

106
28j



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"CONCRETO HIDRAULICO III"

(MAQUINARIA DE TRANSPORTE Y COLOCACION)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A N

CARLOS IGNACIO MERCADO HERNANDEZ

SALVADOR MORALES ROJAS



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 está 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.

I N D I C E

	Pág.
CAPITULO I	
INTRODUCCION	1
CAPITULO II	
MAQUINARIA DE TRANSPORTE Y COLOCACION	3
II.1 CARRETILLAS CONCRETERAS	7
II.1.1 CARRETILLAS CONCRETERAS MANUALES	8
II.1.2 CARRETILLA CONCRETERA SEMIMANUAL	8
II.1.3 CARRETILLA CONCRETERA MOTORIZADA	11
II.2 CAMION DUMPCRETE	14
II.3 REVOLVEDORAS	18
II.3.1 REVOLVEDORAS DE DESCARGA TRASERA	19
II.3.2 REVOLVEDORAS DE DESCARGA FRONTAL	21
II.3.3 REVOLVEDORAS DE DESCARGA MULTILATERAL	24
II.3.4 REVOLVEDORAS CON EQUIPO ESPECIAL	25
II.4 BANDAS TRANSPORTADORAS	28
II.4.1 BANDAS TRANSPORTADORAS PORTATILES O AUTOSUFICIENTES	33
II.4.2 BANDAS TRANSPORTADORAS ALIMENTADORAS O EN SERIE	34
II.4.3 BANDAS TRANSPORTADORAS DE DISTRIBUCION RADIAL	36
II.4.4 BANDAS TRANSPORTADORAS DE DESCARGA LATERAL	38
II.5 BACHA O BOTE DE CONCRETO MOVIDO CON GRUA	40

	Pág.
II.5.1 BACHAS O BOTES DE CONCRETO MOVIDOS MEDIANTE GRUA SOBRE NEUMATICOS	42
II.5.2 BACHAS O BOTES DE CONCRETO MOVIDOS MEDIANTE TORRE GRUA	45
II.6 BOMBAS DE CONCRETO	48
II.6.1 BOMBAS ESTACIONARIAS	56
II.6.2 BOMBAS REMOLCADAS	58
II.6.3 BOMBAS SOBRE CAMION O AUTOBOMBAS	61
II.7 LANZADORAS DE CONCRETO	64
II.7.1 MAQUINAS DE PROYECCION EN SECO	65
II.7.2 MAQUINAS UNIVERSALES DE PROYECCION EN SECO Y HU- MEDO	68
II.8 VIBRADORES DE CONCRETO	72
II.8.1 VIBRADORES NEUMATICOS	78
II.8.1.1 VIBRADORES NEUMATICOS EXTERNOS	78
II.8.1.2 VIBRADORES NEUMATICOS INTERNOS O DE INMERSION	80
II.8.1.3 VIBRADORES NEUMATICOS SUPERFICIALES	82
II.8.2 VIBRADORES ELECTRICOS	84
II.8.2.1 VIBRADORES ELECTRICOS EXTERNOS	84
II.8.2.1.1 MESAS VIBRATORIAS	85
II.8.2.2 VIBRADORES INTERNOS O DE INMERSION ELECTRICOS	87
II.8.2.3 VIBRADORES SUPERFICIALES	91
II.8.2.3.1 REGLAS VIBRATORIAS	91

	Pág.
II.8.2.3.2 PLACAS Y BANDEJAS VIBRATORIAS	93
II.9 COLADO BAJO LIQUIDO MEDIANTE EL SISTEMA TREMIE Y SKIP	95
II.9.1 COLADO BAJO LIQUIDO MEDIANTE EL SISTEMA TREMIE	96
II.9.2 COLADO BAJO LIQUIDO MEDIANTE SKIP	99
CAPITULO III	
MAQUINARIA ESPECIAL DE TRANSPORTE Y COLOCACION	102
III.1 MEZCLADORA MOVIL DE CONCRETO	105
III.2 COLOCADORAS DE CONCRETO DE FORMAS DESLIZANTES	111
III.2.1 PAVIMENTADORAS	113
III.2.2 PERFILADORAS	118
III.2.3 ESPECIALES	124
CAPITULO IV	
CONCLUSIONES	128
BIBLIOGRAFIA	129

C A P I T U L O I

CAPITULO I

INTRODUCCION

El concreto constituye hoy en día el material de construcción de mayor uso en el área de Ingeniería Civil. El inicio de su utilización se remonta hacia principios del siglo XX. Su gran versatilidad, el costo relativamente bajo de su producción y su durabilidad, le permitieron obtener, en poco tiempo, un auge sorprendente.

De esta manera, las grandes obras de ingeniería, en función de la problemática económica, utilizan con mayor frecuencia el concreto, el cual combinado con el acero de refuerzo, genera un elemento de propiedades estructurales de alta calidad.

El objetivo principal del presente trabajo es dar a conocer uno de los campos de mayor importancia en el área de uso del concreto: "La maquinaria y equipo de transporte y colocación de concreto".

En este marco se describen las características esenciales de los diferentes equipos existentes en el mercado, así como la forma en que se clasifica cada uno y las diferentes aplicaciones de los mismos. De esta manera se resaltan las ventajas y desventajas de la maquinaria actual, enfatizándose los factores que los hace susceptibles para su utilización en una obra, en función de los volúmenes requeridos, los recursos económicos y las características de diseño y accesibilidad de la misma.

Simultáneamente, se plantea como objetivo el permitir el acceso a una información de alto valor práctico a los estudiantes y profesionistas relacionados con el área de la construcción en general y con la utilización en el mundo constructivo de la actualidad.

Al respecto los trabajos que preceden al presente son el Concreto Hidráulico I y II, en donde para fines aclaratorios el usuario podrá consultar temas tales como; materiales que componen al concreto, manejo y dosificación de materiales, aditivos, compactación, curado, entre otros importantes temas.

En el presente trabajo se incluyen dos capítulos, uno que aborda los equipos que son más ampliamente conocidos y que por tanto son más utilizados y otro más que enmarca los equipos de muy reciente creación y que tomando como base los adelantos tecnológicos, permiten establecer métodos y sistemas alternativos que pueden ser de alta economía y que no han sido utilizados hoy en día por falta de difusión de los mismos. En ambos se analizan ventajas y desventajas de aplicabilidad en relación con factores económicos y técnicos.

Por otra parte, es importante mencionar que restan un par de trabajos que completarán este compendio del concreto hidráulico, los Tomos IV y V. El Tomo IV abarcará todo lo referente al control de calidad del concreto, pruebas y especificaciones así como equipos de fabricación y el Tomo V que incluirá el tema de cimbras. La terminación de ambos tomos se calcula sea durante el año de 1987.

C A P I T U L O I I

CAPITULO II

MAQUINARIA DE TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO

Una vez que el concreto ha sido dosificado y mezclado en forma correcta, se realiza su transportación del sitio de elaboración hacia la o las estructuras para las cuales fué fabricado. Estas pueden encontrarse en las inmediaciones del sitio de fabricación a distancias mas o menos grandes, de lo cual dependerá el tipo, cantidad y capacidad del equipo de transporte para acarrearlo hasta los diversos sitios de colocación.

La colocación es la etapa en la que el concreto fresco llega a su destino final a una estructura en construcción, que guarda las características marcadas por el proyecto de la obra en cuestión, factor que determina el equipo a utilizar en el proceso de colocación.

El concreto se empezó a utilizar como material de construcción durante los primeros años del siglo XX; su popularidad creció rápidamente durante los siguientes años, hasta ocupar el lugar preponderante que tiene hoy en día. Durante aquellos inicios, los volúmenes utilizados permitían al constructor utilizar carretillas manuales o carretas de vaciado tiradas por caballos, las cuales resultaban adecuadas para el transporte al sitio de colado. Con el transcurso del tiempo, el acarreo de grandes volúmenes, hasta de millares de metros cúbicos para un solo vaciado, estimula el diseño de equipos de transporte y colocación de concreto que aprovechan los avances tecnológicos en aras de la optimización de recursos.

CAPITULO II

MAQUINARIA DE TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO

Una vez que el concreto ha sido dosificado y mezclado en forma correcta, se realiza su transportación del sitio de elaboración hacia la o las estructuras para las cuales fué fabricado. Estas pueden encontrarse en las inmediaciones del sitio de fabricación a distancias mas o menos grandes, de lo cual dependerá el tipo, cantidad y capacidad del equipo de transporte para acarrearlo hasta los diversos sitios de colocación.

La colocación es la etapa en la que el concreto fresco llega a su destino final a una estructura en construcción, que guarda las características marcadas por el proyecto de la obra en cuestión, factor que determina el equipo a utilizar en el proceso de colocación.

El concreto se empezó a utilizar como material de construcción durante los primeros años del siglo XX; su popularidad creció rápidamente durante los siguientes años, hasta ocupar el lugar preponderante que tiene hoy en día. Durante aquellos inicios, los volúmenes utilizados permitían al constructor utilizar carretillas manuales o carretas de vaciado tiradas por caballos, las cuales resultaban adecuadas para el transporte al sitio de colado. Con el transcurso del tiempo, el acarreo de grandes volúmenes, hasta de millares de metros cúbicos para un solo vaciado, estimula el diseño de equipos de transporte y colocación de concreto que aprovechan los avances tecnológicos en aras de la optimización de recursos.

El concreto puede ser transportado por métodos y equipos diversos, cuyo principal objetivo es hacer llegar el material al lugar de colado lo más rápida y económicamente posible, respondiendo con ello a las necesidades de la dinámica constructiva de nuestros días. Las características anteriores implican una cuidadosa selección del equipo a utilizar en función de parámetros tales como: accesibilidad y ubicación de la obra, condiciones ambientales, aspectos económicos, métodos de mezclado y volumen y tiempo de entrega requeridos. Los métodos y equipos modernos de transporte y colocación de concreto, están diseñados para reducir al máximo la segregación de los materiales, así como para mantener la calidad del mismo en la relación agua-cemento, revenimiento y contenido de agua, propiedad índice que reflejan la conservación del material en cuanto a sus propiedades de resistencia y manejabilidad.

Cabe mencionar que, dentro de los equipos de transporte, existen equipos que dosifican y mezclan, o tan solo dosifican el concreto durante el proceso de transporte.

La colocación del concreto se efectúa mediante equipos como: tolvas, carretillas manuales o motorizadas, tubos de caída, bandas transportadoras, bombas y maquinaria especial (pavimentadoras, banquetadoras). Como se menciona en párrafos anteriores, los equipos y métodos de colocación deben mantener una buena calidad del concreto, prestando especial atención a que el equipo utilizado proporcione las condiciones más ventajosas en cuanto a eficiencia se refiere.

De igual manera, es conveniente realizar una provisión constante y

adecuada del concreto, con el fin de evitar juntas frias y mantener una buena plasticidad, anotandose que las descargas a alta velocidad pueden causar segregación del concreto. En el caso de colocación por capas, es recomendable programar un tiempo adecuado para lograr la liga entre niveles sucesivos.

En este capítulo se describen los equipos de transporte y colocación de concreto usados con mayor frecuencia en la industria de la construcción.

