- Módulo de elasticidad: 12000N/mm
- Color: 8 colores standard.
- Temperatura mínima de aplicación. 10 °c.

4.1.2.a. Campo de aplicación:

Área de producción y envasado en: Industria alimenticia, química, automotriz.
 Zonas de almacén de grandes cargas.
 Cocinas.

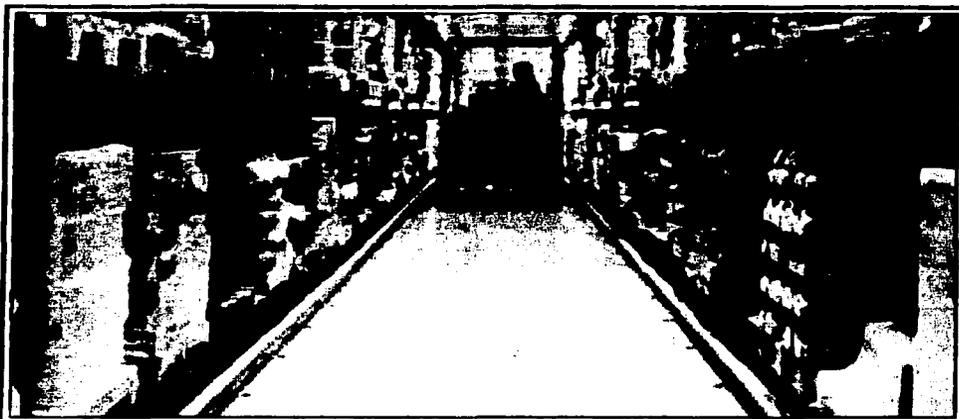


Figura 4.4. Campo de aplicación de tipo de pisos multicapas MASTER TOP 1200i.

4.1.2.b. Ventajas:

Elevada resistencia mecánica y química.

Antideslizante.

Espesores adaptables.

Aplicación sencilla y segura.

4.1.2.c. Diseño:

- Espesor de 2-4 mm.
- Preparación de la base de aplicación, preparación del producto, proporcionamiento de la mezcla es igual MASTERTOP 1200i.
- Variantes:
- MASTERTOP 1221i: es un revestimiento multicapa antideslizante, tipo mosaico, a base de resina transparente y agregados coloreados.
- MASTERTOP 1222i: Es un revestimiento multicapa antideslizante coloreado, a base de resina coloreada y agregados metálicos.

Componentes

A2 Resina conductiva

X1n Concentrado neutro

X1c Concentrado coloreado

B4 Endurecedor estándar

Presentación

5.4 kg Pailas

0.6 kg Cartuchos

0.6 kg Cartuchos

3.0kg Envases

F1 filler
F5 filler

15 kg Saco
25 kg Saco

Tabla 4.3. Kits de trabajo (espesor: 3 mm)

Componentes	1ª capa principal	1º Espolvoreo	2ª capa principal	2º espolvoreo	Sellado/2ª capa
Master top A4	5.40		5.40		5.40
Master top B4	3.00		3.00		3.00
Master top X1 n	0.60		0.60		
Master top X1c					0.60
Filler F1	15.00		15.00		2.00
Filler F5		1.00		1.00	
Total	24.00	1.00	24.00	1.00	11.00
Consumo por kit (g/m ²)	1.60	2.50	1.80	2.50	0.60

4.1.3. Piso industrial con multicapa conductivo.

Revestimiento multicapa conductivo MASTER TOP 1225i:

Es un revestimiento coloreado de 2 a 4 mm de espesor a base de resinas epóxicas, y agregados especiales que le confieren características conductoras y antichispa. Exento de solventes. Se obtiene una terminación antideslizante.

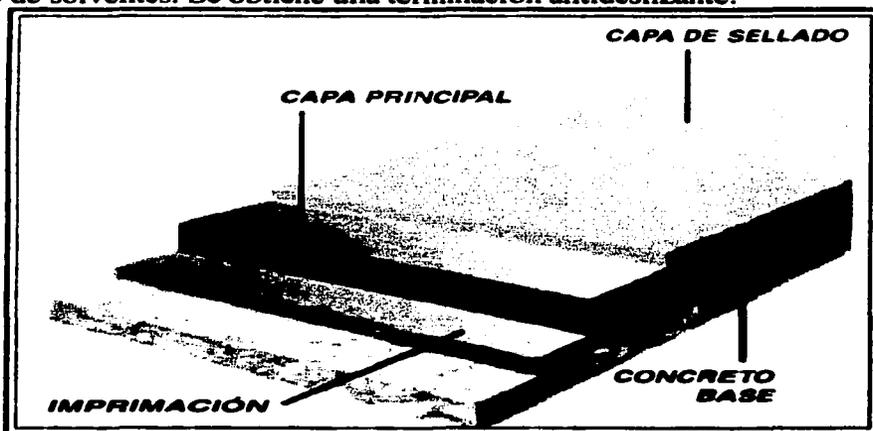


Figura 4.5. Revestimiento multicapa conductivo MASTER TOP 1225i.

Datos técnicos:

Base:	Resina epoxica, exenta de solventes con agregados conductivos.
Resistencia a la compresión:	85 N/mm ² .
Adherencia al sustrato:	>1.5 N/mm ² .
Resistencia a la abrasión:	98 mg
Módulo de elasticidad	9000 N/mm ² .
Coefficiente de expansión térmica:	8 x 10 ⁻⁵ /k-1.
Conductividad:	< 10 6 Ohm.
Color:	8 colores estándar.
Temperatura mínima de aplicación:	< 10 °c.

4.1.3.a. Campo de aplicación:

Habitaciones de computadoras y control.

Quirófanos.

Habitaciones con equipo delicado.

Procesamiento y almacenado de productos peligrosos.

Industria de fibras sintéticas.

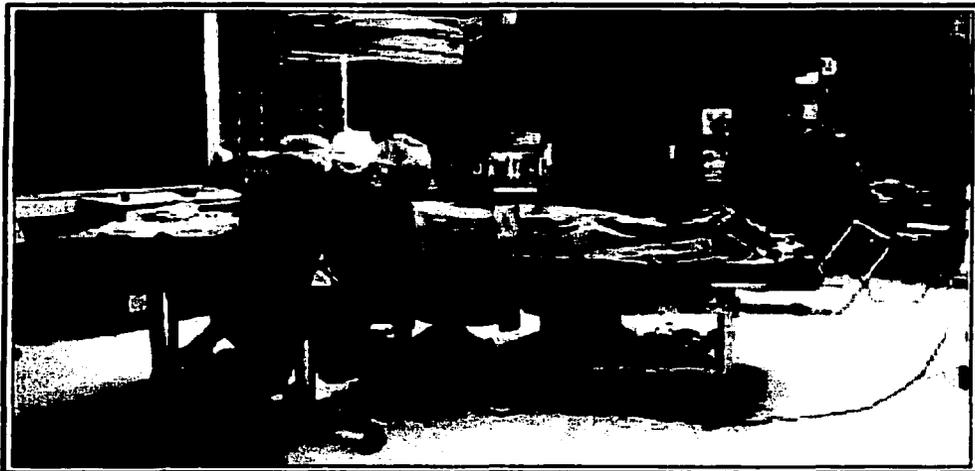


Figura 4.6. Campo de aplicación de pisos multicapas conductivo MASTER TOP 1225i.

4.1.3.b. Ventajas.

Propiedades antideslizantes.
Propiedades antiestáticas.
Excelente conductividad.
Elevada resistencia química.

4.1.3.c. Diseño:

Espesor 2-5 mm.

- Preparación de la base de aplicación, es exactamente igual al MASTER TOP 1200i con excepción de que esta vez se instala un angular de cobre conectado a la toma de tierra cada 30 m² aproximadamente.
- Preparación del producto: Homogenizar inicialmente la resina de MASRETOP A2i. Mezclar con endurecedor MASTERTOP B4 y el concentrado MASTERTOP X1 con ayuda de un agitador de bajas revoluciones. Añadir a esta mezcla el agregado correspondiente, según tabla de rendimientos y continuar removiendo hasta obtener un compuesto homogéneo.

Componente

A2i Resina conductiva
X1n concentrado neutro
X1c Concentrado coloreado
B4 Endurecedor estándar
F7 agregado conductivo

Presentación

4.5 kg Pailas
0.6 kg Cartuchos
0.6 Kg Cartuchos
3.0 kg Envases
10 kg sacos.

Tabla 4.4. Kits de trabajo (espesor: 3 mm)

Componentes	Imprimación	1° Espolvoreo	Capa principal
Master top A2i	5.40		5.40
Master top B4	3.00		3.00
Master top X1n	0.60		
Master top X1c			0.60
Filler F7		1.00	10.00
Total	9.00	1.00	19.00
Consumo por Kit kg/m ²	0.40	2.50	3.00

4.1.4. Piso industrial Mortero.

Revestimiento de pisos Mortero epoxico coloreado MASTER TOP 1240i:

Es un mortero coloreado de 3 a 8 mm de espesor, a base resinas epoxicas, cargas seleccionadas y exento de disolventes. La estudiada granulometría del agregado y

su alto contenido en resina epóxica puro, permiten confeccionar pisos de excelentes cualidades mecánicas y químicas.

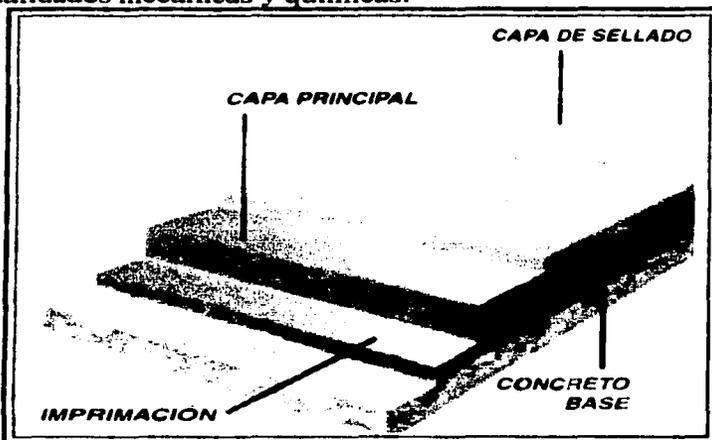


Figura 4.7. Piso tipo mortero con uso de polímero MASTER TOP 1240i.

Datos técnicos:

Base:	Resina epóxica, exenta de solvente con agregados minerales.
Resistencia a la compresión	70 N/mm².
Adherencia al sustrato	1.5 N/mm².
Resistencia a la abrasión	20 mg
Módulo de elasticidad:	18000 N/mm².
Coefficiente de expansión térmica lineal:	4 x 10⁻⁵ /k-1.
Color:	8 colores estándar.
Temperatura mínima de aplicación:	< 10 °c.

4.1.4.a. Campo de aplicación:

- Área de fabricación y almacenamiento en la industria pesada.
- Zonas de procesamiento en la industria química.
- Zonas de exposición extrema en la industria alimenticia.
- Almacenes refrigerados.



Figura 4.8. Uso de revestimiento mortero epoxico MASTER TOP 1240i.

4.1.4.b. Ventajas:

- Resistencia extrema al impacto, abrasión y roces
- Elevada resistencia al ataque químico.
- Resistencia a las bajas temperaturas.
- Resistencia a la limpieza con agua caliente.

4.1.4.c. Diseño:

Espesor de 3-8 mm.

Componentes

- A4 resina estándar
- A4 Thix resina tixotrópica
- X1n concentrado neutro
- X1c Concentrado coloreado
- B4 endurecedor estándar
- F1 Filler
- F2 Filler

Presentación

- 5.4 kg pailas
- 5.7 kg pailas
- 0.6 kg Cartuchos
- 0.6 kg Cartuchos
- 3.0 kg envases
- 15 kg Saco
- 25 kg Saco

Tabla 4.5. Kits de trabajo (espesor: 4 mm)

Componentes	Imprimación	Capa principal	Sellado/2a capa	Sellado/3ª capa
Master top A4	5.40	5.40	5.40	
Master top A4 Thix				5.70
Master top B4	3.00	3.00	3.00	
Master top X1n	0.60			
Master top X1c		0.60	0.60	0.60
Filler F1	2.00			
Filler F2		100.0		
Total	11.00	109.00	9.00	9.30
Consumo por kit (kg/m ²)	0.30	8.00	0.60	0.30

4.2. Pisos industriales con endurecedores superficiales en polvo con agregado natural.

Los endurecedores superficiales en polvo con agregado natural están especialmente formulados para dar color y mejorar la resistencia al desgaste de los pisos de concreto.