II.1 CARRETILLAS CONCRETERAS

Utilizadas para transportar pequeños volúmenes, la utilización de carretillas concreteras, manuales o motorizadas, resulta de gran conveniencia y alta economía en construcciones relativamente pequeñas, donde el concreto se transporta en cortas distancias.

La sencillez de estos equipos podrían guiar a la conclusión, por parte de un observador inexperto, de una baja utilidad. Pese a que las grandes obras de la actualidad tienden a utilizar equipos más sofisticados y rápidos, la carretilla se ha constituido como uno de los equipos auxiliares de mayor confiabilidad y rapidez. En forma similar se observa el transporte de concreto en carretillas manuales en las grandes obras de edificación y en las casas-habitación, como se observa la utilización de las carretillas motorizadas en la construcción de plantas industriales y obras semejantes.

De acuerdo con su modo de locomoción, las carretillas se clasifican en tres grupos:

II.1.1 Carretillas concreteras manuales

II.1.2 Carretillas concreteras semimanuales

II.1.3 Carretillas concreteras motorizadas

Las características específicas de cada uno de los grupos enunciados, se consignan a continuación:

II.1.1 CARRETILLAS CONCRETERAS MANUALES

Las carretillas de pequeña capacidad movidas manualmente, cuentan con un depósito de acero que proporciona un volumen útil de 40 a 50 lts., el cual descansa sobre un neumático que constituye, junto con la energía de la persona que empuja la carretilla, el medio de locomoción de la misma. Su uso es recomendable en distancias que no excedan los 50 m. (obras de pequeña magnitud) indicándose que la segregación de los materiales del concreto por tránsito sobre terreno disperejo, debe ser evitada. La producción media aproximada en condiciones óptimas de operación, es de alrededor de 750 lts/hora/carretilla.

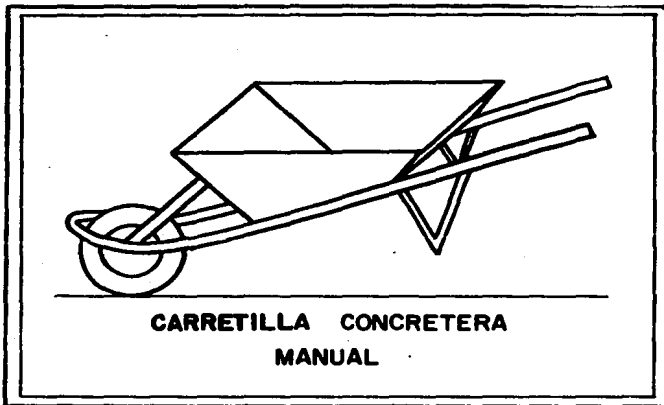
La carretilla manual más grande cuenta con un solo eje y dos neumáticos, los cuales generan una mejor estabilidad lateral y un buen soporte en su posición de reposo. Alcanza una capacidad de hasta 160 lts.

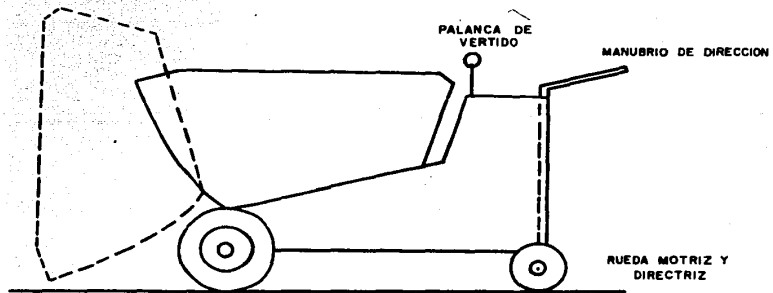
La descarga del concreto se realiza al inclinar hacia adelante la carretilla, con lo que esta descansa sobre su eje, propiciando una eliminación del material por gravedad.

II.1.2 CARRETILLA CONCRETERA SEMIMANUAL

Este equipo se caracteriza por el chasis automotor triciclo sobre neumáticos, que le sirve de base. El sistema de descarga utilizado por esta carretilla es semejante al empleado por los camiones de volteo, con la salvedad que el mecanismo de funcionamiento es totalmente mecánico. Estas carretillas son unidades que transitan en la obra dirigidas

Por un operador en forma similar a la de una carretilla empujada manualmente. Su velocidad es del orden de 4 km/hr. y su rango de operación recomendado es de 60 m. la productividad media de cada unidad se establece entre 1.5 y 3.8 m³ /hora





CARRETILLA CONCRETERA SEMIMANUAL

II.1.3 CARRETILLA CONCRETERA MOTORIZADA

Existe otro tipo de carretillas concreteras, de gran volumen, motorizadas, que cuentan con una cabina, o bien únicamente con un asiento para el operador. La caja es metálica. La descarga del material varía de acuerdo con el modelo de la carretilla, sin embargo se distinguen tres formas: descarga delantera, descarga trasera y descarga en todos sentidos, señalándose que la mayoría de estos equipos cuentan con tracción delantera. Estas carretillas pueden subdividirse en dos grupos de acuerdo a los equipos que sirvieron como concepción para las mismas, a saber:

- Carretillas motorizadas de tres ruedas ("Virbolts"), que tienen su antecedente en las carretillas concreteras semimanuales.

Cuenta con una rueda en el eje trasero que sirve para dar dirección, mientras que el delantero, que consta de dos ruedas, toma la mayor parte de la carga. La caja es metálica y no excede los 1500 lbs. de capacidad. La mayoría de los equipos de este tipo funcionan con un motor diesel refrigerado por aire con una potencia de 5 a 25 hp., que alcanza una velocidad máxima de 20 km/h y tienen una capacidad de carga de 1 a 3.5 ton.

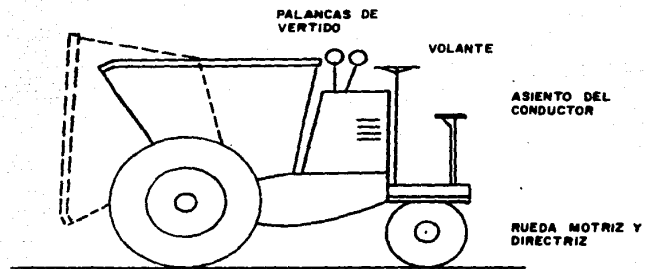
La distancia máxima recomendable de acarreo es de 300 a 400 m en condiciones óptimas.

- Carretilla motorizada de cuatro ruedas, ("dumpers") cuyos predecesores se ubican en los "camiones fuera de carretera" de gran capacidad.

En general, estos equipos están constituidos por los siguientes elementos: una caja, el bastidor, las llantas, el motor y la cabina de mando o, en su defecto, el asiento del operador. En algunos equipos es aun mas notable la existencia de un dispositivo que permite girar el asiento del operador junto con el tablero de control de acuerdo con el sentido de la marcha, característica que se aprovecha, en ocasiones, al momento de la descarga.

La tecnología moderna ha permitido diseñar carretillas motorizadas con características similares al equipo del cual se concibieron originalmente (camiones fuera de carretera), incorporando características que permiten el transporte del material en terrenos abruptos, con un mínimo de segregación y manteniendo la buena calidad del concreto gracias a los sistemas de suspensión utilizados.

Se hace necesario distinguir la capacidad entre las carretillas motorizadas típicas de obra (600 a 1500 lts), que generalmente se deslizan sobre terreno sensiblemente plano o muy poco abrupto, y que guardan gran similitud con el grupo de carretillas de 3 ruedas, y aquellas que incorporan características de los "fuera de carretera" (hasta 3000 lts), y que les permite afrontar pendientes fuertes y terrenos sumamente difíciles.



CARRETILLA CONCRETERA MOTORIZADA

II.2 CAMION DUMPCRETE

En ocasiones, las condiciones de la obra exigen el suministro de importantes volúmenes de concreto, cuyo transporte por medio de equipos pequeños resulta poco eficiente o de un alto costo. El camión "dumpcrete" cubre entonces las necesidades de transporte.

Diseñado especialmente para el transporte de concreto listo para vaciarse, el "dumpcrete" integra su nombre a partir de las voces inglesas "dump" (tiro) y "concrete" (concreto), lo que lo identifica, literalmente, como un camión de volteo para concreto. Su característica principal radica en la presencia de una caja metálica en forma de tina, de aristas redondeadas, que cubre la función de depósito para el concreto durante el proceso de transportación. Asimismo, esta caja utiliza una boquilla, en la parte trasera, que se utiliza como conducto de descarga; de esta manera, el concreto sale del recipiente que lo contiene por gravedad.

Un sistema hidráulico provee el medio de descarga para la caja. Dicho sistema permite un giro de 180 grados, con respecto a un plano horizontal, lo que genera una gran facilidad de depósito para cimentaciones y otras estructuras de difícil acceso, permitiendo, además una adecuada visión del lugar de vaciado por parte del operador. En forma similar, el sistema hidráulico permite vaciar un camión "dumpcrete" en un tiempo record (30 seg), al elevar la caja hasta un ángulo de descarga con la horizontal de 90 grados. En este punto es necesario recordar que las

descargas a alta velocidad suelen provocar segregación del concreto, por lo cual deben ser evitadas.

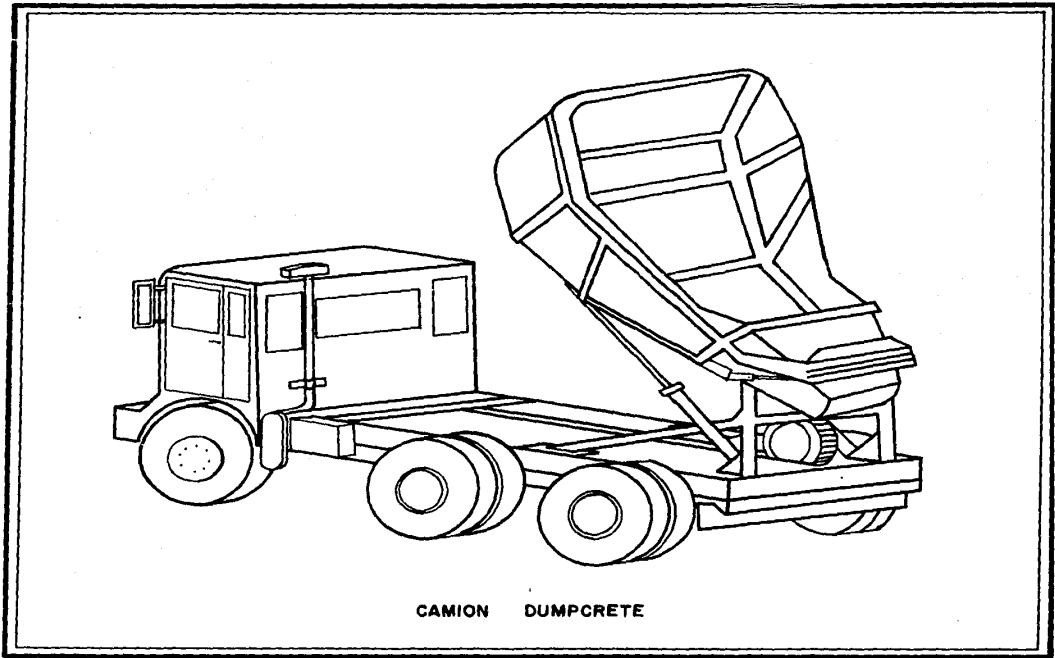
La capacidad de un camión "dumpcrete" varía, de acuerdo con el fabricante, entre los 4 y los 6m³ para concreto mezclado. En relación directa con la capacidad, este equipo puede utilizar uno o dos ejes traseros, los cuales realizan, simultáneamente, el proceso de transmisión y de distribución de la carga, la cual puede llegar a ser hasta de 6.5 ton.