En el mercado encontramos endurecedores superficiales con agregado mineral los siguientes:

La siguiente figura nos muestra un piso industrial con endurecedores superficiales en polvo con agregado natural.



Figura 4.8. Uso de endurecedores superficiales en polvo con agregado natural.

- 1. MASTERCRON**
- 2. MASTERCRON Ff**

Endurecedor superficial en polvo con agregado mineral "MASTERCRON"

Es un endurecedor superficial en polvo que utiliza agregado mineral especialmente graduado que al distribuirse y acabarse sobre el concreto fresco, recién nivelado, y flotado, colorea y mejora la resistencia al desgaste.

El endurecedor superficial se encuentra en 25 colores estándar, incluyendo Light reflective para ahorros de energía

Endurecedor de superficie con agregado mineral para mejorar la planicidad de los pisos planos y superplanos "MASTERCRON FF"

Es uno de los endurecedores superficiales con agregado mineral diseñado especialmente para la aplicación en pisos que han sido diseñados para cumplir con cierta designación de planicidad especificada. (refiérase al ACI 117, ASTM-E 1155M-87 y CSA A-23.1 para los detalles de clasificación F.)

4.2.1. Campo de aplicación:

Campo de aplicación para Mastercron:

- incrementar la resistencia al desgaste de los pisos de concreto incluyendo institucionales y comerciales (centros comerciales, escuelas, teatros, hospitales, estacionamientos y patios)
- Áreas donde se requiera de un piso de concreto atractivo y coloreado para mejorar la apariencia del área de trabajo.
- Áreas de almacenamiento de servicio ligero a moderado donde el tráfico y el desgaste no requieran de un endurecedor superficial con agregado metálico.

Campo de aplicación para Mastercron Ff:

- Rutas de tráfico de montacargas para estanterías.
- Áreas donde se ha designado una planicidad específica.
- Pasillos y zonas de giro.
- Áreas de recepción y envío de productos.



Figura 4.9. Uso de pisos con revestimiento endurecedor mineral natural MASTERCRON.

4.2.3. Ventajas y limitaciones

Ventajas Mastercron:

- Disponible en 25 colores estándar.
- Aumenta la resistencia a la abrasión de los pisos de concreto. Hasta dos veces mayor vida en servicio del concreto normal.
- Disponible en formulaciones de alta reflectancia diseñadas para reducir los costos de energía.
- Produce una superficie de alta densidad, fácil de limpiar y resistente a la penetración de líquidos.
- El color integral elimina el costo de pintar el piso periódicamente.
- Diseñado para reducir el desgaste superficial y el desprendimiento de polvo, reduciendo los costos constantes de mantenimiento.

Limitaciones:

- Donde las condiciones de servicio y operación determinan la necesidad de un endurecedor con agregado metálico, con el fin de lograr una mayor resistencia a la abrasión.

- Donde se requiera de una resistencia a chispas en la superficie.
- En áreas expuestas a ácidos, sus sales y otros materiales que deterioren rápidamente al concreto o al cemento Pórtland.
- Las aplicaciones en exteriores se limitan a áreas no sujetas a ciclos de hielo / deshielo.
- Sobre concreto que contenga cloruro de calcio.
- Sobre concreto que contenga más de 3% de aire incluido.

Ventajas Mastercron Ff:

- Se puede espolvorear sobre losas de concreto nuevas para piso plano y superplano.
- Mejora la planeidad- debido a la granulometría controlada.
- Aplicación temprana- se puede aplicar tan pronto como se termine el nivelado de la losa.
- Fácil acabado- con agregado de granulometría controlada y con aditivos especiales para mejorar el acabado.
- Superficie más densa- no deja huecos superficiales tan comunes en los pisos de concreto. La densidad de la superficie es mayor comparada con el concreto por lo que resiste mejor la penetración de aceite y grasa facilitando el mantenimiento y desminuyendo costos.
- Aumenta la resistencia a la abrasión – Su formulación especial retiene el agregado en la superficie aún con la aplicación temprana del material. La abrasión es dos veces mayor que la del concreto normal.
- Resistencia al impacto- doble que la del concreto normal.

Limitaciones Mastercron Ff:

- Donde las condiciones de operación y servicio dicten el uso de endurecedor en polvo con agregado metálico para una mayor resistencia al desgaste.
- En áreas expuestas a ácidos, sus sales u otros materiales que ataquen o deterioren el concreto con cemento Pórtland.
- Donde se desee resistencia anti-chispa en la superficie.
- No coloque sobre concreto que contenga agregado contaminado con sal o agua salada.
- No aplique sobre concreto que contenga mas de 3% de aire incluido. Se requieren altos contenidos de aire para concretos expuestos a saturación de agua y ciclos de hielo y deshielo. Los contenidos de aire muy altos hacen que los endurecedores en polvo sea difícil e impractica, dependiendo de las dimensiones y de las condiciones ambientales.
- No aplique el endurecedor sobre agua de exudación o en concreto con sangrado excesivo.
- No use agua o laminas de polietileno para curar.

- Este producto contiene cemento lo que puede causar irritación en la piel. Evite contacto con los ojos y el contacto prolongado con la piel.

4.2.4. Diseño.

Cuando la aplicación de **Mastercron** es principalmente para resistencia al desgaste, la dosificación estándar es de 5 a 10 kg/m². Cuando la aplicación del endurecedor en polvo es para colorear el piso, la dosificación estándar es de 7.5 a 10 kg/m². Cuando se apliquen más de 5 kg/m², coloque el material en dos capas espolvoreadas.

Preparación de la base de concreto:

Bombear, vaciar o transportar el concreto base a un asentamiento (revenimiento) no mayor de 13 cm. Después de que el concreto haya sido vaciado y el brillo del agua haya desaparecido, e inmediatamente que empiece a fraguar flote el concreto con una maquina con zapatas de flotado. Floten a mano los bordes con llanas de madera. La pérdida de humedad temprana y el fraguado rápido son típicas alrededor del perímetro de la losa, y se debe observar con cuidado para el tiempo adecuado de la operación de flotado.

Aplicación del endurecedor por espolvoreo: Se aplica en dos etapas. Dos terceras partes de la cantidad total se aplican en la primera aplicación y el tercio restante en la segunda aplicación y flotado. El método más eficiente y económico y preciso para aplicar el endurecedor en polvo es utilizando un dosificador mecánico. Cuando la aplicación del endurecedor superficial sea hecha a mano o con pala cuadrada, aplique cada pasada de manera perpendicular a la aplicación previa para asegurar una cobertura completa.

Permita que el endurecedor absorba agua (la superficie se oscurecerá ligeramente), incorpore el endurecedor en la superficie de la losa con una llana ancha de madera o con una maquina acabadora equipada con zapata de flotado. Es preferible usar la llana ancha ya que tiende a abrir la losa en lugar de cerrarla posiblemente atrapar agua de la exudación debajo de la capa de endurecedor.

Preparación de la base de concreto para aplicar Mastercron Ff:

Bombear, vaciar o transportar el concreto base a un asentamiento máximo de 10 cm con una regla vibratoria. Se recomienda usar regla vibratoria o niveladora como primer paso de planicidad.

Después de la regla vibratoria flote con regla ancha. Empuje la llana hacia adentro y hacia afuera una o dos veces para incrementar la planicidad de la losa en estado plástico.

Juntas de acero:

Si se especifican juntas de acero, use los siguientes procedimientos recomendados: Debe removerse 13 mm del concreto en las juntas, en la línea de las juntas y desnivelarse sobre una superficie de 10 cm de ancho. Mezcle Mastercron Ff con suficiente agua para producir un mortero pastoso. Flote a mano el área de donde se ha removido, trabajando suficiente pasta en la superficie para asegurar la adherencia integral. Coloque el mortero de Mastercron Ff inmediatamente en la junta preparada, renivele el área.

Aplicación del endurecedor por espolvoreo:

Si se aplicarán más de 5 kg/m², aplique en dos pasos. Las dos terceras partes del total deberá aplicarse e integrarse en el primer paso, el resto en el segundo paso. Después del uso de la llana ancha (aproximadamente 20 a 30 minutos después de utilizar la regla vibratoria), aplique un máximo de 10 kg/m² de Mastercron Ff. El método más eficiente es el uso de maquinas de espolvoreo automáticas.

Permita que el endurecedor absorba agua, incorpore el endurecedor en la superficie de la losa con una llana ancha. Es preferible usar llana ancha de madera ya que esta tiende a abrir la losa en lugar de cerrarla y posiblemente atrapar exudación debajo de la capa de endurecedor. Cuando use llana ancha de madera, coloque una tira de madera en el área que esta en contacto directo con la superficie de Mastercron Ff. Para mantener la planicidad, evite sacudir el mango de la llana de madera. Si el endurecedor se aplica en dos pasos, repita el método de aplicación con el resto del endurecedor.

Flotado de la superficie:

Excepto en los procedimientos adicionales, deje la losa sin tocar hasta que pueda soportar el peso de un acabado y una llana mecánica haciendo una impresión de no más de 6 mm en la superficie de la losa. En este momento, flote por primera vez.

4.3. Pisos industriales con endurecedores superficiales con agregados metálico.

Los endurecedores superficiales con agregados metálicos exhiben una resistencia relativa a la abrasión hasta cuatro veces mayor a los endurecedores superficiales en polvo con agregado natural y hasta ocho veces mayor que el concreto normal curado, al ensayarse bajo procedimiento del ASTM C779.

La siguiente figura 4.10. Muestra un piso industrial con endurecedores superficiales con agregado metálico.

En el mercado encontramos varios endurecedores con agregados metálicos:

1. **MASTERTOP 300 ANVIL- TOP**
2. **MASTERTOP 1182**
3. **MASTERPLATE 200**
4. **MASTERPLATE Ff**
5. **LUMINAPLATE**
6. **MASTERPLATE DPS**



Figura 4.10. Uso de endurecedor superficial con agregado metálico.

De los cuales daremos sus características son:

1. **MASTERTOP 300 ANVIL- TOP:** Es un revestimiento (coronamiento) industrial que proporciona mayor tiempo de colocación y extra protección contra la abrasión y el impacto. Ya sea que se coloque sobre concreto nuevo o sobre concreto ya existente y endurecido, este coronamiento proporciona una vida de servicio mucho más larga que la de un concreto normal, Concreto de alta resistencia con agregados naturales. Además de la alta resistencia a compresión, tiene un módulo de elasticidad menor que los concretos de la misma resistencia. Es por lo que es menos frágil y más resistente a las cargas dinámicas. Se mejora también la resistencia al impacto y la capacidad de absorción de energía.

2. **MASTERTOP 1182:** es un recubrimiento para pisos, epóxico con agregado metálico diseñado para proveer resistencia a la abrasión y alta tolerancia al impacto. El sistema esta diseñado para instalaciones de fabricación industrial, distribución estaciones de transferencia, y otras áreas expuestas a tráfico.
3. **MASTERPLATE 200:** Endurecedor metálico de superficie para pisos industriales. Es un endurecedor en polvo para blindaje de hierro de pisos industriales que requieren de una protección a impacto y resistencia a la abrasión. La tecnología a permitido el desarrollo de métodos para lograr una integración completa de la cantidad necesaria del material en la superficie del piso.
4. **MASTERPLATE Ff:** Endurecedor de superficie con agregado metálico para mejorar la planicidad de los pisos planos y superplanos. Es un endurecedor en polvo metálico diseñado especialmente para la aplicación en pisos que han sido diseñados para cumplir con cierta designación de planeidad específica. (Refiérase al ACI 117, ASTM E1155 M87 y CSA A123.1 para los detalles del sistema de clasificación F).
5. **LUMIPLATE:** Endurecedor metálico, no oxidante, para pisos. Es un endurecedor de superficie listo para usarse que combina los beneficios de una superficie gruesa, no oxidante y un endurecedor con agregado metálico, con la reflectividad de la luz y el ahorro de energía. Este producto es ideal para pisos industriales que requieran de añadir resistencia a la abrasión y al impacto y que requieran de mejorar el alumbrado con pocos accesorios y/o bajos requerimientos de energía eléctrica.
6. **MASTERPLATE DPS:** Endurecedor superficial metálico para pisos, antichispas, antiestático. Es un endurecedor superficial con base a cemento y agregados metálicos diseñado par producir pisos resistentes a chispas, diseminadores de estática, y resistente al desgaste. Cuando se distribuye de manera pareja sobre el concreto recién nivelado, este endurecedor en polvo es ideal para plantas industriales y otras instalaciones donde se manejan materiales peligrosos.