El "dumpcrete" se distingue por ser un equipo eminentemente urbano, debido a que sus características no le permiten afrontar terrenos abruptos o de pendiente pronunciada, sin que exista el peligro de generar una segregación importante, o bien de crear bolsas de roca (concentración de agregado grueso), que constituyen, también, un problema de importancia. Por otra parte, una de las limitaciones importantes que presenta este transporte es el de funcionar inadecuadamente para grandes distancias. Esto se refleja en la existencia de irregularidades en el terreno de circulación ("baches"), así como de señalizaciones de tránsito ("topes" y semáforos), que pueden redundar, ante un manejo inadecuado por parte del operador, en movimientos inadecuados que generen segregación del concreto.

Un renglón importante en la operación de este equipo, lo constituye el procedimiento de carga. Se recomienda un proceso lento, de manera que el material no golpee en las paredes del depósito, lo que ayudará a mantener la homogeneidad de la mezcla; aquí es necesario, como para

cualquier otro método de colocación, realizar un vibrado de compactación o consolidación, que garantice la homogeneidad del concreto en su sitio de vaciado. El llenado se realiza por la parte superior de la caja. Durante la transportación, se cuida que el concreto no se derrame por el ducto de descarga, al cerrar este por medio de una compuerta metálica. Dicha compuerta se levanta para permitir el flujo del material en el momento de la descarga.

Finalmente, se señala que el costo de este equipo es elevado, superior a cualquier otro camión de volteo común por su sofisticado diseño, pero resulta más económico que un camión para mezclado en tránsito (revolvedora). Sin embargo, cabe recalcar que las limitaciones que evidencia este equipo lo hacen objeto de un delicado proceso de selección, en el caso de que se decida utilizarlo.



CAMION DUMPCRETE

11.3 REVOLVEDORAS

Este es uno de los equipos de transporte de mayor popularidad en el ámbito de la construcción. Consiste de un vehículo automotor complementado con una olla de mezclado de concreto, que gira sobre un eje inclinado.

Los métodos de transporte utilizados por las revolvedoras, conocidas también como camiones concreteros, mezcladoras o simplemente "ollas", se dividen en dos:

- Acarreo de concreto dosificado y premezclado en planta. En este método, se realiza en forma simultánea el transporte y mezcla del material, manteniendo la humedad óptima necesaria en la mezcla, evitando el fraguado de la misma durante el proceso de transportación a través de la dosificación de agua a presión y conservando las características mecánicas del concreto. Asimismo, durante el acarreo, la olla gira y funciona como mecanismo de agitación, a fin de evitar la segregación de los agregados de la mezcla.

- Acarreo de concreto en seco. Consiste en transportar los materiales componentes del concreto en seco, en el tambor del camión, llevando el agua en tanques independientes de la olla. El agua se agrega a presión por la entrada del tambor, el cual se encuentra girando a velocidad de mezclado, realizando el proceso de fabricación hasta que llega a su destino para ser colocado. Esto es, el concreto es fabricado durante el trayecto.

El primero de los métodos se recomienda para recorridos de distancia media, mientras que el segundo es adecuado cuando la distancia entre la planta de fabricación y el sitio de colocación es muy grande. Tomando este criterio, las propiedades físico-mecánicas del material se conservan al máximo, evitando segregaciones o fraguados prematuros.

Por otra parte, es importante mencionar que la agitación y el tiempo de transporte del concreto inciden fundamentalmente en la merma de la manejabilidad y revenimiento del concreto. Es por tanto de principal interés para el constructor tomar medidas adecuadas, de acuerdo con el fabricante, que permitan mantener una calidad óptima del material.

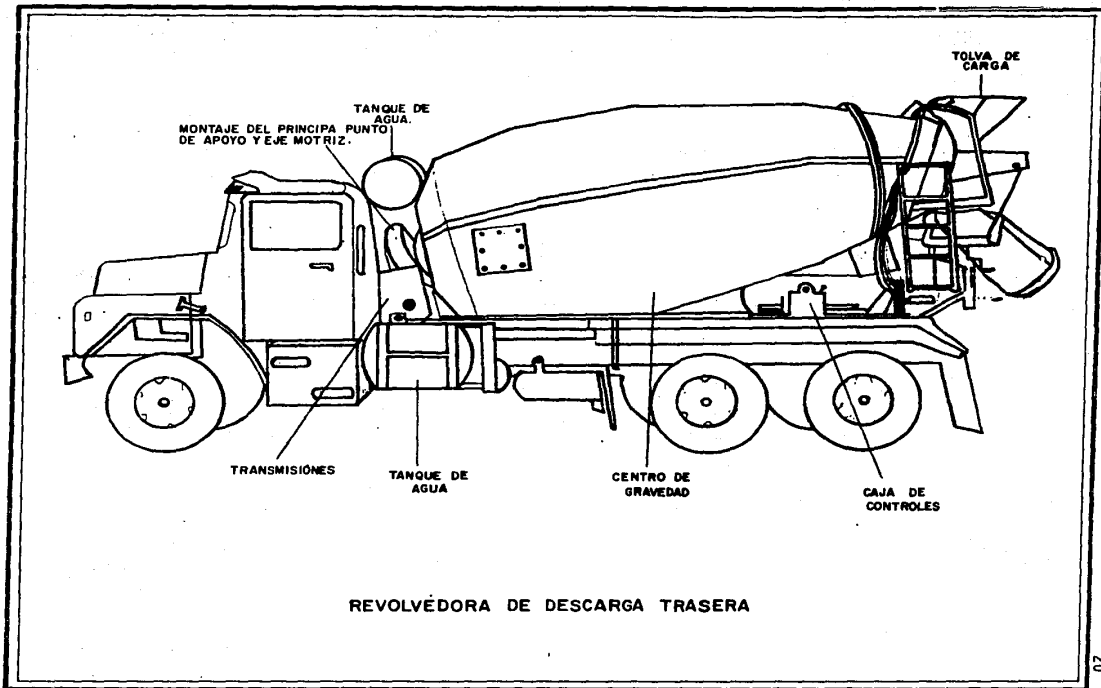
En función de su forma de descarga, las revolvedoras se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- II.3.1 Revolvedoras de descarga trasera
- II.3.2 Revolvedoras de descarga frontal
- II.3.3 Revolvedoras de descarga multilateral
- II.3.4 Revolvedoras con equipo especial

En los siguientes párrafos, se describen brevemente las características de cada grupo.

II.3.1 REVOLVEDORAS DE DESCARGA TRASERA

Constan de una olla inclinada hacia la cabina del camión, cuya capacidad va de los 4.5 a 9 m³, con una tolva de carga en la parte posterior de



la olla, el cual coincide con la parte trasera del camión, a través de la cual se realiza la carga de los materiales en seco o de la mezcla de la planta. Este tipo de revolvedoras permiten accionar la revolvedora por medio de la máquina del camión o por una máquina diesel independiente. En general, se tiende a que cada modelo de este equipo sea acoplable al chasis de camiones convencionales. La carga generada por el peso de la olla se encuentra en el rango de 2.9 a 4.5 ton. y es recibida por dos ejes traseros que, simultáneamente, proporcionan la tracción al vehículo. Una pequeña desventaja de este equipo lo constituye la necesidad de usar "chalanés" como gufa para realizar la descarga, ya que la posición de los controles y la cabina, no permiten una fácil visión de la parte trasera del camión. Adelante de la olla, que puede girar en ambas direcciones, se encuentra el depósito de agua, que se ve complementado por una bomba centrifuga y un medidor del volumen de líquido. De la misma manera, la mayor parte de estos modelos cuentan con una escalerilla auxiliar que lleva a la tolva de carga-descarga, lo que permite la inspección de la mezcla, con la finalidad de verificar su correcta realización, o bien la carga o descarga. Es importante señalar que este equipo es preponderantemente urbano; es decir, su utilización es más adecuada en vías pavimentadas.

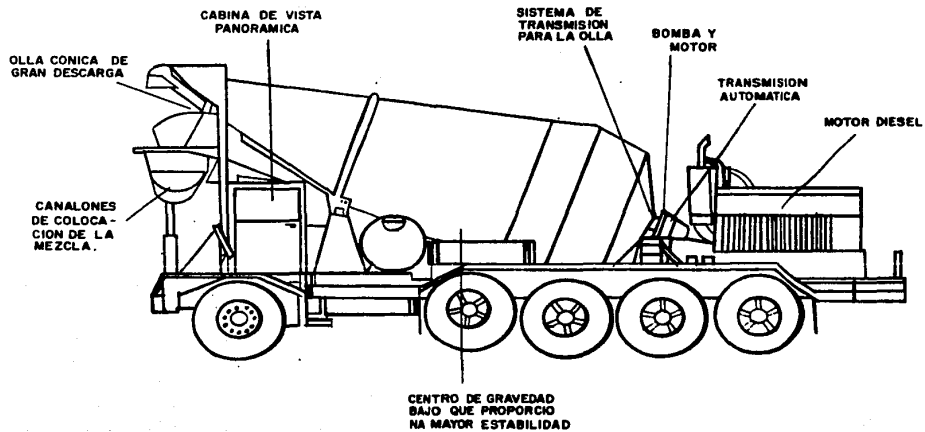
II.3.2 REVOLVEDORAS DE DESCARGA FRONTAL

De reciente diseño, este equipo integra la revolvedora y el camión en una sola máquina. Esta característica evita la necesidad de reducir la capacidad de la olla, para que la transmisión de carga pueda ser so-

portada por el camión que sirve de base. De esta manera, la capacidad de estos equipos, que realmente integran una planta, es mayor que la del equipo de descarga trasera (hasta 11 m³). Pueden utilizar de 2, 3 ó 4 ejes traseros, los cuales reciben la carga y ejercen la tracción de la máquina; el número de los mismos depende de la capacidad de la olla y de las características de tránsito que deberá enfrentar el vehículo en su tránsito hacia el punto de vaciado.

En contraposición con las de descarga trasera, las ollas de descarga frontal pueden enfrentar, con mayor éxito, condiciones de fuera del camino, lo que las hace una selección muy deseable en obras de acceso difícil o en terreno accidentado.

En este equipo, el motor diesel de la revolvedora es el mismo del camión y se encuentra en la parte trasera del cuerpo del vehículo. Se auxilia con una bomba y un motor hidráulico en la transmisión del tanque a la olla. Las tolvas de carga-descarga se ubican al frente del vehículo, sobre la cabina de control. Esta característica es muy importante, ya que permite que el operador vea directamente el punto de descarga, al frente y a los lados del vehículo, lo que resulta de amplia utilidad en el caso de colocación de concreto en cimentaciones, muros de concreto y elementos de difícil acceso. Estos equipos pueden realizar una descarga directa hasta 6m. de profundidad o bien, en un radio de 6 a 7 m. con respecto al centro de descarga de la tolva al canalón. El depósito de agua se encuentra atrás de la cabina de control. La rotación de la olla se puede realizar en ambas direcciones. El uso de este equipo, a partir de su invención, se ha hecho cada vez más popular.