4.3.1. Campo de aplicación.

MASTERTOP 300 ANVIL- TOP:

- Áreas sujetas a tráfico pesado, impacto, abrasión y desgaste continuo, muelles de carga y descarga, pasillos, instalaciones de transferencia de basura, áreas de reparación de camiones y tractores y canales de sintetización.
- Áreas donde las agencias regulatorias han determinado que las superficies son peligrosas debido al desgaste excesivo.
- Losas para cables para sostener aviones.

MASTERTOP 1182:

- Ambientes industriales en áreas de distribución y fabricación de exposición pesada.
- Instalaciones para fabricación y mantenimiento de equipo pesado.
- Áreas expuestas a alta abrasión e impacto.
- Estaciones de recolección y transferencia de basura.
- Áreas de alto tráfico.
- Muelles de carga.
- Áreas donde se requiera una rápida puesta en servicio.

MASTERPLATE 200:

- En instalaciones industriales donde se necesite una alta resistencia a la abrasión y a impactos, a costo razonable de instalación.
- En pisos industriales sujetos a tráfico pesado o frecuente.
- En áreas donde el polvo de la superficie afecte la pureza del proceso de manufactura, los productos o el desempeño de maquinaria de precisión.

MASTERPLATE Ff:

- Rutas de tráfico de montacargas para estanterías.
- Áreas donde se ha designado una planeidad específica.
- Centros de distribución y almacenes.
- Pasillos y zonas de giro.
- Áreas de recepción y envío de productos.

LUMIPLATE:

- Áreas que se pueden beneficiar por la reflectividad de la luz, de la superficie con agregado metálico, pero que por causa de las constantes o frecuentes condiciones húmedas requieren que el agregado metálico no se oxide.

- En instalaciones interiores donde los requisitos de la reflectividad de la luz y la durabilidad se encuentran a un costo razonable del equipo de instalación.
- Pisos industriales sujetos a tráfico pesado o frecuente.
- Áreas donde el desprendimiento de polvo de la superficie puedan afectar la pureza de los productos fabricados o el desempeño del equipo de precisión.
- Áreas sujetas frecuentemente a compuestos de deshielos.

MASTERPLATE DPS:

- Áreas de rociado de pinturas.
- Áreas donde se encuentran explosivos o polvo explosivo o gases.
- Áreas donde las cargas estáticas se generan continuamente por procesos como impresión y operaciones textiles, e instalaciones de manejo de granos.



Figura 4.11. Pisos con endurecedor en polvo con agregado metálico MASTERPLATE DPS.

4.3.2. Ventajas y desventajas

Ventajas MASTERTOP 300 ANVIL-TOP:

- **Consistencia de alto asentamiento (127 – 178).**
- **Fácil de nivelar:** su consistencia permite amplio tiempo de colocación, flotado y pulido.
- **Resistencia a compresión:** equivalente o superior a recubrimientos (coronamientos) de bajo asentamiento.

- Alta resistencia a la abrasión: hasta ocho veces más resistente al desgaste que el concreto normal sin coronamiento.
- Mayor capacidad de absorción de energía que el concreto normal, concreto de alta resistencia coronamiento de agregado natural.
- Mayor resistencia al impacto: las pruebas demuestran resistencia al impacto cuatro veces mayor que las del concreto.
- Alta densidad: resiste aceite y grasa y muchos químicos industriales.
- Reduce tiempos muertos: el piso se puede poner en servicio más rápidamente.
- Bajos costos de mantenimiento: reduce el polvo y la absorción, por lo tanto los pisos son más fáciles de limpiar.
- Protege las juntas: minimiza el daño de los equipos en producción e incrementa la vida del equipo de manejo de material.

Desventajas:

- Áreas donde las placas de acero se hayan desgastado en menos de un año.
- Áreas donde la superficie del piso este expuesta a ácidos, sales u otros productos que ataquen seriamente el hierro y/o cemento.

Ventajas MASTER TOP 1182

- Curado rápido.
- Excelente características de trabajabilidad.
- Alta adherencia al concreto.
- Alta resistencia a la abrasión.
- Resistencia al impacto.
- Resina epóxica 100% sólidos.
- Libre de solventes
- No inflamable
- No combustible
- Buena resistencia química

Desventajas:

- No aplique cuando la temperatura de la superficie está por debajo de 10 °C.
- No se recomienda el uso de maquinas de acabado estándares para concreto.
- El material contiene resinas epóxicas y catalizadores de poliamina. Los componentes se han formulado para optimizar las características de abrasión, resistencia a la humedad, y resistencia química, minimizando los riesgos de salud. Durante la aplicación de los materiales siempre use guantes y ropa de trabajo adecuada para minimizar el contacto. Se requiere proveer ventilación sobre todo en áreas confinadas.

Ventajas MASTERPLATE 200:

- Resistencia a la abrasión 400% mayor que la obtenida con endurecedores y coronamientos de agregados minerales, y 800% mayor que la del concreto normal.
- Resistencia al impacto dos veces mayor a la del concreto normal.
- Rango de dosificación hasta 15 kg/m².
- Densidad siete veces mayor que la del concreto normal lo que aumenta la resistencia a la penetración de aceites, grasas, fluidos hidráulicos y otras muchas sustancias químicas.
- Mayor densidad de la superficie, que permite un material un mantenimiento hasta 35% más fácil y menos costoso, ya reduce la absorción de agua y agentes limpiadores.
- El agregado de hierro produce un piso virtualmente libre de polvo, el cual puede tener un acabado liso o antiderrapante según se requiera.
- El 100% de los agregados de hierro se controlan estrictamente para reducir las características de acabado consistente y uniformes de lote a lote.
- Se obtiene un piso que minimiza el desgaste de las ruedas de equipos de manejo de materiales.
- Disponible en varios colores, así como en formulación especial para alta reflectividad y ahorro de energía.

Desventajas:

- En pisos expuestos a ácidos, sales y materiales que pueden dañar severa y rápidamente el hierro y/o cemento.
- No aplicar sobre concreto que contenga cloruro de calcio.
- No aplicar sobre concreto que contenga agregados contaminados con sal o agua salada.
- No aplicar sobre concreto que contenga más de 3% de aire incluido.
- No usar agua, lonas, ni laminas de polietileno para el curado.
- Este producto contiene cemento que causa irritaciones. Evite el contacto con los ojos y la exposición prolongada con la piel.

Ventajas MASTERPLATE Ff:

- Puede espolvorearse sobre losas de concreto nuevas para un piso plano o superplano.
- Mejora la planeidad debido a la granulometría controlada.
- Aplicación temprana: se puede aplicar tan pronto como se termine el nivelado de la losa una vez que haya conseguido la planeidad esperada del concreto.

- **Fácil acabado:** con agregado de granulometría controlada y con aditivos especiales para mejorar el acabado.
- **Aplicación de un solo paso:** se pueden espolvorear hasta 7.5 kg/m² en una sola pasada.
- **Aumenta la resistencia a la abrasión:** su formulación especial retiene el agregado en la superficie aún con la aplicación temprana del material.
- **Superficie más densa:** no deja huecos superficiales tan comunes en pisos de concreto. La densidad de la superficie es mayor comparada con la del concreto por lo que resiste mejor la penetración de aceite y grasa facilitando el mantenimiento y disminuyendo costos.
- **Desprendimiento de polvo casi nulo.**

Desventajas MASTERPLATE Ff

- **Donde las condiciones de operación y de servicio dicten el uso de un endurecedor en polvo con agregado metálico para una mayor resistencia al desgaste.**
- **En áreas expuestas a ácidos, sus sales u otros materiales que ataquen o deterioren el concreto con cemento Pórtland.**
- **No aplique el endurecedor sobre agua de exudación o en concreto con sangrado excesivo.**

Ventajas LUMIPLATE:

- **El incremento de la resistencia a la abrasión es de 3 a 4 veces mayor que con los endurecedores con agregados mineral.**
- **La resistencia al impacto es dos veces mayor que en el concreto normal.**
- **Los rangos de aplicación van de 9.8 a 14.6 kg/m².**
- **Brinda mayor densidad en la superficie del concreto normal la cual incrementa la resistencia a la penetración de aceite, grasa, fluidos hidráulicos y varios químicos industriales.**
- **El agregado metálico, no-oxidante hace virtualmente de éste producto un endurecedor de superficie sin desprendimiento de polvo que puede tener un acabado que cumpla con cualquier requerimiento desde liso hasta antiderrapante.**

Desventajas:

- **No se use en áreas donde la superficie del piso este expuesta a ácidos, sales u otros materiales que puedan atacar seriamente y rápidamente al cemento.**
- **No se aplique sobre concreto que contenga mas de 3% de aire incluido.**
- **Se recomienda el uso de agentes de limpieza con un gran contenido alcalino para continuos programas de mantenimiento.**

- La superficie puede ser acabada por flotado o allanado de cualquier forma, nunca que la superficie reflectiva de la luz con endurecedor.

Ventajas MASTERPLATE DPS:

- La resistencia a la abrasión es de 400% mayor a la de los recubrimientos con agregado mineral y 800% mayor que la del concreto normal.
- La resistencia al impacto es dos veces la del concreto normal.
- Mayor densidad superficial que el concreto normal lo que incrementa la resistencia a la penetración de aceites, grasas, líquidos hidráulicos, glicol etileno y otros químicos industriales.
- El incremento de la densidad superficial permite un mantenimiento más fácil y menos costoso debido a la reducción en la absorción de agua.
- Proporciona resistencia antichispas en áreas donde las explosiones y los peligros de fuego sean importantes.

Desventajas: No lo utilice

- Donde la superficie del piso será expuesta a ácidos u otros materiales que pueden atacar rápidamente al cemento Pórtland y/o al agregado de hierro.
- Donde se haya especificado resistencia eléctrica mínima.
- Cuando requiera de acabado antiderrapante.
- En salas de operaciones de hospitales.
- Para mantener la calidad anti-chispas de la superficie final del piso, se debe tener cuidado de prevenir la contaminación de la superficie con arenas, polvo, tierra, u otros contaminantes.
- La superficie no deberá tener un acabado antiderrapante ya que este impide la resistencia a las chispas.
- Este producto contiene cemento Pórtland lo que puede causar irritación en la piel, urticaria y quemaduras por álcalis.

4.3.3. diseño.

MASTERTOP 300 ANVIL TOP esta disponible en sacos de 25 kg mezclado con 2.5 litros de agua, esto cubrirá aproximadamente 0.31 m² a un espesor de 25 mm.

Use aproximadamente 87.8 kg/m² para producir un coronamiento con un espesor de 25 mm. Por ningún motivo el espesor será menor a 12.5 mm.

Procedimiento sugerido para aplicar **MASTERTOP 300 ANVIL TOP** sobre concreto existente, adecuadamente áspero y endurecido.

Método 1

Para lograr la adherencia adecuada a la superficie del concreto debe tener una amplitud de 6 mm. Todas las impurezas y contaminantes deben removerse, los agregados finos y gruesos deben estar expuestos. Esto se puede lograr con múltiples pases de eskarificación. La superficie debe ensayarse para determinar la adherencia a tensión no debe ser menor de 1.8 Mpa y deben mostrar fracturas en el agregado grueso. La prueba debe de hacerse en varios lugares donde se va a colocar. La temperatura de contacto debe ser tal que el material de adherencia puede aplicarse y curarse siguiendo las recomendaciones del fabricante. La superficie del sustrato debe cumplir con la sección 4.2 de ACI 503.5R-92. Esta sección se refiere específicamente a las condiciones de accesibilidad y temperatura de la superficie durante la aplicación de un adhesivo epoxico.

El tratamiento de los bordes de las juntas y el perímetro del vaciado se puede hacer en cualquiera de las siguientes formas:

1. Los conectadores deben estar colocados de 10 –15 cm del borde, y 30 – 45 cm entre los centros.
2. Remueve mecánicamente hasta 2,5 cm del sustrato de concreto por debajo del nivel especificado para el coronamiento rebajándolo hasta 10 cm a cada lado de la junta. La superficie del sustrato debe ser rugosa.

Deben probarse las anclas para asegurar que estén bien empotrados.