REVOLVEDORA DE DESCARGA FRONTAL

II.3.3 REVOLVEDORAS DE DESCARGA MULTILATERAL

Se trata de pequeños vehículos de 4 ruedas utilizados para transportar volúmenes de concreto intermedios, entre 1 y 5 m³, que integran características de los pequeños dumpers de fuera de camino. Es decir, este equipo puede tener acceso a lugares con terreno sumamente difícil o afrontar gradientes de hasta el 50% en pendientes. Asimismo, la utilización del sistema de mando en las cuatro ruedas ("four wheel drive"), les permite entrar y salir de lugares pequeños o que para equipos mayores presentarían verdaderas trampas sin salida. La producción de estos equipos, en función de la capacidad de la olla, puede ser de hasta 12 m³.

El factor relevante de este equipo, como su identificación de grupo lo indica, reside en la capacidad de girar el tambor de mezclado en 180 grados, con lo que se puede realizar la colocación de concreto trasera, frontal o lateralmente. Esto puede ser de gran utilidad en estructuras que antepongan obstáculos para alcanzarlas o bien en paredes de cajones de cimentación y estructuras similares. Aún más pueden ser de gran utilidad en la elaboración de pavimentos, banquetas y guarniciones, al trabajar en combinación con maquinaria especial de colocación de concreto (capítulo III). En la mayor parte de estos equipos la tolva de descarga es independiente de la de carga. Esta última puede, inclusive, llegar a funcionar como pala mecánica, lo que le permite tomar agregados de depósitos de material a volteo, para realizar el proceso de acarreo de concreto en seco.

II.3.4 REVOLVEDORAS CON EQUIPO ESPECIAL

En este grupo nos referimos a los avances tecnológicos incorporados a los 3 grupos anteriores, principalmente para revolvedoras de descarga trasera y multilateral, que constituyen características viables de utilizar en obras específicas.

Se distinguen entre tales avances, los que incorporan una pequeña bomba de concreto y un brazo telescópico provisto de una manguera en las revolvedoras de carga frontal y multilateral, la edición de una grúa de sistema hidráulico, similar a la utilizada por un sistema de torre-grúa, y que permite la elevación de pequeñas batchas de concreto hasta alturas en el rango de 5 a 7 m. con una capacidad de 1/2 ton. En las revolvedoras de descarga multilateral se distingue un dispositivo especial que permite el giro radial de la cabina de control, proporcionando un amplio rango de visibilidad, y en consecuencia de supervisión, por parte del operador de la unidad al momento de la descarga.

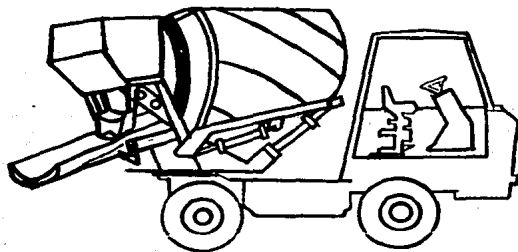
No está de más mencionar que los avances en electrónica, permiten incorporar sistemas de monitoreo electrónico que permiten una medida exacta de la cantidad de cada componente de la mezcla de concreto. Adaptable a cualquiera de los grupos anteriores, esta tecnología permite la elaboración de concretos de muy alta calidad de tránsito lo que antes solo se podía realizar en las grandes plantas productoras.

Algunos equipos de descarga multilateral, incluyen un dispositivo que permite intercambiar la olla con un depósito "dumper" de pequeño volumen, convirtiendo tal equipo en una selección muy adecuada para cierto tipo de obras.

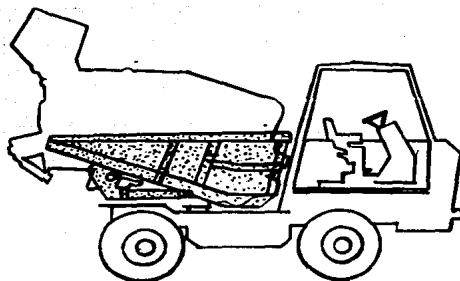
Igualmente, se hace necesario indicar que uno de los componentes más importantes en las revolventoras, lo constituyen las hélices de mezclado, ya que de ellas depende el buen rendimiento de la unidad, así como la mezcla adecuada de los componentes del concreto. Las hélices deberán estar hechas de acero de alta resistencia, ya que al igual que el material de la tolva de carga-descarga y las paredes del depósito, tendrán que soportar el desgaste generado al mover la mezcla.

Por otra parte, cabe hacer mención que al igual que los equipos de fabricación de concreto, las ollas se ven sujetas a especificaciones que limitan el número de revoluciones por minuto, en la carga, mezclado, agitación y descarga del concreto. Asimismo, existen indicaciones sobre el tiempo adecuado para la producción de concreto, a fin de evitar segregación del material o la pérdida de características mecánicas importantes.

Finalmente, se subraya la necesidad de que el material conserve sus propiedades físicas, plásticas, de consistencia y homogeneidad para su colocación y compactación, así como de que responda a las características de diseño para las cuales fué elaborado.



REVOLVEDORA DE DESCARGA MULTILATERAL



REVOLVEDORA CON EQUIPO ESPECIAL

II.4 BANDAS TRANSPORTADORAS

Las bandas transportadoras son un medio para la conducción de materiales en forma continua con elevado rendimiento y economía de operación. Ampliamente utilizada en la industria de la construcción, las bandas transportadoras funcionan muy especialmente como elemento de enlace entre diversas máquinas que conforman una planta de clasificación de materiales. La participación de las bandas transportadoras en esta clase de plantas puede ser en funciones sencillas como transportar los materiales para el triturado, cribado y/o lavado de los mismos. Con seguridad no existe una planta clasificadora en donde no intervenga una banda transportadora.

Las bandas transportadoras sin embargo, no solo se limitan a transportar materiales para el triturado o cribado, sino que también se les utiliza para transportar concreto en estado plástico, encargándose de recibirlo de revolvedoras o algún equipo de fabricación para llevarlo al punto de descarga y colocación. Las bandas transportadoras son las mismas para transportar concreto fresco y materiales en estado seco.

Las bandas transportadoras pueden formar parte de una instalación de manera permanente, dando lugar a las bandas transportadoras fijas, o bien la otra alternativa constituida por las de tipo móvil en las que el bastidor o armadura de apoyo se sostiene sobre el eje de un par de neumáticos, sin que por ello difieran en funcionamiento entre sí.

Las bandas transportadoras están compuestas por los siguientes elementos:

- A) Una banda continua de material resistente
- B) Rodillos de carga
- C) Poleas de cabeza y cola en los extremos de la banda
- D) Un motor de propulsión de la banda, de gasolina, diesel ó eléctrico.
- E) Una armadura de soporte del equipo

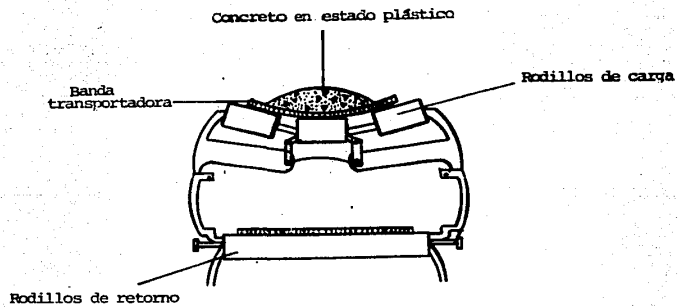
Con el objeto de identificar las funciones generales de los elementos que componen las bandas transportadoras, se mencionarán estas brevemente a continuación.

A) Una banda continua de material resistente.

La banda es el elemento móvil del conjunto, por lo regular está fabricada de varias capas de hilo nylon, las cuales se unen entre sí mediante materiales adhesivos especiales, reforzándose con alambre de acero, cuerdas de rayón, etc. El mercado ofrece diferentes tipos de bandas según sean las necesidades del cliente. Las bandas suelen diferenciarse por el número de capas de que están fabricadas, el peso de cada una y el ancho de la banda.

B) Rodillos de carga

Los rodillos de carga son elementos de sostén de la banda, debido a que esta desliza sobre ellos. Los rodillos de carga se encuentran instalados en la parte superior de la superestructura, y su función es la de sustentar la banda cargada, mientras que los rodillos de retorno instalados en la parte inferior sirven para guiar y sostener



SECCION TRANSVERSAL DE UNA BANDA TRANSPORTADORA

la banda en su recorrido de regreso ya vacía. Los rodillos por lo regular se fabrican con tubos de acero o hierro colado, revestidos exteriormente con materiales de protección y amortiguación, como hule o plástico, con lo que se evitan daños a la propia banda.

C) Poleas de cabeza y cola en los extremos de la banda

Las bandas transportadoras cuentan con una polea de propulsión en alguno de sus extremos, o bien una polea intermedia, pero si llega a ser necesaria la utilización de más de una polea, será necesario arreglar estas por pares y de este modo aumentar el área de contacto con la banda. Se pueden utilizar poleas lisas o corrugadas, dependiendo del grado de fricción deseado entre polea y banda.

D) Motor de propulsión de la banda, de gasolina, diesel ó eléctrico.

La polea es impulsada mediante un motor de gasolina, diesel o eléctrico, el cual viene equipado con un regulador de velocidad del movimiento. Para el diseño de la potencia total requerida por el motor propulsor, será necesario considerar un 5 ó 10% de pérdida por concepto del reductor de velocidad del movimiento.

Además para el diseño de la potencia total requerida, se acostumbra estudiar todos aquellos movimientos de la banda que consuman energía tales como el movimiento de la banda cargada y vacía sobre los rodillos, el movimiento de la carga horizontal y verticalmente, la propia energía para hacer girar las poleas, la potencia requerida durante la maniobra de frenado, etc.

E) Una armadura de soporte del equipo

La armadura de soporte de la banda transportadora es el medio mediante el cual viajan las cargas que son producto del peso propio del equipo y del transporte del concreto hasta el chasis con ruedas en donde recae todo el peso.

La armadura de soporte cuenta con mecanismos que permiten dar la inclinación deseada al equipo, y por lo regular la armadura está compuesta por elementos tubulares de hierro que la hacen resistente y muy durable mediante un buen mantenimiento.

El chasis con ruedas, (en el caso de las bandas transportadoras portátiles), le permite que fácilmente se desplace a distintos puntos de una obra en donde se requiera su servicio.

La clasificación de las bandas transportadoras se debe a las funciones que cada una puede realizar, más no a una modificación en el funcionamiento básico de las mismas.

Las bandas transportadoras se clasifican como se presenta a continuación:

- II.4.1 Bandas transportadoras portátiles o autosuficientes
- II.4.2 Bandas transportadoras alimentadoras o en serie
- II.4.3 Bandas transportadoras de distribución radial, y
- II.4.5 Bandas transportadoras de descarga lateral

Con el objeto de diferenciar estos equipos entre sí se presenta una explicación de cada uno de los equipos.