Antes de la colocación de MASTERTOP 300 ANVIL TOP el concreto debe ensayarse según ASTM D4263 que determina la humedad del concreto utilizando el “método de la lamina de plástico”. La humedad excesiva debe secarse para producir una condición adecuada para que el material de adherencia alcance la resistencia adecuada. Internamente el concreto húmedo puede causar presión de vapor durante el curado y despejar el recubrimiento. *Referencia ASTM D4363-83 “Métodos de ensaye estándar para indicar la humedad en el concreto por el método de hoja de plástico”.

Método 2

Procedimiento sugerido para colocar MASTERTOP 300 ANVIL TOP sobre concreto vaciado recientemente (menos de tres días), endurecido y esperado adecuadamente, y tratado con una lechada de adherencia.

El concreto debe tener un mínimo de 25 Mpa a los 28 días por recomendación del ACI 302, y colocado con un revenimiento máximo de 10 cm.

- Después de colocar, flotar y nivelar la base de concreto, aspere la superficie con un rastrillo de clavos jalándolo en una sola dirección.

- Puede usarse un agente químico texturizante como alternativa para proporcionar el perfil de anclaje sin afectar el agregado grueso de la losa. La superficie de concreto debe saturarse antes de la aplicación del producto. Remueva toda el agua antes de aplicar la lechada de adherencia. Una lechada de cemento con consistencia cremosa, de pintura debe aplicarse. La mezcla debe aplicarse en la superficie húmeda con una escoba. Mezcle la cantidad suficiente que pueda ser cubierta con MASTERTOP 300 Antes de que la mezcla de adherencia se seque, no mezclar con agua la capa de adherencia.

Método 3

Procedimiento sugerido para aplicación sobre concreto fresco. MASTERTOP 300 ANVIL TOP se puede colocar de forma monolítica sobre el concreto fresco. El concreto debe tener una resistencia mínima de 25 Mpa a los 28 Días como recomendación del ACI 302 y vaciado con un revenimiento máximo de 10 cm.

Después de vaciar el concreto y de que el agua de la superficie haya desaparecido, e inmediatamente antes del fraguado inicial (cuando el acabador deje una huella de 6 mm) flote el concreto con una maquina preparada con paletas de flotado. Floten las orillas a mano con flotadores de madera. El ANVIL TOP 300 debe colocarse inmediatamente después de flotar.

Se requiere de mucha experiencia en este tipo de aplicación para alcanzar una adherencia integral entre el recubrimiento y el concreto. La colocación del sustrato y el producto de recubrimiento deben ocurrir simultáneamente durante el vaciado del concreto y la coordinación del personal y el equipo hacen que este método de aplicación sea muy riesgoso. No use este método si se puede usar otro método de colocación.

Coloque y nivele en secciones en las que pueda mantener el nivel del piso terminado. Flote con una allanadora mecánica con paletas de flotado en cuanto el recubrimiento soporte un operador y la maquina sin dejar impresiones en la losa. En áreas pequeñas, flote con herramientas de mano.

Después del flotado con maquina, proceda con una o dos pasadas con llana para obtener un terminado de acero. Las operaciones de pulido deben hacerse a tiempo para evitar que se formen ampollas. Mida periódicamente el espesor del recubrimiento especialmente en el centro de la losa.

Juntas: la preparación adecuada de la junta es necesaria para limitar el agrietamiento del producto debido a las restricciones (juntas de contracción), el movimiento entre el suelo y otros miembros estructurales (juntas de aislamiento) y de terminación de vaciado de un día para otro (juntas de construcción), el diseño de la base, distancia de las juntas, profundidad, etc. Debe hacerse de acuerdo a la sección 2.3 del ACI 302 1R-6. La distancia máxima entre las juntas no debe

exceder de los 6 m. Las juntas de la losa de base deben estar en el mismo lugar que las del recubrimiento.

Curado: Es necesario curar con agua para alcanzar la resistencia del diseño, la impermeabilidad de la superficie y la resistencia al desgaste. Después del acabado y cuando no se marque al caminar sobre ella, rocíe la superficie con agua y cubra con una lámina de polietileno por un mínimo de 7 días.

MASTERTOP 1182

Este recubrimiento se aplica en la siguiente secuencia: 1) aplicación del primer, 2) aplicación del recubrimiento y 3) aplicación de la capa tope.

	Recubrimiento estimado por unidad de 1.4 gal **
Primer	21-25 m ² por unidad**
Recubrimiento	2.5 a 3 m ² por unidad** a un espesor de 6 mm
Capa tope	21 a 25 m ² por unidad**

** El rendimiento puede variar en función de la porosidad del concreto y de la aplicación, etc.

Preparación de la superficie: Estas deben estar limpias, secas, si huecos, ni material suelto, grasa, selladores ni cualquier otro contaminante que pueda inhibir una buena adherencia.

Aplicación del primer: Mezcle por separado la resina y el endurecedor por separado antes de combinarlos, enseguida vierta el endurecedor en la resina y continúe mezclando por 2 minutos, hasta que logre una mezcla homogénea.

Aplique el primer al sustrato preparado con rodillo o brocha.

Nota: el tiempo de aplicación del primer y el recubrimiento son críticos. El recubrimiento se aplica sobre la superficie imprimada (el primero debe estar pegajoso).

Aplicación del recubrimiento: Mezcle por separado la resina y el endurecedor antes de combinarlos. Mientras mezcla la resina, vierta el endurecedor y continúe mezclando hasta lograr una mezcla homogénea.

Vierta la mezcla epoxy/endurecedor en la mezcladora de mortero. Siga mezclado lento y añada los sacos de agregado. Continúe mezclando hasta obtener una mezcla homogénea. Aplique el recubrimiento a la superficie todavía pegajosa. Alise con llana hasta obtener el espesor y acabado deseado en la superficie.

Aplicación de la capa tope: Deje que el recubrimiento cure por completo antes de aplicar la capa tope.

Se hace el mismo procedimiento de mezcla de la resina y el endurecedor y se aplica con rodillo o brocha a un espesor húmedo y deje la capa tope cure antes de poner en servicio el piso.

Aplicación del endurecedor MASTERPLATE 200:

Dosificación: el rango normal de MASTERPLATE 200 es de 5 a 15 kg/m².

Después de que el brillo del agua haya desaparecido, justo antes del fraguado inicial, flote la superficie de la losa con una allanadora mecánica con zapatas para flotado. Se recomienda un proceso mínimo de dos pasadas: dos terceras partes a una mitad de la cantidad total se aplica y flota en la primera pasada, y el resto en las aplicaciones subsiguientes. Se recomienda en aplicaciones de más de una pasada el endurecedor en polvo se aplique de manera proporcional. No aplique el endurecedor superficial en el agua de exudación. Aplique la primera aplicación del endurecedor superficial para obtener una distribución uniforme del endurecedor superficial.

Una vez que el endurecedor superficial haya absorbido suficiente humedad (la superficie se oscurecerá un poco), flote la superficie con allanadora mecánica con zapatas de flotado, o con una allanadora de madera. (Es preferible la llana de madera pesada ya que esta abre la losa y esto evita atrapar agua de exudación debajo de la capa de endurecedor) Flote los bordes manualmente utilizando flotador de madera.

Siga el mismo procedimiento para la siguiente capa del endurecedor si se dividió en tres etapas la aplicación, el procedimiento es el mismo.

NOTA: Toda la humedad utilizada para incorporar el material del endurecedor superficial deberá salir de la losa. Bajo ninguna circunstancia deberá aplicarse agua para ayudar en la incorporación del endurecedor superficial.

Curado: Aplique un compuesto de curado de membrana como MASTERKURE o MASTERKURE 200 W, al completar el allanado final y cuando la superficie no se maltrate.

Después del secado, proteja la superficie endurecida cubriéndolo con papel de construcción y polietileno.

Mantenga los pisos cubiertos y sin tráfico y cargas por un mínimo de 10 días después de haber terminado.

Mantenga la temperatura ambiente a 10 °C o superior durante el curado.

Juntas:

Opción 1: Relleno de juntas epoxico semi- rígido.

Después de un mínimo de 30 días, aplique relleno de juntas semi-rígido aprobado por el fabricante del endurecedor superficial, en todas las juntas de control no dinámicas y corte las juntas de construcción.

Opción 2: Para juntas con armadura de hierro.

El concreto en las juntas donde se colocará una armadura deberá removerse a una profundidad de 13 mm en la línea de la junta y biselarse hasta llegar al nivel de la superficie en un ancho de 10.2 cm. Mezcle MASTERPLATE 200 con suficiente agua hasta producir un mortero espeso. Flote a mano el área donde sé a removido el concreto, trabajando suficiente pasta en la superficie para asegurar una adherencia integral.

Dosificación: Cuando use MASTERPLATE Ff:

Use una dosificación de 5 a 14.5 kg/m² pueden aplicarse en el primer paso con una maquina de espolvoreo automática, a mano o con pala cuadrada.

La aplicación del endurecedor en polvo, el flotado de la superficie y el allanado de la superficie se siguen los mismos pasos, cuando aplicamos MASTERPLATE 200.

Dosificación: Cuando se use LUMIPLATE.

El rango de dosificación estándar del endurecedor de superficie es de 9.8 a 14.6 kg/m².

Aplique el endurecedor superficial en las siguientes dosificaciones:

1. donde se indique "uso pesado" 9 kg/m²
2. Donde se indique "uso extra pesado" 12.2 kg/m²

Donde se indiquen pisos de uso pesado o extra pesado, el concreto debe cumplir con los siguientes requisitos adicionales:

1. Revenimiento máximo de 10 cm donde la temperatura máxima sea mayor de 18 °C y no más de 7.5 cm donde la temperatura sea menor a 18 °C.
2. Máximo contenido de aire de 3% de acuerdo a ASTM C231.89.
3. No utilice cloruro de calcio o aditivos acelerantes de fraguado que contengan cloruro de calcio.
4. No use aditivos que aumenten la exudación.

Aplique el endurecedor en dos pasos si se requiere de más de 5 kg/m². Siga el procedimiento de aplicación del endurecedor MASTERPLATE 200. Así como el curado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 4.6.COMPARACIÓN DE PRODUCTOS:

Producto	Descripción	Tipo de agregado	desempeño				Facilidad de colocación			
			Resistencia al desgaste ligero	Resistencia al desgaste pesado	Resistencia al impacto	Espesor de revestimiento	Bombeable	Auto-nivelante/nivelable	Enrasable	
MASTER TOP 300 ANVIL TOP	Revestimiento Industrial para servicio pesado cementicio	Metálico		*	*	Mayor o igual a 12 mm	*		*	
MASTER TOP 1182	Revestimiento epóxico	Metálico		*	*	10 mm			*	
MASTER PLATE 200	Endurecedor superficial en polvo con color	Metálico	*	*	*	Aplicación 4.9-14.6 kg/m ²	Color *	Reflección *	Apariencia natural	
MASTER PLATE Ff	Endurecedor superficial p/ mejorar la planeidad	Metálico	*	*	*	Aplicación 4.9-14.6			*	
LUMI PLATE	Endurecedor superficial en polvo p/ ahorrar energía	Metálico No oxidante	*	*	*	Aplicación 9.8 – 14.6 kg/m ²		*	*	
MASTER CRON	Endurecedor Superficial En polvo con color	Mineral	*			Aplicación 4.9-9.8 kg/m ²	*	*	*	
MASTER CRON Ff	Endurecedor Superficial en polvo p/ la planeidad	Mineral	*			Aplicación 4.9-9.8 kg/m ²			*	

4.4. Pisos industriales con revestimientos de poliuretano.

Ofrece un amplio rango de protección en un amplio campo de ambientes severos aun cuando el piso este sujeto a exposición constante a químicos agresivos.

Este sistema de pisos proporciona la mejor solución de calidad-precio ante cualquier superficie expuesta a ataques corrosivos y a tráfico pesado. Entre los campos de aplicación se puede citar: la industria alimenticia, química, farmacéuticas, y las de transformación de metales y textiles. Puede exponerse diariamente a prácticas severas de limpieza, incluyendo vapor, agua caliente, detergentes agresivos y desinfectantes. Estos pisos no se afectan por los ciclos de hielo y deshielo y soportan rangos extremos de temperatura.

El acabado superficial debe ajustarse para ofrecer diferentes niveles de rugosidad. En comparación de la loseta de cerámica y ladrillo, los pisos monolíticos absorben directamente el impacto al distribuir las cargas a través del sistema, la adherencia a la mayoría de sustrato es excelente. Gracias a la reducción del número de juntas, el sustrato queda protegido contra la penetración de líquidos corrosivos.

Para sistema de pisos de Poliuretano- Cemento se encuentran en el mercado varios de los cuales mencionaremos algunos:

- UCRETE HF
- UCRETE HP-HP/Q
- UCRETE MF
- UCRETE WF

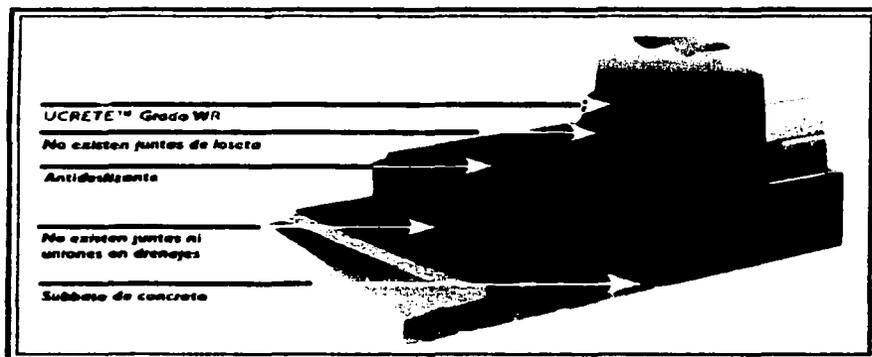


Figura 4.12. Pisos con revestimientos de poliuretano UCRETE.

4.4.1. Durabilidad

Tabla 4.7. Record comprobado de 25 años de proyectos de referencia.

PROPIEDADES	METODO DE PRUEBA	UCRETE HF	UCRETE HF-HF/Q	UCRETE MF	UCRETE WR
RESISTENCIA A COMPRESIÓN	ASTM C579	7300 psi 50.3 MPa	8128 psi 56 MPa	6700 psi 42.2 MPa	7000 psi 48.3 MPa
FUERZA DE FLEXIÓN	ASTM C580	1800 psi 12.4 MPa	2600 psi 16 MPa	2600 psi 17.9MPa	2230psi 15.2MPa
FUERZA DE TENSIÓN	ASTM C 307	800 psi 5.5 MPa	800psi 6.0 MPa	1000 psi 6.9 MPa	1000psi 6.9 MPa
MÓDULO DE ELASTICIDAD	ASTM C 580	1.7 x 10 ⁵ psi 1170 MPa	1.7x10 ⁵ psi 1170 MPa	1.5 x10 ⁵ psi 1030 MPa	1.7x10 ⁵ psi 1170 Mpa
COEFICIENTE DE EXPANSIÓN TERMICA	ASTM C 531	1.1x10 ⁻⁵ °F 2.0 x10 ⁻⁵ °C	1.5 x10 ⁻⁵ °F 2.7x10 ⁻⁵ °C	2.2x10 ⁻⁵ °F 4.0x10 ⁻⁵ °C	1.1x10 ⁻⁵ °F 2.0x10 ⁻⁵ °C
ABSORCIÓN DE AGUA	ASTM C 413	< 0.1%	< 0.1%	< 0.1%	< 0.1%
DENSIDAD	ASTM C 903	130 lb/ft ² 2.08 g/cm ²	130 lb/ft ² 2.08 g/cm ²	123 lb/ft ² 1.97 g/cm ²	130 lb/ft ² 2.08 g/cm ²
RESISTENCIA AL CRECIMIENTO DE HONGOS	ASTM C 21	PASO	PASO	PASO	PASO

4.4.2. Resistencia química.

El sistema de pisos no deberá mostrar ataque químicos al ensayarse de acuerdo con la ASTM D 1308 a 22 °C inmersión a 28 días contra los siguientes agentes y concentraciones:

Químico

Ácido Borico 100%
 Ácido Acético 20%
 Ácido Clorhídrico 35%
 Hipoclorito de Sodio 27%
 Ácido Lácteo 85%
 Ácido Nítrico 30%
 Ácido Muriático 35%
 Ácido Sulfúrico 30%
 Ácido Fosforico 80%

Etileno Glicol 100%
 Etileno Di clorhídrico, todo
 Melaico Anhidrico 100%
 Amonia Acuosa 30%
 Sulfato de cobre en solución
 Benzina 100%
 Alcohol Butil 100%

Ácido Cítrico 40%
 Diesel 100%
 Ácido esteárico
 Acetato Amil
 Cloro benzina
 Glicólico
 Picrico 5%



Figura 4.12. Aplicación de revestimiento UCRETE para pisos industriales.

4.4.2. Monolítico sin Juntas.

Todos los bordes, el perímetro, alrededor de las trincheras y en las coladeras requerirán un corte de anclaje para distribuir los esfuerzos mecánicos y térmicos. Esto se logra cortando ranuras en el concreto. Las ranuras deberán ser del doble de profundidad del piso UCRETE.

Juntas de control:

Todas las juntas de control deberán cortarse y limpiarse con aspiradora. Después de reparar la junta, Aplique UCRETE en las juntas permitiendo que este cure durante la noche antes de aplicar el sistema completo.

Juntas de expansión:

Todas las juntas de expansión deberán respetarse y mantenerse también por el sistema UCRETE .

4.4.3. Seguridad e higiene.

Equipo seguridad para la colocación del sistema de pisos de poliuretano:

- Utilizar máscaras para respirar orgánicas.
- Guantes de goma industriales y/o desechables, telas para limpiar.
- Jabón y agua.
- Todos los artículos adicionales que sean necesarios para cumplir con las reglas del gobierno.

- Protección personal.

Limpieza o Higiene:

- El éxito o falla de cualquier sistema de pisos depende la preparación adecuada del sustrato. Se recomienda ásperar el concreto y remover los materiales sueltos que puedan impedir la adhesión.
- La limpieza y el mantenimiento regular del piso prolongarán su vida de servicio, mejorará su apariencia y reducirá la tendencia a retener el polvo.



Figura 4.13. La limpieza en los pisos con revestimientos UCRETE.

4.4.3. Rápida aplicación y curado

Aplicación de: UCRETE HF, HP & HP/Q, MF, WR es ideal para interiores, cuando el piso será expuesto a presiones de impacto, shock térmico y a químicos.

La instalación:

- Prepare la superficie de manera adecuada.
- Instale UCRETE WR a la base de la cala como se requiere.
- Mezcle los tres componentes de UCRETE (HP, HP/Q, MF, WR) usando una mezcladora mecánica.
- Enrase o aplique la mezcla en el piso con llana. Aplique con rodillo de nudos o picos para nivelar la capa del recubrimiento para obtener el espesor especificado de 6 a 9.5 mm Inmediatamente esparza hasta saturar el agregado especificado de la mezcla fresca. Permita 12 horas para UCRETE cure completamente. Aspire o barra el exceso de agregado.

- Aplique el recubrimiento final transparente para sellar la superficie del agregado.
- El piso puede ponerse en servicio después de 12 horas a 21 °C.

4.4.4. Durabilidad y resistencia al desgaste

Como ya se ha mencionado este sistema de pisos tiene sus ventajas de las cuales se mencionan las siguientes:

- Excelente resistencia a la abrasión e impacto.
- Extremadamente buena adherencia.
- Amplio rango temperaturas en servicio de -45 °C a 93 °C
- Coeficiente de expansión térmica similar a la del concreto.
- Se puede colocar sobre concreto que es de 7 a 10 días de edad
- No es necesario imprimir o sellar en la mayoría de los casos.
- Resistente a vapor intermitente o lavado continuo con agua caliente.
- Curado rápido
- Libre de solventes y bajo olor
- Uso interior y exterior
- No se afecta por ciclos de hielo y deshielo



Figura 4.14. Aplicación de revestimiento de polímeros UCRETE.

Tabla 4.8. Sus usos recomendados en la industria de:

	Horizontal Con llana UCRETE HF	Horizontal con Acabado estético UCRETE HP & HP/Q	Horizontal Autonivelante UCRETE MF	Vertical Con llana UCRETE WR
Hangares para aviones	•	•	*	
Pisos de panaderías	•	•	*	•
Embotelladoras y bebidas	*	•		•
Cervecerías y destilerías	•	*	•	•
Cafeterías y cocinas	•	•	•	•
Laboratorios	•	•	*	•
Lácteos-Áreas de procesamiento de leche	*	•		•
Procesamiento de alimentos- Mojado / seco	*	•	•	•
Salas de congelación y refrigeración	*	•	•	
Procesamiento de carnes	*	•		•
Fabricación farmacéutica		•	•	•
Plantas de moldeado de plástico	•	•		•
Procesamiento de pulpa de papel	*	•		•
Interiores de estadios		*		
almacenes		•	•	

* recomendación primaria

• Se obtiene el mejor desempeño del sistema utilizando UCRETE WR en curvas sanitarias, rodapiés y superficies verticales.

• Recomendación secundaria.

4.4.5. Antideslizamiento.

El acabado superficial de este sistema de pisos puede ajustarse para ofrecer diferentes niveles de rugosidad. En comparación con la loseta de cerámica y ladrillo, los pisos monolíticos UCRETE absorben directamente el impacto al distribuir las cargas a través del sistema, los pisos de loseta no cumplen con este requisito. La adherencia a la mayoría de sustratos es excelente. Debido a la reducción de juntas. El concreto queda protegido contra la penetración de líquidos corrosivos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO 5.

COMPARACIÓN DE COSTOS DE LOS TIPOS DE PISOS.

5.1 COSTO DIRECTO.

Costos.

La evaluación de los costos de una obra es una etapa dentro del proceso constructivo general, la cual inicia con la investigación o estudio de la factibilidad de realizar la obra y termina con la construcción de la misma.

Una forma generalizada de evaluar los costos, es a través del estudio sistemático de los elementos que intervienen en cada una de las actividades que conforman la obra, para llegar a establecer un precio por unidad de obra, denominado como precio unitario.

La integración de los precios unitarios para un trabajo determinado deberá guardar concordancia con los procedimientos constructivos, con los programas de trabajo, de utilización de maquinaria y equipo, con los costos de los materiales en la zona de demás recursos necesarios; todo ello de acuerdo con las normas y especificaciones de la dependencia o entidad.

Por lo tanto, los precios unitarios estarán sujetos a las especificaciones del cliente, al procedimiento constructivo y al lugar en que se realice la obra. Independientemente del tipo de obra, un precio unitario estará conformado por los siguientes elementos:

- a) Costos directos.**
- b) Costos indirectos.**
- c) Financiamiento.**
- d) Utilidad.**

Para los fines de este trabajo solo consideremos los factores que afectan la construcción de un piso de concreto hidráulico.

- a) Costos directos:** Es la sumatoria de los costos que forman parte directamente del producto terminado por unidad de obra. Estos costos se pueden dividir en tres grupos.

- 1. Materiales**
- 2. Mano de obra**
- 3. Maquinaria y equipo**

1. Materiales:

Son la materia prima para la realización de la obra, por lo que se generan erogaciones para su adquisición. Los materiales se clasifican en permanentes y en

las pasajuntas; los segundos son aquellos que se consumen en uno o varios usos y no pasan a ser parte integrante de la obra, como la cimbra o la grasa desmoldante.

Para este caso en particular, se presenta la siguiente tabla 5.1 los principales insumos para la construcción de un piso de concreto hidráulico.

Tabla 5.1. Insumos básicos para construcción de piso con cimbra metálica.

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
001	Varilla corrugada de 3/8" a 1 1/2"	ton.	1.00		
002	Barra de acero redondo liso de 3/4" de diámetro.	kg.	1.00		
003	Canastilla para pasajuntas	pza.	1.00		
004	Alambre recocido calibre 18	kg.	1.00		
005	Clavos 3"	kg.	1.00		
006	Tablero de cimbra metálica con 3.05 m de largo y 20 cm de peralte.	m	1.00		
007	Emulsión para curado de concreto	litros	1.00		
008	Agua	M3	1.00		
009	Desmoldante Molducret G-40	litros	1.00		
010	Disco de diamante para corte de concreto	Pza.	1.00		
011	Sellador para juntas autonivelable	litros	1.00		
012	Concreto premezclado f'c= 280 kg/cm	m	1.00		

2. Mano de obra:

El cargo por mano de obra es el que se deriva de las erogaciones realizadas para el pago de salarios al personal que interviene directamente en la ejecución de los trabajos, no incluyendo al personal técnico, administrativo de control y supervisión, que corresponden a los cargos indirectos.