II.4.1 Bandas transportadoras portátiles o autosuficientes

Las bandas transportadoras portátiles o autosuficientes son de los equipos de transporte y colocación de concreto más utilizados para corto alcance y altura. La cualidad característica de este equipo es la facilidad de desplazamiento por toda la obra, y además que es una unidad autosuficiente, ya que cuenta con su propia fuente de energía. La longitud de la banda puede llegar a ser de hasta 18 metros, y dicha longitud tiene como principales limitantes el peso y la movilidad necesaria en el medio de una obra, y como resultado de ello la altura máxima de descarga puede llegar a ser de 10 metros o menos, pero esto depende del ángulo de inclinación máximo con que puede manejarse eficientemente la mezcla de concreto transportado en la banda.

Las bandas portátiles cuentan generalmente con un motor de gasolina o diesel de potencia variable según sea el tamaño del equipo, y utilizan sistemas hidráulicos de transmisión para impulsar la banda. Para la elevación de la banda estos equipos cuentan con mecanismos de pluma, los cuales pueden ser mecánicos o autopropulsados.

Las bandas transportadoras portátiles colocan más concreto que en un día que todos los demás tipos de transportadores juntos, y esto se debe a que gran número de obras requieren del manejo del concreto dentro del rango del corto alcance y poca altura, en donde se encuentra su más amplia aplicación.

na banda transportadora autopropulsada de aproximadamente 18 metros de longitud y motor de 30 hp, puede llegar a colocar hasta 75m³/hr de concreto, valor que depende de la velocidad con que se opere la banda. La descarga de una banda transportadora portátil se realiza en el extremo de la banda a través de un canal que conduce el concreto al lugar del colado, o bien mediante un tubo con embudo cuando el colado se realiza bajo el nivel del suelo.

Los costos de instalación y operación son en gran medida inferiores comparados con los de otros transportadores.

II.4.2 Bandas transportadoras alimentadoras o en serie

Cuando se desea colocar concreto a largo alcance, se hace necesaria la utilización de bandas transportadoras de alimentación, las cuales operan en serie con puntos de transferencia para la descarga. Para el diseño del sistema de transportadoras múltiples, deben considerarse la operación conjunta dentro de un método integrado y la previsión automáticas de sobrecargas en cualquier unidad individual o punto de transferencia. Este multisistema se utiliza normalmente para colocar grandes volúmenes de concreto, y esto justifica su instalación la cual resulta bastante tardada.

Con el fin de simplificar los problemas de control y coordinación, las bandas transportadoras de alimentación vienen equipadas con motores de corriente alterna, de tal manera que la velocidad de transporte es controlada por la fuente de energía.

El sistema eléctrico de los motores de las bandas varían según el fabricante, sin embargo deben satisfacer varios requerimientos críticos como ofrecer seguridad a los controles y cables si son utilizados en ambientes húmedos, protección contra condiciones de sobrecarga y de bajo voltaje etc.

No es conveniente que todos los motores arranquen en forma simultánea cuando las bandas están cargadas, debido a que la corriente de arranque es mucho mayor que la corriente de marcha continua.

Por lo regular las transportadoras de alimentación se usan en lugares en donde la única energía disponible proviene de generadores portátiles.

Por otra parte las bandas no pueden manejar cantidades irregulares de concreto, por lo que es de vital importancia verificar que cada unidad componente del sistema múltiple opere a la velocidad correcta antes de que sea descargado el concreto en la banda de recepción de la mezcla.

El ancho de la banda es de 40cm en promedio, y la velocidad de transporte puede llegar a ser de 150 metros/minuto, y se puede esperar un rendimiento del equipo de hasta 90m³/hr en condiciones óptimas de operación. Cabe mencionar que estas bandas están diseñadas para evitar problemas de segregación de los agregados del concreto.

Debido a que las bandas de alimentación mueven grandes volúmenes de

concreto requieren de especial atención para el mantenimiento y durante la operación de las mismas.

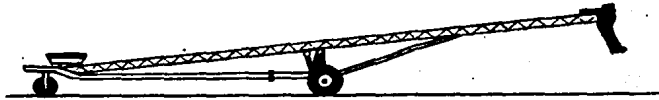
Por lo regular las bandas transportadoras de alimentación descargan el concreto en un equipo especialmente diseñado para distribuirlo.

IV.4.3 Bandas transportadoras de distribución radial

Las bandas transportadoras de distribución radial son las que se instalan en el área de la colocación del concreto, sobre una base que le permite girar al conjunto 360° con respecto al punto de descarga, y con opción a extenderse o acortarse considerablemente. Las bandas transportadoras radiales en voladizo descansan sobre la base en donde está siendo colocado el concreto, con el fin de eliminar el momento de volteo producido por la banda cargada. Los modelos más pequeños y económicos son los de operación manual con capacidad para girar 180°.

Las bandas transportadoras radiales impulsadas por motor, poseen la capacidad de subir o bajar y extender o acortar el transportador con la ayuda del mismo, lo que permite aumentar en gran medida la eficiencia de la distribución radial. Sin embargo el uso de los motores aumentan el peso del equipo, lo cual incrementa a su vez el costo y la dificultad de instalación antes y después de la colocación del concreto.

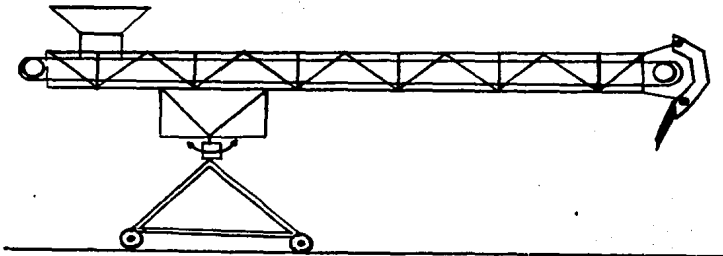
El uso de las bandas transportadoras telescópicas de dos o tres secciones montadas en el brazo de una grúa hidráulica ha permitido superar las limitaciones del alcance y peso de las unidades de distribución radial.



BANDA TRANSPORTADORA PORTATIL



BANDA TRANSPORTADORA ALIMENTADORA O EN SERIE



BANDA TRANSPORTADORA DE DISTRIBUCION RADIAL

Otras ventajas que ofrecen estos equipos, son de rápida instalación en obra y el libramiento de obstáculos que se interponen regularmente durante la colocación del concreto.

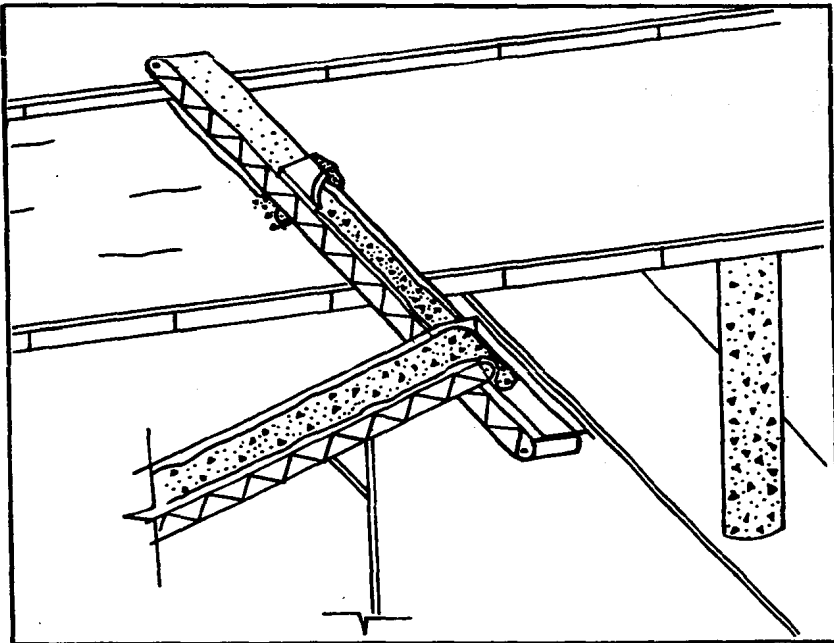
IV.4.4 Bandas transportadoras de descarga lateral

Las bandas transportadoras de concreto con descarga lateral, tienen la característica de que abarcan toda el área de colocación de la obra en cuestión. La descarga del concreto se realiza por un lado de la banda con la ayuda de una cuchilla móvil con la que se logra colocar una franja recta de concreto, resultando ideal para acabados.

Debido a que las revolventoras de camión no pueden verter con eficiencia el concreto a más de 4m aproximadamente, pueden ser utilizadas varias bandas transportadoras de descarga lateral interconectadas entre sí, para la distribución del concreto en pisos de almacenes, rampas de aeropuertos, calles, y otro tipo de losas planas, por lo que trabajan más comunmente en forma horizontal.

El distribuidor que recoge el concreto de la banda y lo descarga por un lado de la misma, utiliza una cuchilla raspadora para efectuar esta operación. Es natural que la cuchilla sufra algún desgaste, en forma tal que es muy probable que la banda se lleve un poco de lechada aún habiendo pasado por la cuchilla raspadora, la cual se descarga por el extremo final de la banda. Deberán tomarse medidas para prevenir que este material remanente fluya hasta el concreto ya colocado.

A pesar de que las bandas transportadoras de descarga lateral ofrecen un buen servicio para la colocación del concreto, las bombas de concreto resultan más prácticas para la construcción de losas, pisos, rampas, etc., ya que se elimina el trabajo necesario para mover el extremo de la descarga por el tubo con que estos equipos cuentan.



BANDA TRANSPORTADORA DE DESCARGA LATERAL

II.5 BACHA O BOTE DE CONCRETO MOVIDO CON GRUA

La bacha o bote de concreto es un recipiente para transportar concreto que cuenta con compuertas en el fondo, las cuales al abrirse permiten que el concreto fluya hacia abajo por peso propio. Estas compuertas pueden ser operadas manualmente en el caso de los botes chicos, y en el caso de los botes grandes el sistema de apertura puede ser mecánico, hidráulico o neumático. Las compuertas están diseñadas en forma tal que puedan abrirse o cerrarse a voluntad con el fin de regular el flujo del concreto.

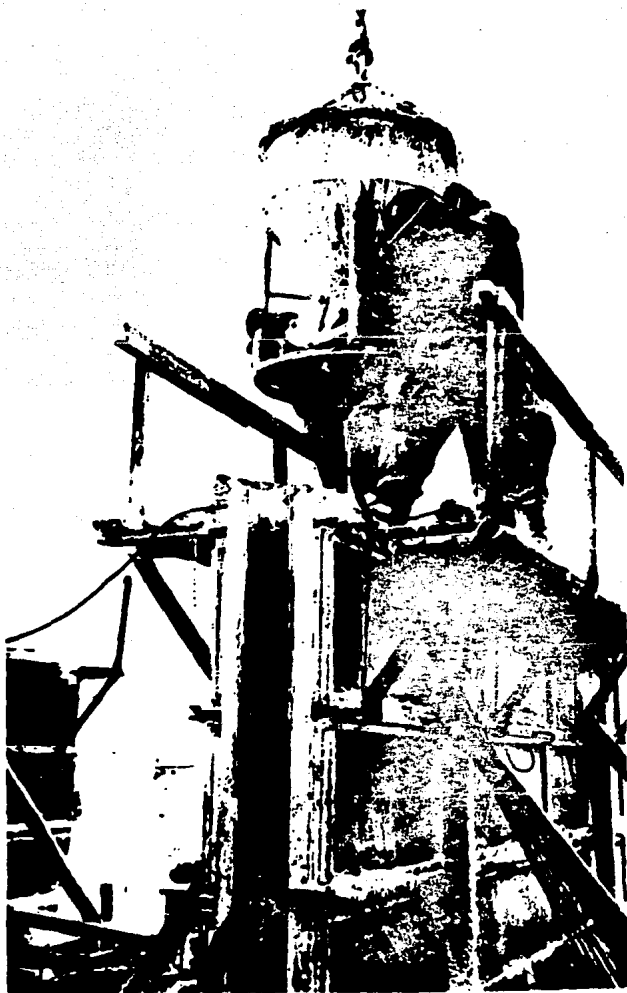
Los volúmenes de concreto que pueden manejar van desde 0.5 m³ hasta 8 m³ en los modelos más grandes.