La mano de obra interviene dentro de los costos directos con sus aspectos de salarios y rendimiento. Para el manejo de la mano de obra se jerarquiza en diferentes categorías las cuales están diferenciadas unas de otras de acuerdo a sus conocimientos, rangos en la obra, responsabilidades, experiencia y/o especialidad. El costo de la mano de obra deberá incluir los cargos generados por las prestaciones de ley, como Seguro Social, Infonavit, Ley federal del trabajo, etc. A partir de un salario base establecido, se le aplica la parte proporcional que generan

dichas erogaciones, para obtener un salario real, que es la que aparece en la integración del precio unitario.

Tabla 5.2. Parámetros de mano de obra.

CATEGORIA	JORNAL	FSR
Topógrafo	\$ 221.41	1.57
Estadaleiro	\$ 97.98	1.57
Cadenero	\$ 97.98	1.57
Ayudante general	\$ 97.98	1.57
Oficial albañil	\$ 146.48	1.57
Cabo	\$ 370.09	1.57

Tabla 5.3. Matriz de mano de obra para trabajos de construcción de un piso.

Grupo	Concepto	Unidad	Jornal	FSR	Costo	Cantidad	Importe
1	Topógrafo	Turno	\$ 221.41	1.57	\$ 347.64	0.006	\$ 2.09
	Estadaleiro	Turno	\$ 97.98	1.57	\$ 153.83	0.003	\$ 0.46
	Cadenero	Turno	\$ 97.98	1.57	\$ 153.83	0.003	\$ 0.46
2	Ayudante general	Turno	\$ 97.98	1.57	\$ 153.83	0.05	\$ 7.69
	Oficial albañil	Turno	\$ 146.48	1.57	\$ 230.14	0.05	\$ 11.51
	Cabo	Turno	\$ 370.09	1.57	\$ 582.62	0.005	\$ 2.91

3. Maquinaria y equipo:

Los gastos generados por el uso de maquinaria tienen como parámetros el costo horario. Este en el importe generado por el empleo de un equipo en particular y está integrado por tres elementos: cargos Fijos, cargos por consumo y cargos por operación.

Cargos Fijos: Son aquellos que gravan el costo del equipo sin importar que este operando o no, es decir que, constituyen el costo por concepto de la propiedad del mismo y su mantenimiento en condiciones de operación. Los factores que componen este cargo son: Interés sobre capital, considera la rentabilidad del dinero invertido en la adquisición de la maquinaria. Depreciación, es el costo que resulta por la disminución del valor de adquisición de la maquinaria como consecuencia de su uso durante el tiempo de vida económica. Mantenimiento, es el cargo por la conservación de la maquinaria, compra de refacciones, reparaciones etc. Seguros, debido que el equipo siempre trabaja con un riesgo a la destrucción imprevista o al robo, es importante cubrir este riesgo con un seguro. Impuestos, el equipo está sujeto al pago de impuestos por diferentes conceptos, como permisos, revistas, placas, así como gastos de almacenaje en los meses que

no esta en obra, generándose una serie de gastos anuales. Factor de utilización, dado que el equipo no trabaja ininterrumpidamente durante todo el año es permitido aplicar a los conceptos anteriores un factor que considere la relación entre el año trabajado y el tiempo inactivo del equipo.

Cargos por consumo: Para poder realizar la actividad para la cual fue diseñada, una maquina requiere de varios consumos, como combustible, lubricantes, llantas aditamentos, etc. Lo que genera un gasto, que pasa a ser parte del costo.

Cargos por operación: Son los que resultan por concepto del pago de salarios al personal encargado de la operación de la maquina. Se obtiene dividiendo el salario del operador entre las horas efectivas de trabajo.

b) Costos indirectos. Los costos indirectos son todos aquellos gastos que realiza el contratista para la ejecución de los trabajos; pero que por su naturaleza no se ven reflejados directamente en ella. Los costos indirectos se pueden analizar y estimar previamente dentro de un orden de aproximación de los costos directos y se pueden clasificar como:

Administración central. – Toda empresa debe tener cuerpos administrativos que estén encargados de conducir, controlar y vigilar todas las operaciones propias de la empresa, así como, servir de enlace entre diversas dependencia que forman parte de dicha administración.

Administración y gastos generales de obra.- Este factor presenta un rango de variación demasiado amplio, el cual puede variar por lo general entre el 5 y 20% del costo directo total de la obra, este grupo lo podemos desglosar de la en los siguientes aspectos:

- Honorarios, sueldos y prestaciones: Son las erogaciones originadas por el personal técnico- administrativo que en el campo, dirige y supervisa la ejecución de los trabajos (seguro social, pasajes, viáticos, compensaciones, gratificaciones y consultores, etc.)
- Previsiones generales: Se involucran todas las provisiones relativas a la mano de obra, equipo y materiales (aumentos de salarios, horas extras y días festivos, salarios muertos por condiciones climatológicos, horas ociosas del equipo, etc.)
- Instalaciones y obras provisionales: Son todas la erogaciones relativas a la construcción de las obras e instalaciones auxiliares, necesarias para el desarrollo de la obra misma (campamento, oficinas, talleres, bodegas, comedores, dormitorios, caminos de acceso, señalamientos, etc.)

- **Transportes, fletes y acarreos:** Son los gastos originados por consumo y amortización de vehículos de servicio de la obra, fletes de materiales y equipo.
- **Gastos de oficinas:** Son todos los gastos que se pueden generar en la oficina (papelería, correo, teléfono, consumo de luz, amortización de equipo de ingeniería, muebles y enseres, etc.)
- **Varios:** Todo tipo de erogaciones generadas por sindicatos, control de calidad, riesgos de obra terminada "reclamaciones" conservación de las obras hasta su entrega.

Seguros y fianza.- En este caso entra todo lo referente a fianzas, seguros, impuestos multas y recargos, regalías por patentes, etc. En la practica se estima un porcentaje entre el 1 y el 5% del costo total de la obra.

Imprevistos.- El ambiente en que se trabaja es muy cambiante y peligroso, donde en cualquier momento puede ocurrir un mal calculo, modificaciones de proyecto, un accidente, demoras etc. Con lo cual se trata de superponer con alguna base razonable los cargos de previsión para el mayor número posible de contingencias. El porcentaje depende del grado de incertidumbre y puede varias del 2 a 20% del costo directo de la obra.

c) **Financiamiento.** En cualquier tipo de obra, se realizan erogaciones desde el inicio de los trabajos, mientras que por otro lado se deben esperar ciertos lapsos de tiempo antes de cobrar la obra ejecutada, lo que convierte a la empresa en un financiamiento a corto plazo. El monto del financiamiento dependerá de la relación que existe entre el programa previsto de erogaciones (programa general de obra) y el programa esperado de ingreso (forma de pago establecido). En la practica se estima u porcentaje entre 0 y 5% del costo total de la obra.

d) **Utilidad.** La utilidad se puede interpretar como la remuneración equitativa y dependiente de cada empresa, es decir, es la ganancia que se busca obtener para la supervivencia mejoramiento, continuidad y desarrollo de la empresa.

La utilidad se expresa como un porcentaje de la suma del costo directo total y de los costos indirectos, su monto depende del riesgo a que está sujeto el contratista; entre otros factores se tienen, grado de dificultad, técnica de la obra, localización, plazo para ejecutarse, magnitud de la obra, etc.

El porcentaje de utilidad resulta ser muy variada y depende de las políticas de la empresa.

Ejemplo:

Construcción de un piso industrial para fabricación, procesamiento y bodega.

- Clase: capa sencilla.
- Tipo de tránsito: superficie expuesta a tránsito industrial vehicular, es decir ruedas neumáticas y ruedas sólidas, moderadamente suaves.
- Consideraciones especiales: subrasante buena y uniforme, disposición de juntas, resistente a la abrasión y curado.
- Acabado final: acabado intenso alisado con llana metálica, acabado con endurecedores en polvo con agregado natural MASTERCRON y MASTERCRON Ff, acabado con endurecedor en polvo con agregado metálico MASTERPLATE, MASTERPLATE Ff y MASTERTOP 300 ANVIL-TOP, y con acabado de poliuretano UCRETE.

Solución:

- Preparación de la subrasante: la subrasante debe estar drenada y ser de naturaleza adecuada y uniforme para soportar las cargas según los estudios esta no debe ser menor de 15 cm.
- Diseño de espesor de piso:
Siguiendo con el ejemplo del inciso 3.6.1. Donde el procedimiento de diseño utilizado es tomando en cuenta las cargas del vehículo el cual se requiere conocer los siguientes:
 - a) Carga máxima por eje.
 - b) Numero de repeticiones de la carga.
 - c) Área de contacto entre rueda y pavimento.
 - d) Espaciamiento entre las ruedas de los ejes más pesados.
 - e) Valor de soporte de la subrasante.
 - f) Resistencia a la flexión del concreto.

- Cargas del eje con ruedas sencillas:

Datos del vehículo:

Carga por eje-----111.2 kN (eje con ruedas sencillas).
Separación entre las ruedas -----0.940 m
Numero de ruedas-----2
Presión de inflado----- 758.4 kPa

Área de contacto-----Carga de la rueda/ Presión de inflado
=(111.2/2)/758.4=0.0733m².

- Datos de la subrasante y del concreto:

Módulo de reacción -----k= 27.14 Mpa/m

Módulo de ruptura a la flexión en el concreto-----MR=4.413 Mpa.

Factor de seguridad-----SF= 2.

(con SF=2 permite repeticiones ilimitadas de esfuerzo)

Esfuerzo de trabajo del concreto-----WS=MR/SF.

$$WS = (4.413) / 2 = 2.206 \text{ Mpa.}$$

Esfuerzo producido en la losa por cada 4.448 kN de carga por eje.

$$WS/ \text{ carga por eje} = ((2206 \text{ kPa}) / (111.1 / 4.448)) = 88. \text{kPa} / 4.448 \text{ kN}$$

Ver tabla 3.6

Se entra a la grafica 3.6. empezar a la izquierda con un esfuerzo de 88.2 kPa, después desplazar a la derecha hasta llegar al área de contacto de 0.0733m; bajar hasta la separación entre las ruedas de 0.94 m posteriormente hacia la derecha para encontrar el espesor de la losa con valor de 20.1 cm en la línea correspondiente al módulo de reacción de la subrasante K de 27.1 Mpa/M.

Por lo que el espesor de la losa es de 20 cm.

Según recomendaciones para la resistencia y máximo revenimiento de acuerdo a la clase de piso de concreto se requiere un concreto de $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ con un revenimiento máximo de 10 cm.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.1. COSTO UNITARIO

Tabla 5.1. Análisis de precios unitarios "preparación del terreno"

CODIGO	CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE
	ANÁLISIS: M2				
	TRAZO Y NIVELACIÓN DEL TERRENO, INCLUYE: EQUIPO DE TOPOGRAFIA, EJES DE REFERENCIA, PINTURA, CUÑAS DE MADERA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN				
MATERIALES					
	BARROTE 2"x4"x 81/2"	Pt	\$ 4.97	0.045	\$ 0.22
	CLAVO 2 1/2" A 4"	Kg	\$ 7.96	0.003	\$ 0.22
	CALHIDRA	Ton	\$ 782.00	0.0004	\$ 0.02
	PINTURA ESMALTE	Lt	\$ 38.00	0.003	\$ 0.11
	HILO PLASTICO	M	\$ 0.27	0.35	\$ 0.12
	SUBTOTAL: MATERIALES				\$ 0.71
MANO DE OBRA					
	TOPOGRAFO	Tno	\$ 347.64	0.006	\$ 2.09
	ESTADALERO	Tno	\$ 153.83	0.003	\$ 0.46
	CADENERO	Tno	\$ 153.83	0.003	\$ 0.46
	SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$ 3.01
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
	HERRAMIENTA MENOR	% MO	\$ 3.01	0.03	\$ 0.09
	TRANSITO	Hr	\$ 26.02	0.02	\$ 0.52
	NIVEL PARA MEDICIÓN	Hr	\$ 26.02	0.02	\$ 0.52
	SUBTOTAL: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$ 1.13
	COSTO DIRECTO				\$ 4.85
	INDIRECTOS	20%		\$	0.97
	FINANCIAMIENTO	1%		\$	0.05
	UTILIDAD	10%		\$	0.48
	CARGO ADICIONAL	0.71%		\$	0.03
	PRECIO UNITARIO				\$ 6.38