La forma de la bacha o bote de concreto puede variar conforme al fabricante, sin embargo es muy común que sea la de un cono invertido y trunco en su parte inferior, la parte superior no cuenta con compuertas, lo que permite que el concreto pueda ser vaciado dentro del mismo con gran facilidad.

Los botes de concreto necesariamente deben ser movidos mediante un equipo de elevación, lo cual da como resultado la siguiente clasificación:

II.5.1 BACHAS O BOTES DE CONCRETO MOVIDOS MEDIANTE GRUA SOBRE NEUMATICOS, Y

II.5.2 BACHAS O BOTES DE CONCRETO MOVIDOS MEDIANTE TORRE GRUA



BACHA DE CONCRETO OPERADA DURANTE EL COLADO
DE UN MURO

En algunas obras como edificios de muchos pisos es posible utilizar una grúa con neumáticos o bien una torre grúa para la colocación de concreto en el lugar indicado de la estructura. Cada una tiene ventajas que pueden hacerla más adecuada que la otra bajo ciertas condiciones.

II.5.1 Bachas o botes de concreto movidos mediante grúa sobre neumáticos.

La bacha o bote de concreto antes mencionado es el mismo independientemente de la clasificación presentada con anterioridad. Enseguida se mencionarán las ventajas que existen al utilizar las gruas sobre neumáticos para la colocación de concreto utilizando los botes mencionados:

- a) La mayor movilidad le permite a la grúa depositar el concreto en diferentes lugares alrededor de la estructura, siempre y cuando exista el debido acceso a la obra, reduciendo así al mínimo la distancia de acarreo con carretillas.
- b) La grúa puede utilizarse para otras operaciones.
- c) El costo de instalación de una grúa con neumáticos será menor que el de una torre.

Pero a pesar de las ventajas antes mencionadas, existe la restricción de que de cualquier forma este sistema al igual que el de la torre grúa, significa dos operaciones distintas, la primera cargar el bote con concreto y la segunda elevarlo al lugar preciso de la

GRUA CON NEUMATICOS DURANTE
UNA OPERACION DE COLOCACION
DE CONCRETO MEDIANTE BACHA



colocación. La desventaja de lo anterior son los tiempos muertos generados, los cuales pueden ser aprovechados para que realice la máquina otros trabajos.

Las características técnicas de las gruas sobre neumáticos difieren solo en la potencia del motor, y por lo tanto en la capacidad de carga con respecto a las torres grúa. Por lo demás, y salvo el hecho de rodar sobre neumáticos en vez de hacerlo sobre orugas, existen pocas diferencias entre ambos grupos.

Las grúas móviles suelen contar con un motor diesel el cual va acoplado a un generador de corriente continua, encargado de suministrar la energía necesaria para el movimiento de los motores eléctricos que gobiernan los mecanismos de la máquina, los cuales cumplen con las siguientes funciones:

- Accionan la elevación y descenso de la carga
- Accionan el movimiento de la pluma
- Accionan el movimiento de la plataforma giratoria
- Proporcionan la energía necesaria para el traslado de la unidad de un punto a otro.

La selección de los movimientos siempre se realiza desde el interior de la cabina, con la ayuda de controles situados en un panel general de accionamiento. Por otra parte, la altura máxima conocida que es capaz de conseguir una pluma en esta clase de gruas, incluido el plúmín auxiliar, es de 60 metros aproximadamente.

Por todo esto, la grúa sobre neumáticos resulta ser un equipo muy útil para diversos trabajos en una construcción, pero particularmente para la colocación de concreto mediante una bacha o bote especial.

II.5.2 Bachas o botes de concreto movidos mediante torre grua.

Como se mencionó en el caso anterior, la bacha o bote de concreto no varía en forma y capacidad con respecto a la selección de la grúa, por tal motivo se mencionarán las ventajas de la utilización de una torre-grúa, para la movilización de dichos botes en una obra, y son:

- a) La inversión que se realiza en la torre y en el equipo de elevación será menor que para una grúa con neumáticos, y
- b) La instalación de este equipo requiere de un espacio limitado, lo que le permite trabajar sin problemas aún en lugares muy congestionados.

La desventaja de este equipo es la misma que se mencionó para las grúas sobre neumáticos, es decir que su funcionamiento depende de dos operaciones diferentes, la de carga del bote y la elevación al sitio de colocación, todo esto con su respectiva pérdida de tiempo.

Una torre-grúa no es más que un pórtico o marco que puede estar

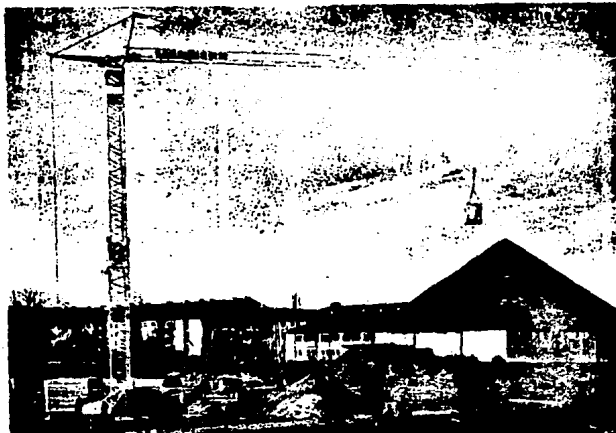
fijo en su base o tener movimiento sobre rieles de rodadura. Este pórtico sustenta una torre metálica giratoria de rotación total alrededor de un eje vertical, y en su parte superior se encuentra una pluma colocada en ángulo recto con respecto a la vertical, y sobre ésta se desplaza un carretón móvil accionado por un motor eléctrico.

Un malacate instalado en la torre grúa eleva la carga mediante un cable que pasa por poleas hasta la parte superior, mientras que un contrapeso superior equilibra el peso del brazo y de la carga. Además la torre grúa está constituida por elementos empalmados que permiten conseguir con relativa facilidad la altura deseada.

Cuenta también con una cabina para el operador situada exactamente en la intersección de la torre y la pluma, y para seguridad del mismo en ocasiones la torre cuenta con un elevador que lo lleva del nivel del terreno hasta la cabina y viceversa.

La torre grúa por sus características especiales, se considera la unidad de elevación más adecuada para la construcción de edificios, sobre todo cuando deben alcanzar una cierta altura.

Ultimamente, se han encontrado otras aplicaciones en obras importantes, sustituyendo a los cables grúa en el montaje de estructuras de acero, en la construcción de hidroeléctricas realizando diversos trabajos, puentes de grandes dimensiones, puertos, etc.



**TORRE GRUA LIEBHER MODELO K, DURANTE EL PROCESO DE COLOCACION
DE CONCRETO MEDIANTE UNA BACHA O BOTE DE CONCRETO**

II.6 BOMBAS DE CONCRETO

El bombeo de concreto es uno de tantos métodos empleados para la transportación de concreto de su lugar de recepción o de fabricación en la obra al de su colocación en las cimbras. Por las ventajas que ofrece el bombeo de concreto se está convirtiendo en uno de los métodos más efectivos para el manejo del concreto en obra.

Cuando se habla de bombeo de concreto se debe entender un sistema de entrega entre dos puntos, mediante el cual el concreto es movido bajo presión a través de una tubería rígida, flexible o de una combinación de ambas hasta su destino final.

El bombeo de concreto es posible cuando este puede ser movido dentro de la tubería. Este tipo de concreto es conocido como concreto bombeable, y su composición debe permitir la lubricación constante de todos los componentes de la tubería de modo que no ocurran bloqueos.

El estudio y desarrollo de estas máquinas, han permitido a los constructores eliminar los costosos y difíciles métodos que permiten hacer llegar el concreto desde la revolvedora situada al pie de la obra, hasta el punto exacto de la colocación, tal es el caso de las barchas elevadas mediante plumas o grúas. En cualquiera de estos casos significan dos operaciones distintas con su correspondiente pérdida de tiempo durante la conexión de ambas entre sí.

Las primeras bombas de tipo práctico datan de 1930, con las que se intentó comercializar un sistema de máquinas bomba diseñadas para que permitieran fabricar el concreto y transportarlo a distancia horizontal o vertical hasta el lugar de su colocación. Se detectó un factor importantísimo, el concreto bombeado es colocado rápidamente y sin intermediarios en lugares en donde otros sistemas difícilmente pueden llegar, como en la construcción de galerías subterráneas, además de tuneles, etc.

A partir de 1960 es cuando esta nueva técnica comienza a tomar vigor, principalmente por los estudios y ensayos llevados a cabo en Europa en donde se ha dado gran impulso a esta clase de equipos desde entonces a la fecha.

La característica básica de un equipo de bombeo de concreto es contar con un mecanismo que obligue a fluir al concreto húmedo por la tubería de entrega, para lo cual los fabricantes de estos equipos han aplicado tres principios fundamentales de bombeo que son:

- A) BOMBEO DE PISTON
- B) BOMBEO NEUMATICO
- C) BOMBEO DE RETACADO

Con el objeto de diferenciar cada uno de estos principios entre sí, se expone a continuación una breve descripción de los mismos.

A) BOMBEO DE PISTON

Las bombas de pistón están compuestas por una tolva de recepción para el concreto mezclado, una válvula de entrada y otra de salida, un pistón y un cilindro. La válvula de salida se sitúa precisamente en la línea de descarga.

En el momento en que el pistón inicia su retroarranque, la válvula de entrada se abre y la válvula de salida se cierra, y justo entonces el pistón empuja al concreto contenido en el cilindro hasta la tubería o manguera por donde fluye el concreto hasta el punto de descarga para su colocación en el área correspondiente de la obra.

Las bombas que actualmente se utilizan, constan de dos pistones, uno que retroacciona cuando el otro se impulsa hacia adelante, el objeto de esto es darle un flujo más uniforme al concreto. Cabe mencionar que en algunas bombas estos pistones pueden funcionar independientemente.

El accionar de los pistones se logra mecánicamente mediante una biela o una cadena, o bien hidráulicamente con aceite o agua. La energía de propulsión de los pistones se obtiene de motores de gasolina, diesel o eléctricos integrados en diversos modelos que ofrecen los fabricantes.

La tolva de recepción del concreto varía en tamaño y capacidad, generalmente están equipadas con aspas remezcladoras que mantienen

la consistencia y uniformidad de la mezcla.

Las bombas con este principio de funcionamiento pueden estar montadas sobre un camión, un remolque o bien en un conjunto estacionario.