Tabla 5.2. Análisis de precios unitarios "construcción de piso de concreto hidráulico"

CODIGO	CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE
	ANÁLISIS: M2				
	PISO DE CONCRETO PREMEZCLADO				
	F'c =280 Kg/cm ² DE 20 cm DE				
	ESPESOR, ACABADO PULIDO,				
	INCLUYE: MATERIALES, MANO DE				
	OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO,				
	CIMBRADO, DESCIMBRADO,				
	CHAFLANES Y LIMPIEZA.				
MATERIALES					
	CONCRETO PREM. F'c= 280 F'c Kg/cm ² M ²		\$ 850.00	0.205 \$	174.25
	SUBTOTAL: MATERIALES			\$	174.25
MANO DE OBRA					
	AYUDANTE	Tno	\$ 153.83	0.05 \$	7.69
	OFICIAL ALBAÑIL	Tno	\$ 230.14	0.05 \$	11.51
	CABO	Tno	\$ 582.62	0.005 \$	2.91
	SUBTOTAL: MANO DE OBRA			\$	22.11
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
	HERRAMIENTA MENOR	% Mo	\$ 22.11	0.03 \$	0.66
	VIBRADOR DE GASOLINA	Hr	\$ 37.31	0.02 \$	0.75
	SUBTOTAL: EQUIPO Y HERRAMIENTA			\$	1.41
	COSTO DIRECTO			\$	197.77
	INDIRECTOS	20%		\$	39.55
	FINANCIAMIENTO	1%		\$	1.98
	UTILIDAD	10%		\$	19.78
	CARGO ADICIONAL	0.71%		\$	1.39
	PRECIO UNITARIO			\$	280.47

Tabla 5.3. Análisis de precios unitarios "construcción de piso con revestimiento MASTERCRON GRIS"

CODIGO	CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE
	ANALISIS: M2				
	PISO DE CONCRETO PREMEZCLADO F'c = 280 Kg/cm ² DE 20 cm DE ESPESOR, ACABADO PULIDO, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO, CIMBRADO, DESCIMBRADO, CHAFLANES Y LIMPIEZA.				
MATERIALES	RECUBRIMIENTO MASTERCRON GRIS	Kg	\$ 8.00	5	\$ 40.00
	CONCRETO PREM. F'c= 280 F'c Kg/cm ² M ²		\$ 850.00	0.205	\$ 174.25
	SUBTOTAL: MATERIALES				\$ 214.25
MANO DE OBRA	AYUDANTE	Tno	\$ 153.83	0.05	\$ 7.69
	OFICIAL ALBAÑIL	Tno	\$ 230.14	0.05	\$ 11.51
	CABO	Tno	\$ 582.62	0.005	\$ 2.91
	SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$ 22.11
EQUIPO Y HERRAMIENTA	HERRAMIENTA MENOR	% Mo	\$ 22.11	0.03	\$ 0.66
	VIBRADOR DE GASOLINA	Hr	\$ 37.31	0.02	\$ 0.75
	SUBTOTAL: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$ 1.41
	COSTO DIRECTO				\$ 237.77
	INDIRECTOS	20%			\$ 47.55
	FINANCIAMIENTO	1%			\$ 2.38
	UTILIDAD	10%			\$ 23.78
	CARGO ADICIONAL	0.71%			\$ 1.68
	PRECIO UNITARIO				\$ 313.16

Tabla 5.4. Análisis de precios unitarios "construcción de piso con revestimiento MASTERCRON FF"

CODIGO	CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE
	ANALISIS: M2				
	PISO DE CONCRETO PREMEZCLADO				
	F'c = 280 Kg/cm ² DE 20 cm DE				
	ESPESOR, ACABADO PULIDO,				
	INCLUYE: MATERIALES, MANO DE				
	OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO,				
	CIMBRADO, DESCIMBRADO,				
	CHAFLANES Y LIMPIEZA.				
MATERIALES					
	RECUBRIMIENTO MASTERCRON Ff				
	GRIS	Kg	\$ 9.30	6	\$ 55.80
	CONCRETO PREM. F'c= 280 F'c Kg/cm²	M ²	\$ 850.00	0.205	\$ 174.25
	SUBTOTAL: MATERIALES				\$ 230.05
MANO DE OBRA					
	AYUDANTE	Tno	\$ 153.83	0.05	\$ 7.69
	OFICIAL ALBAÑIL	Tno	\$ 230.14	0.05	\$ 11.51
	CABO	Tno	\$ 582.62	0.005	\$ 2.91
	SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$ 22.11
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
	HERRAMIENTA MENOR	% Mo	\$ 22.11	0.03	\$ 0.66
	VIBRADOR DE GASOLINA	Hr	\$ 37.31	0.02	\$ 0.75
	SUBTOTAL: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$ 1.41
	COSTO DIRECTO				\$ 283.87
	INDIRECTOS	20%			\$ 50.71
	FINANCIAMIENTO	1%			\$ 2.54
	UTILIDAD	10%			\$ 25.36
	CARGO ADICIONAL	0.71%			\$ 1.79
	PRECIO UNITARIO				\$ 333.97

Tabla 5.5. Análisis de precios unitarios "construcción de piso con revestimiento de MASTERPLATE GRIS"

CODIGO	CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE
	ANÁLISIS: M2				
	PISO DE CONCRETO PREMEZCLADO				
	F'c = 280 Kg/cm ² DE 20 cm DE				
	ESPESOR, ACABADO PULIDO,				
	INCLUYE: MATERIALES, MANO DE				
	OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO,				
	CIMBRADO, DESCIMBRADO,				
	CHAFLANES Y LIMPIEZA.				
MATERIALES	RECUBRIMIENTO MASTERPLATE				
	GRIS	Kg	\$ 13.30	7	\$ 93.10
	CONCRETO PREM. F'c= 280 F'c	Kg/cm ² M ²	\$ 850.00	0.205	\$ 174.25
	SUBTOTAL: MATERIALES				\$ 267.35
MANO DE OBRA	AYUDANTE	Tno	\$ 153.83	0.05	\$ 7.69
	OFICIAL ALBAÑIL	Tno	\$ 230.14	0.05	\$ 11.51
	CABO	Tno	\$ 582.62	0.005	\$ 2.91
	SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$ 22.11
EQUIPO Y HERRAMIENTA	HERRAMIENTA MENOR	% Mo	\$ 22.11	0.03	\$ 0.66
	VIBRADOR DE GASOLINA	Hr	\$ 37.31	0.02	\$ 0.75
	SUBTOTAL: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$ 1.41
	COSTO DIRECTO				\$ 290.87
	INDIRECTOS	20%			\$ 58.17
	FINANCIAMIENTO	1%			\$ 2.91
	UTILIDAD	10%			\$ 29.09
	CARGO ADICIONAL	0.71%			\$ 2.05
	PRECIO UNITARIO				\$ 383.09

Tabla 5.6. Análisis de precios unitarios "construcción de piso con revestimiento de MASTERPLATE Ff gris"

CODIGO	CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE
	ANÁLISIS: M2				
	PISO DE CONCRETO PREMEZCLADO				
	F'c = 280 Kg/cm ² DE 20 cm DE				
	ESPESOR, ACABADO PULIDO,				
	INCLUYE: MATERIALES, MANO DE				
	OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO,				
	CIMBRADO, DESCIMBRADO,				
	CHAFLANES Y LIMPIEZA.				
MATERIALES	RECUBRIMIENTO MASTERPLATE Ff				
	GRIS	Kg	\$ 14.50	9	\$ 130.50
	CONCRETO PREM. F'c= 280 F'c Kg/cm ² M ³		\$ 850.00	0.205	\$ 174.25
	SUBTOTAL: MATERIALES				\$ 304.75
MANO DE OBRA	AYUDANTE	Tno	\$ 153.83	0.05	\$ 7.69
	OFICIAL ALBAÑIL	Tno	\$ 230.14	0.05	\$ 11.51
	CABO	Tno	\$ 582.62	0.005	\$ 2.91
	SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$ 22.11
EQUIPO Y HERRAMIENTA	HERRAMIENTA MENOR	% Mo	\$ 22.11	0.03	\$ 0.66
	VIBRADOR DE GASOLINA	Hr	\$ 37.31	0.02	\$ 0.75
	SUBTOTAL: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$ 1.41
	COSTO DIRECTO				\$ 328.27
	INDIRECTOS	20%			\$ 65.65
	FINANCIAMIENTO	1%			\$ 3.28
	UTILIDAD	10%			\$ 32.83
	CARGO ADICIONAL	0.71%			\$ 2.31
	PRECIO UNITARIO				\$ 432.36

Tabla 5.7. Análisis de precios unitarios "construcción de pisos con revestimiento de Poliuretano UCRETE"

CODIGO	CONCEPTO	UNIDAD	COSTO	CANTIDAD	IMPORTE
	ANÁLISIS: M2				
	PISO DE CONCRETO PREMEZCLADO				
	F'c = 280 Kg/cm ² DE 20 cm DE				
	ESPESOR, ACABADO PULIDO,				
	INCLUYE: MATERIALES, MANO DE				
	OBRA, HERRAMIENTA, EQUIPO,				
	CIMBRADO, DESCIMBRADO,				
	CHAFLANES Y LIMPIEZA.				
MATERIALES	RECUBRIMIENTO UCRETE	Kg	\$ 350.00	1	\$ 350.00
	CONCRETO PREM. F'c= 280 F'c Kg/cm ² M ²		\$ 850.00	0.205	\$ 174.25
	SUBTOTAL: MATERIALES				\$ 524.25
MANO DE OBRA	AYUDANTE	Tno	\$ 153.83	0.05	\$ 7.69
	OFICIAL ALBAÑIL	Tno	\$ 230.14	0.05	\$ 11.51
	CABO	Tno	\$ 582.62	0.005	\$ 2.91
	SUBTOTAL: MANO DE OBRA				\$ 22.11
EQUIPO Y HERRAMIENTA	HERRAMIENTA MENOR	% Mo	\$ 22.11	0.03	\$ 0.66
	VIBRADOR DE GASOLINA	Hr	\$ 37.31	0.02	\$ 0.75
	SUBTOTAL: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$ 1.41
	COSTO DIRECTO				\$ 647.77
	INDIRECTOS	20%			\$ 109.55
	FINANCIAMIENTO	1%			\$ 5.48
	UTILIDAD	10%			\$ 54.78
	CARGO ADICIONAL	0.71%			\$ 3.86
	PRECIO UNITARIO				\$ 721.44

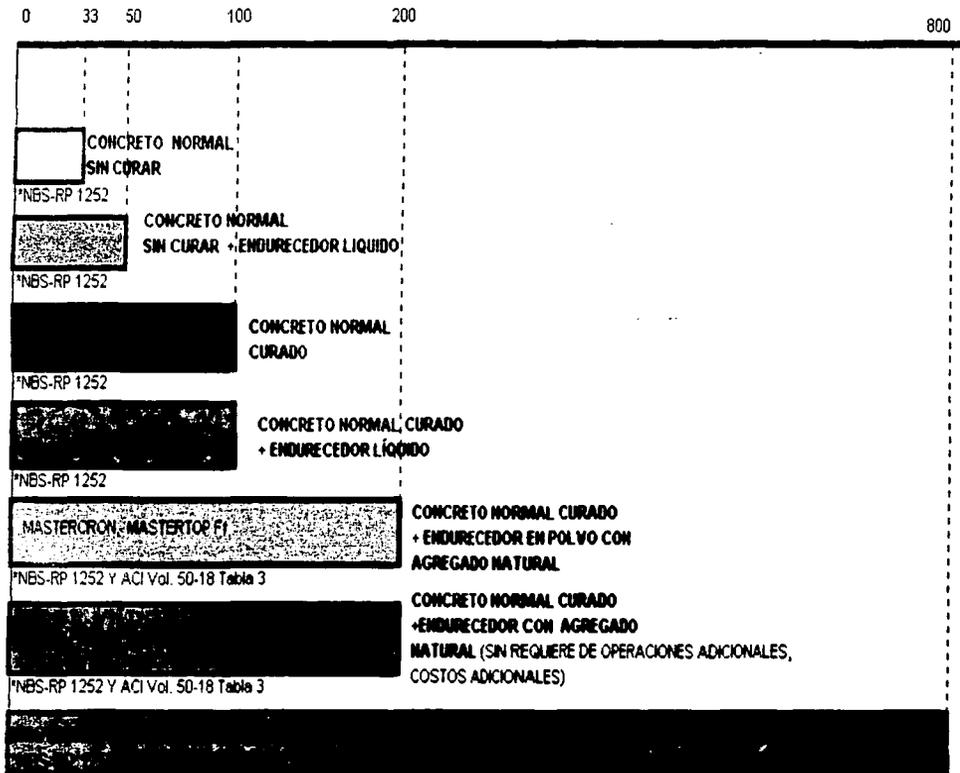
5.2. COMPARATIVA DE SISTEMA.