B) BOMBEO NEUMÁTICO

Las bombas de concreto cuyo principio de bombeo es neumático, cuentan con un tanque de presión y un abastecedor de aire comprimido, es decir un compresor, con los que realizan su funcionamiento básico. El proceso comienza enviando al tanque de presión el concreto, luego herméticamente se cierra el tanque para que seguido de esto el aire comprimido se inyecte por la parte superior del tanque e impulse a su vez el concreto a través de un tubo conectado al fondo. Al final del tubo se haya una caja mezcladora, mediante la cual se expulsa el aire y se evita la segregación.

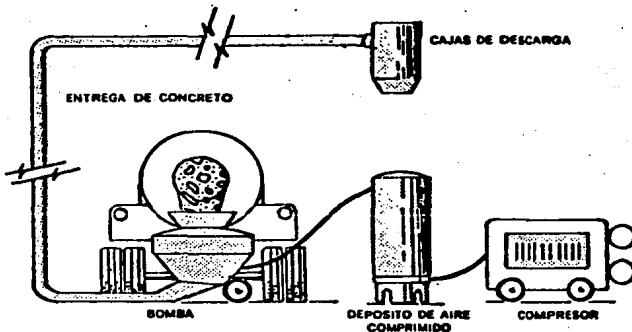
Cada que el tanque de presión se vacía, el aire se expulsa, y entonces se llena nuevamente de concreto el tanque de presión repitiéndose así la operación.

En obras grandes son empleados varios tanques de presión, con el objeto de proporcionar una dotación continua de concreto a la obra. Con frecuencia se emplea un tanque receptor de aire para estabilizar el suministro de aire comprimido y asegurar de este modo que fluya constantemente el concreto.



La válvula de entrada se abre cuando la válvula de descarga está cerrada y el concreto se introduce en el cilindro por gravedad y por la succión del pistón. Cuando el pistón avanza se cierra la válvula de entrada, la válvula de descarga se abre, y el concreto es empujado por la tubería hacia la cámara.

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UNA BOMBA DE CONCRETO TIPO DE PISTON



El compresor llena de aire comprimido el tanque, que empuja el concreto en la bomba a través de la tubería.

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UNA BOMBA DE CONCRETO DEL TIPO NEUMATICO

Cierto tipo de máquinas introducen directamente el concreto en la línea conductora de aire con una secuencia determinada para que de este modo se mantenga un flujo mas o menos uniforme.

Cuando es utilizada la bomba neumática de concreto habrá que poner especial atención y cuidado en la segregación de los materiales, así como en las posibles averías en la cimbra en el momento de la descarga.

C) BOMBEO DE RETACADO

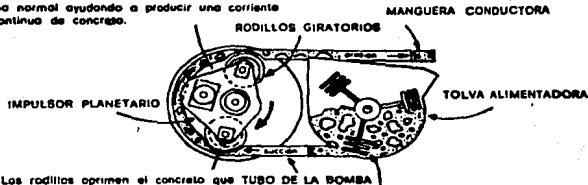
Las bombas de retacado están compuestas por una tolva de alimentación equipada con tres o mas aspas remezcladoras. En el fondo de la tolva se conecta una manguera flexible, la cual llega hasta el fondo de un tambor metálico que se mantiene al alto vacío.

La manguera corre alrededor de la periferia interior del tambor saliendo por la parte superior. Además el conjunto cuenta con unos rodillos impulsados hidráulicamente que giran sobre la manguera flexible dentro del tambor y exprimen al concreto para enviarlo a la parte superior.

El vacío permite el abastecimiento uniforme del concreto proveniente de la tolva de alimentación.

Los equipos modernos de hoy en día, difícilmente operan con este principio, sin embargo, muchos de los equipos pioneros de bombeo utilizaron este sistema por lo que se considera historico hablar del mismo.

El enrarecimiento del giro que se mantiene en la cámara de la bomba vuelve el tubo a su forma normal ayudando a producir una corriente continua de concreto.



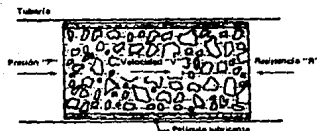
Los rodillos oprimen el concreto que se encuentra dentro del tubo empujándolo hacia la manguera de conducción.

Aspas giratorias que empujan el concreto al tubo de la bomba.

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UNA BOMBA DEL TIPO DE RETACADO

Por otra parte, para obtener un bombeo satisfactorio se requiere un suministro constante de concreto ya sea mediante revolvedoras colocadas al pie de la obra o bien por revolvedoras montadas sobre camión. De cualquier forma, el concreto debe cumplir con dos requisitos fundamentales estipulados por el ACI COMITE 304-"Colocación de concreto por método de bombeo", y éstos son:

- 1) El concreto debe poseer las propiedades requeridas por el diseño estructural una vez que este endurezca, comunmente especificadas por valores de resistencia a la compresión, y
- 2) El concreto debe ser capaz de resistir las fuerzas que se le aplican mientras se encuentra en estado plástico, y no debe segregarse a causa de la presión ejercida por la bomba, y a la vez, no debe ofrecer tal resistencia a la fricción que impida su desplazamiento por las tuberías de la bomba.



REPRESENTACION DEL MOVIMIENTO DEL CONCRETO

La selección adecuada de una bomba de concreto depende de un estudio completo de las necesidades de bombeo.

Deberá contemplarse de que tipo de obra se trata, si urbana o de gran magnitud, la distancia a la cual se desea bombear la mezcla, la granulometría de la misma, y en función de todo esto seleccionar el equipo más adecuado.

Una vez que se ha seleccionado el tipo de bomba que cumple con los requerimientos técnicos, se procede a hacer la evaluación económica, es decir, considerar los costos de adquisición o renta del equipo, los costos que intervengan por concepto de mantenimiento, así como costos producto de la operación del equipo.

Ahora, conocidos estos factores el constructor está en condiciones de seleccionar el equipo que considere más económico y adecuado a sus necesidades.

Las modernas bombas de concreto se clasifican de acuerdo con su movilidad en tres tipos:

II.6.1 BOMBAS ESTACIONARIAS

II.6.2 BOMBAS REMOLCADAS

II.6.3 BOMBAS SOBRE CAMION O AUTOBOMBAS

Cada una de las bombas de la clasificación anterior debe cumplir con los requisitos y recomendaciones antes mencionadas.

II.6.1 BOMBAS ESTACIONARIAS

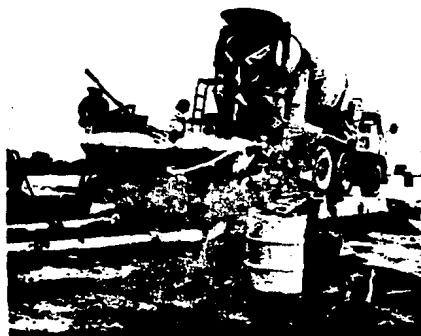
Las bombas estacionarias están diseñadas para trabajar fijas en un punto cercano a la obra, con la que está unida por una donducción de tuberías. Estas unidades se emplean cuando los periodos de bombeo son muy prolongados.

Por lo regular están montadas sobre un chasis de soporte con patas ajustables para asegurar una buena estabilidad a la máquina. Cuentan también con una tolva de alimentación cuyo tamaño variará dependiendo de la capacidad de la bomba, la propia bomba y tubería para el transporte y colocación del concreto.

El motor de la bomba puede ser diesel, de gasolina o eléctrico. Por ser un equipo estacionario no cuenta con elementos propios para su traslado, de modo que para su instalación y movimiento es necesario utilizar una grúa y un equipo de transporte con capacidad de carga adecuado.



BOMBA DE CONCRETO ESTACIONARIA SCHWING, EN ACCION



**BOMBA ESTACIONARIA CARGANDO SU
TOLVA MEDIANTE UNA REVOLVEDORA**



BOMBA ESTACIONARIA FIJA EN ACCION

El principio de bombeo puede ser cualquiera de los descritos, (de pistón, neumático o de retacado), según sea el fabricante del equipo. Los equipos más modernos utilizan el bombeo de pistón.

II.6.2 BOMBAS REMOLCADAS

Las bombas de concreto remolcadas son aquellas que van montadas sobre un chasis de acero y están dotadas de uno o varios trenes de rodaje con neumáticos, y llevan además dos o cuatro patas ajustables de apoyo situadas en la parte delantera del chasis.

Están equipadas con una barra de remolque graduable en altura, que permite que sea remolcada por cualquier equipo de transporte adecuado. Estas bombas pueden circular por carretera hasta velocidades de 80 KPH.

Otro elemento importante es la rueda de espuela que sirve de apoyo y que se encuentra situada en la parte delantera del chasis, con el que se facilita el desplazamiento a mano de la bomba.

La corredora es un segmento de tubo que comunica al exterior el concreto una vez que ha pasado el proceso de bombeo, permite acoplar tubos de diámetro variable e incluso elementos reductores.

Estos equipos cuentan con un ciclo dual de operación, manual y automático, lo cual permite que en casos de emergencia la bomba pueda ser desactivada manualmente por el operador.

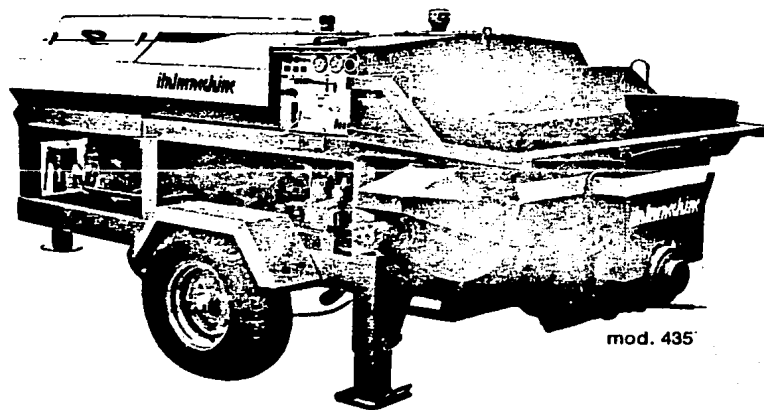
Los controles de la bomba cuentan con medidores de presión, y dispositivos para arrancar y parar la bomba.

El principio de bombeo varía según el fabricante de la bomba, sin embargo hoy en día el más utilizado es el bombeo de pistón.

Los fabricantes ofrecen distintos modelos, con el objeto de satisfacer las necesidades de bombeo de concreto del constructor, y estas unidades entre sí tan solo varían en tamaño y potencia del motor, ya que por lo regular el principio de bombeo es el mismo.

Es conveniente destacar que algunos equipos cuentan con una pluma de tubería para la colocación, cuya movilidad permite que sea un equipo muy versátil en la colocación de concreto a cierta altura o bajo el nivel del terreno.

Las bombas remolcadas son utilizadas en todo el mundo, en obras como hidroeléctricas, túneles, galerías, puentes, rascacielos, cimentaciones, etc., en donde se bombea concreto cumpliendo con las exigencias de rendimiento, calidad y seguridad de trabajo.



mod. 435

BOMBA REMOLCABLE ITALMACHINE, CUYO PRINCIPIO DE BOMBEO ES EL DE PISTON

II.6.3 Bombas sobre camión o autobombas

Las autobombas suelen ser las más adecuadas cuando hay que asegurar un bombeo de gran potencia y alcance, o bien cuando deba llegarse a puntos de difícil acceso.