Tabla 5.8. Resistencia relativa a la abrasión de varios pisos de concreto con revestimiento superficial.

Concepto	Resistencia a la abrasión	Resultados
Concreto normal sin curar *NBS-RP 1252	33	Menor resistencia de la losa, secado prematuro, agrietamiento, cemento sin hidratar, desprendimiento de polvo.
Concreto normal sin curar más endurecedor líquido *NBS-RP 1252	50	Menor resistencia de la losa, secado prematuro, agrietamiento, cemento sin hidratar, costos adicionales, retrasos en la operación mano de obra deficiente.
Concreto normal curado *NBS-RP 1252 y ACI Vol. 50-18 tabla 3	100	Se logran las resistencias diseñadas, mejor hidratación, agrietamiento mínimo, mínimo desprendimiento de polvo.
Concreto normal curado más endurecedor líquido *NBS-RP 1252	100	No es mejor que el concreto normal curado, operación adicional, costos adicionales, Mano de obra deficiente.
Concreto normal curado + endurecedor en polvo con agregado natural (MASTERCRON y MASTERTOP HPF) *NBS-RP 1252 y ACI Vol. 50-18 Tabla 3	200	Granulometría mejorada, baja relación agua-cemento en la superficie, alta resistencia a la compresión, dos veces la resistencia a la abrasión.
Capas con agregados naturales *NBS-RP 1252 y ACI Vol. 50-18 Tabla 3	200	Equivalente a los endurecedores en polvo con agregado natural. Sin embargo requiere operaciones adicionales.
Endurecedor en polvo con agregado metálico. MASTERPLATE * NBS 1252 y ACI Vol. 5018 Tabla 3	800	Mejor granulometría, baja relación Agua-cemento en la superficie, altas resistencias a la compresión, soporta altas cargas puntuales, hasta ocho veces la resistencia a la abrasión del concreto, además maleable, tenaz, resistente al impacto, no desprende polvo.

Grafica 5.1 Comparativa del sistema en cuanto a la resistencia a la abrasión.

RESISTENCIA RELATIVA A LA ABRASIÓN de varios pisos de concreto con tratamiento superficiales



BASADA EN REPORTES DE LAS ORGANIZACIONES:

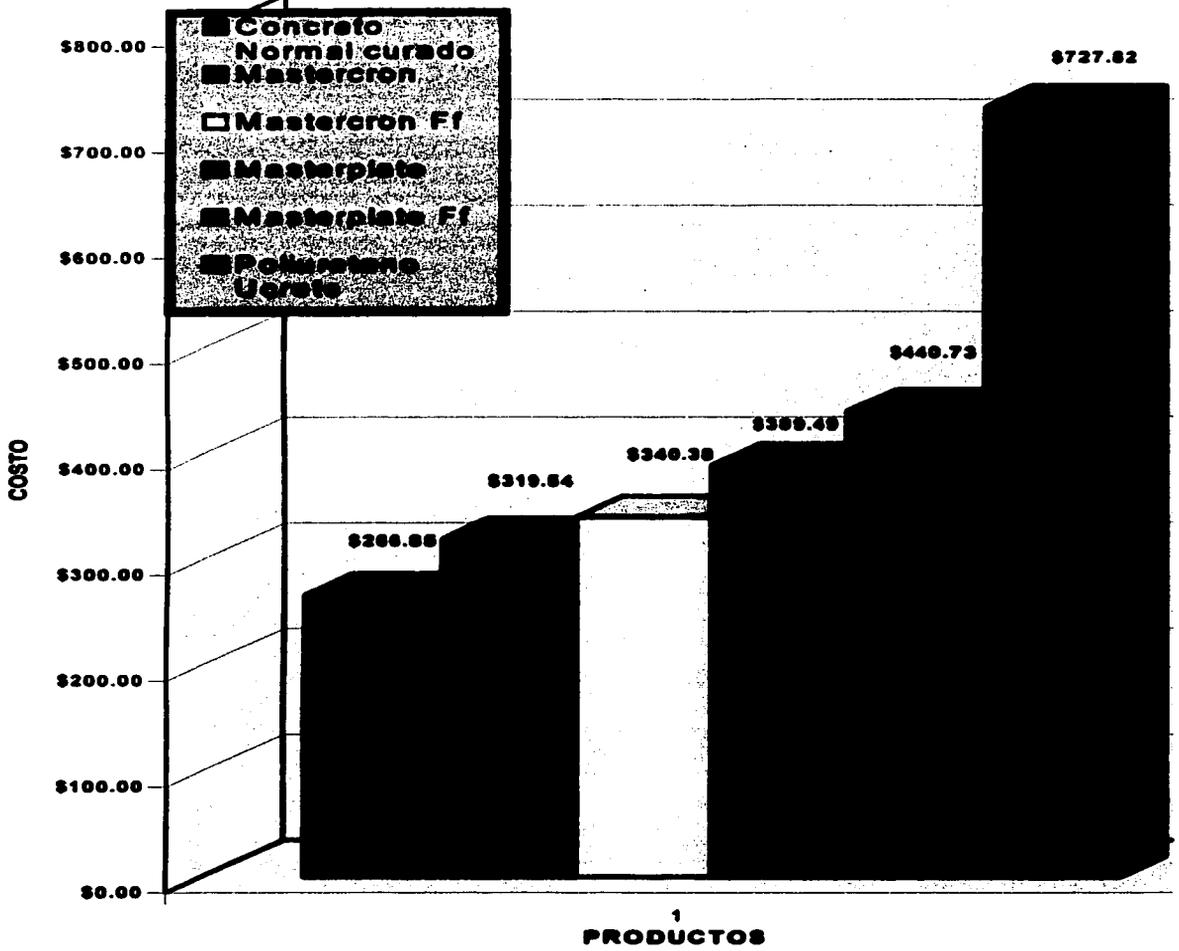
*NBS-RP NATIONAL BUREAU OF STANDARDS REPORT RP 1252

*ACI JOURNAL OF AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, PROCEEDINGS, Vol.50-80

Tabla 5.9. Comparativa del sistema de pisos en cuanto a sus características de beneficios y costos.

Concepto	Características	Resistencia Desgaste	Resistencia Mecánica Y química	Costo M2
Concreto Normal curado	Se logran las resistencias diseñadas, Agrietamiento mínimo	ligero	Compresión 27.7 Mpa Deformación 1624 x 10 ⁻⁶ Impacto 1200 ciclos / masa Química -moderada	\$266.85
Mastercron	Endurecedor en polvo mineral Reflectivo de la luz y colores Uso industrial / almacenes	Ligero a Moderado	Compresión 63.2 Mpa Deformación 2672 x 10 ⁻⁶ Impacto 2200 ciclos/masa Química-resistente	\$319.54
Mastercron Ff	Endurecedor en polvo mineral Mejora la planeidad Uso comercial e industrial	Ligero a moderado	Compresión 63.2 Mpa Deformación 2672 x 10 ⁻⁶ Impacto 2200 ciclos/masa Química-resistente	\$340.38
Masterplate	Endurecedor en polvo metálico Reflectivo de la luz, colores Uso Industrial / almacenes	Moderado a pesado	Compresión 68.7 Mpa Deformación 4460 x 10 ⁻⁶ Impacto 5700 ciclos/masa Química-resistente	\$389.49
Masterplate Ff	Endurecedor en polvo metálico Mejora la planeidad Uso industrial / almacenes	Moderado A pesado	Compresión 68.7 Mpa Deformación 4460 x 10 ⁻⁶ Impacto 5700 ciclos/masa Química-resistente	\$440.73
Poliuretano Ucrete	Monolítico, sin juntas Seguridad e higiene Acabado estético Aplicación vertical Rápida aplicación y curado Antideslizante Uso centros comerciales Industrial y almacenes	Durable A largo Plazo, Resisten Cia Al desgaste	Compresión 50.3 Mpa Química-resistente	\$727.82

COMPARATIVA DEL SISTEMA EN
CUANTO AL COSTO



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONCLUSIONES:

Independientemente del tipo de obra que se trate, tendrá que cubrir tres aspectos fundamentales para garantizar su eficiencia, estos son: calidad, costo y tiempo.

En cada uno de los capítulos de este trabajo se trata de proveer los conceptos necesarios para integrar un criterio en el ingeniero o cualquier otra persona involucrada en el diseño, construcción y mantenimiento de sistemas de pisos industriales; y así poder evaluar las distintas situaciones de ejecución y proceso de construcción de los pisos para uso industrial y garantizar el buen desempeño

El piso de concreto se comporta de manera adecuada en condiciones normales, es decir, sin la presencia de químicos altamente agresivos y excesivas concentraciones de cargas. Pero, en la industria, las condiciones normales no se presentan ya que la gran dinámica en la actualidad, existen grandes concentraciones de cargas y dependiendo de los diferentes usos que se les dé a los pisos, pueden aparecer daños ocasionados por la presencia de ácidos, sulfatos o productos que en combinación con otros elementos, cambian las condiciones de diseño y estos pueden ser no funcionales.

El diseño de la base de apoyo deberá responder a las especificaciones establecidas, para no producir asentamientos que ocasionen esfuerzos de tensión provocando la ruptura del concreto por las cargas a compresión. Es necesario lograr un espesor de la base que proporcione la transmisión de carga homogénea al sustrato.

De la misma forma, las juntas han de ser establecidas en función de los requerimientos de diseño, para disminuir las grietas y permitir los movimientos diferenciales de las losas, así como lograr una adecuada transferencia de cargas entre losa y losa. El sellado de las juntas es de gran importancia que no permita el paso de líquidos y agua; por que si estos líquidos logran filtrarse a través de las juntas, la base puede sufrir alteraciones de origen mecánico, como puede ser el efecto de bombeo y mal funcionamiento de las juntas.

El diseño de un piso industrial, no garantiza el funcionamiento por un periodo largo de su vida útil, por lo que es necesario el uso de elementos protectores de la superficie aunque esto represente un costo adicional.

La selección de la protección de un piso industrial es el paso final hacia un funcionamiento seguro y por un periodo de tiempo razonable.

En el mercado existen diferentes tipos de materiales para revestimientos las opciones de elegir un protector estará en función del tipo de uso o daños que se desea prevenir.

Se deberá mantener la calidad en los materiales de la base así como la del concreto, porque la utilización de revestimientos está en función de la funcionalidad de estos, de lo contrario es lógico que los daños serán inminentes.

El costo es otro factor importante para la toma de decisiones debido que es la inversión inicial, y el uso de recubrimientos sobre los pisos implica un mayor costo, aunque tiene sus ventajas como una minimización de gastos en el mantenimiento constante preventivo como correctivo, estéticamente es mejor, las propiedades físicas y químicas se mejoran considerablemente por lo tanto la inversión inicial se ve recuperada con el tiempo.

BIBLIOGRAFÍA.

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.
CONSTRUCCIÓN DE LOSAS Y PISOS DE CONCRETO ACI-302
2002

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.
CONSTRUCCIÓN DE LOSAS Y PISOS DE CONCRETO ACI-302 IR-80
1992

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.
PAVIMENTOS DE CONCRETO
Diseño y Construcción Juntas Sobrecarpetas Apertura rápida al Trafico.
1995

Steven H. Kosmatka y Willian C. Panarese
Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.
DISEÑO Y CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO
1992

Alfredo Plazola Cisneros y Alfredo Plazola Anguiano
NORMAS Y COSTOS DE CONSTRUCCIÓN
Editorial Limusa
1995

Norma Mexicana
NMX-C-414- ONNCCE-1999.
CEMENTOS HIDRÁULICOS ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA

Suárez Salazar Carlos
COSTO Y TIEMPO EN EDIFICACIÓN
Editorial Limusa
1991

Vicente Pérez Alamá.
EL CONCRETO ARMADO EN LAS ESTRUCTURAS.
Editorial Trillas
1992