El vehículo es un camión especialmente diseñado que cuenta con un chasis especial, el cual monta una pluma articulada de gran longitud para guiar las tuberías flexibles y hacer llegar el concreto en las mejores condiciones de orientación y rapidez de entrega. Se trata entonces de un verdadero equipo de bombeo integrado, el cual funciona como unidad independiente.

De ningún modo se trata de un equipo de bombeo simplemente montado sobre un camión, sino de un vehículo diseñado expresamente para cumplir funciones específicas de bombeo y de movilización hasta el punto de la obra en donde se requiera su servicio.

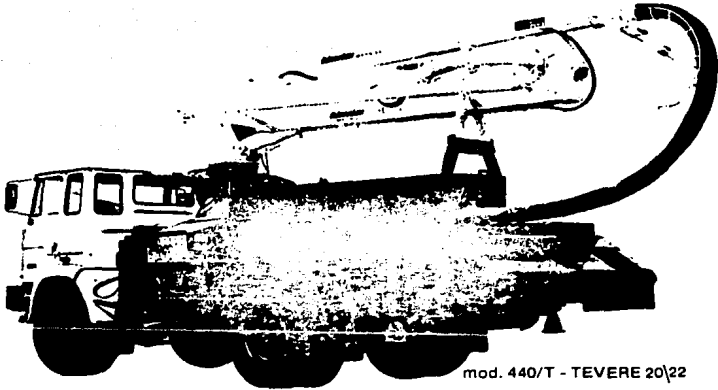
Las autobombas también cuentan por lo regular con tres ejes y diez neumáticos, (siendo éstas las unidades más pequeñas), una tolva de alimentación, y por lo menos con cuatro soportes hidráulicos ajustables según lo accidentado del terreno que le permite a la autobomba mantener estabilidad mientras realiza el bombeo así como también conservar los neumáticos librándolos de la sobrecarga a que es sujeto el equipo en el momento preciso en el que se acciona.

El principio de bombeo con que suelen trabajar estas bombas es con el más eficiente, o sea el bombeo de pistón.

Por otra parte los controles de todo el equipo se encuentran en la cabina del operador, pero en algunas unidades existen controles tanto en la cabina del operador como en la zona cercana a la tolva de alimentación. Los controles permiten conocer la presión a la cual está trabajando la bomba, y también activar y desactivar el equipo incluyendo la pluma articulada, la propia bomba, los soportes hidráulicos del camión, etc.

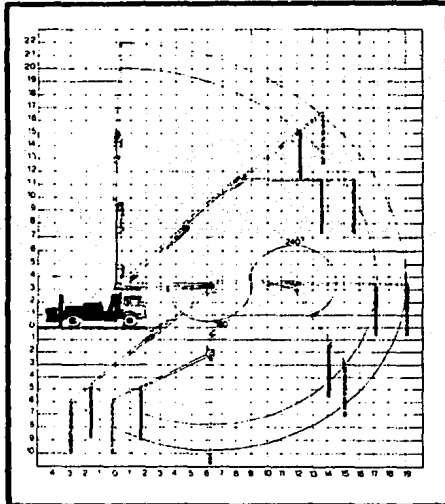
El costo de una autobomba es muy superior al de una bomba estacionaria o una remolcable, pero ofrece la ventaja de movilizarse independientemente y colocar concreto en zonas inaccesibles para otros equipos.

Los usos más comunes de las autobombas ocurren en zonas urbanas en la aplicación de concreto en edificios, en naves industriales, en puentes, cimentaciones, etc. En cualquiera de estos casos su alto rendimiento, su largo alcance y el gran número de posibilidades de aplicación hacen que la autobomba sea uno de los equipos más importantes para la colocación de concreto en diversas clases de obras civiles.



mod. 440/T - TEVERE 20/22

AUTOBOMBA ITALMACHINE MODELO 440/T-TEVERE 20/22 DE DOS EJES, CON PLUMA



LA GRAFICA MUESTRA TODAS LAS POSIBILIDADES DE MOVIMIENTO DE ESTE EQUIPO
TANTO EN NIVELES SUPERIORES COMO EN INFERIORES, LA ESCALA ESTA EN METROS

II.7 LANZADORAS DE CONCRETO

También llamadas máquinas para gunitar, lanzadoras de concreto, y máquinas de chorro de arena, debido a la versatilidad de este equipo, estas máquinas permiten la mezcla de los materiales que hay que proyectar en el momento justo de ir a ser lanzada.

El procedimiento de proyección que utiliza este equipo es el siguiente; transporta la mezcla con la ayuda de una corriente de aire comprimido a través de mangueras, y mediante un inyector se proyecta esta contra los elementos que así lo requieran.

La dosificación del agua necesaria para el fraguado de la mezcla se realiza en el cuerpo mezclador del inyector poco antes de la aplicación. Sin embargo, la adición del agua depende del tipo de estructura y los requerimientos de ésta, es decir, que puede ser necesario que la mezcla sea aplicada en seco o en húmedo, dando como resultado la siguiente clasificación:

II.7.1 MAQUINAS DE PROYECCION EN SECO, Y

II.7.2 MAQUINAS UNIVERSALES DE PROYECCION EN SECO Y HUMEDO

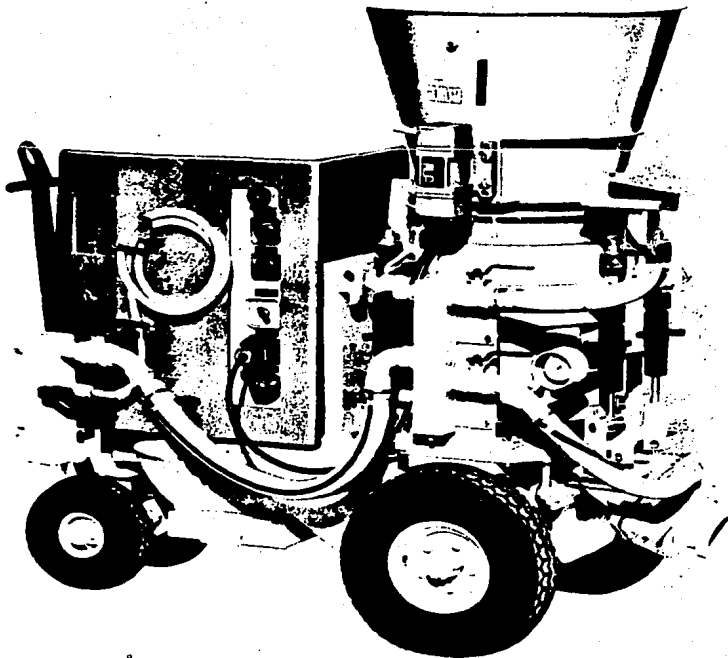
La utilización de cualquiera de estas máquinas dependerá de las necesidades de la obra y su magnitud.

II.7.1 Máquinas de proyección en seco.

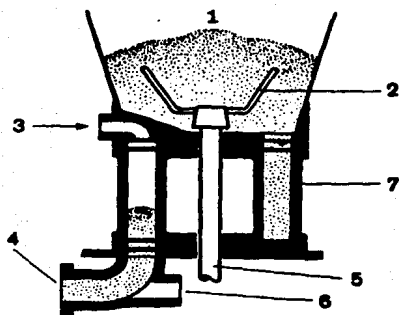
Las máquinas de proyección en seco, son equipos de proyección a rotor de alta capacidad para la aplicación de una mezcla seca sobre alguna superficie húmeda o semihúmeda, y trabajan bajo el principio del transporte neumático. La mezcla, (cemento con arena, o con grava y arena), llega de la tolva de carga a través de cámaras de rotor provistas de camisas autolimpiantes a la cámara de descarga y a la tubería de transporte, (de este modo resulta posible elaborar sin dificultad mezclas secas con alta humedad propia, máximo de 6 a 8% sin la menor dificultad). Mediante una corriente de aire controlable, la mezcla se transporta a la boquilla de proyección a través de la manguera de transporte.

El manejo de la máquina es sencillo ya que el operador solo debe dirigir la cabeza de la manguera, abriendo el paso a la mezcla o bien cerrando su salida mediante una palanca localizada en la boquilla del inyector. El chorro de la mezcla se controla dirigiendo su trayectoria y alcance en forma similar al control del chorro de agua en una manguera casera.

La aplicación más amplia de estas máquinas es en trabajos de impermeabilización contra infiltraciones en roca u otro tipo de suelo, en la construcción de galerías, túneles, carreteras, etc.



MAQUINA DE PROYECCION EN SECO MARCA ALIVA, MODELO 260.

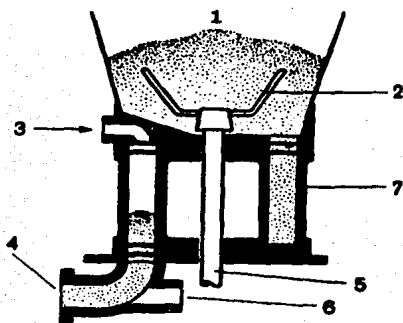


- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| 1. Alimentación del material | 4. Salida de material |
| 2. Agitador | 5. Eje de accionamiento |
| 3. Aire comprimido | 6. Aire comprimido |
| | 7. Rotor |

SECCION TRANSVERSAL DE UNA MAQUINA DE PROYECCION EN SECO DE CONCRETO Y OTRO TIPO DE MEZCLAS, MARCA ALIVA



MAQUINAS DE PROYECCION EN SECO TRABAJANDO



- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| 1. Alimentación del material | 4. Salida de material |
| 2. Agitador | 5. Eje de accionamiento |
| 3. Aire comprimido | 6. Aire comprimido |
| | 7. Rotor |

SECCION TRANSVERSAL DE UNA MAQUINA DE PROYECCION EN SECO DE CONCRETO Y OTRO TIPO DE MEZCLAS, MARCA ALIVA



MAQUINAS DE PROYECCION EN SECO TRABAJANDO

II.7.2 Máquinas universales de proyección en seco y húmedo.

Este tipo de máquinas posibilita el paso de la proyección en húmedo a la proyección en seco con el mismo equipo. Según los modelos que ofrecen los fabricantes la capacidad de transporte de estos equipos puede variar entre 3 y 11 m³ en mezclas secas o húmedas por hora.

Entre las partes más importantes de esta máquina se encuentra la tolva de descarga cuya forma geométrica es óptima para la carga de los materiales, un distribuidor que proporciona aire comprimido al conjunto y hace posible la proyección de la mezcla, un motor de propulsión, una bomba hidráulica integrada, un chasis con ruedas que permite el desplazamiento del equipo en la obra, etc.

La mezcla no necesariamente debe ser bombeable para que esta máquina pueda proyectarla a las estructuras que así lo requieran. La proyección siempre resulta más favorable cuando a la mezcla húmeda se le incorporan aditivos plastificantes.

En el caso de la proyección en húmedo de los materiales, una cantidad considerable de agua se separa de la mezcla debido a la alta velocidad de salida por la boquilla de proyección, la cual incide en una intensa compactación de la mezcla sobre la superficie de aplicación. Así por ejemplo, en el caso de una mezcla cuya relación agua/cemento sea de 0.55, después de que esta sea proyectada, la relación disminuirá a 0.40. La extracción de agua en exceso por

presión aporta siempre una mejora de calidad considerable, ya que de este modo reduce el volumen de poros en la mezcla ya fraguada. Otros sistemas de proyección en húmedo no permiten conseguir ventajas de tal importancia.

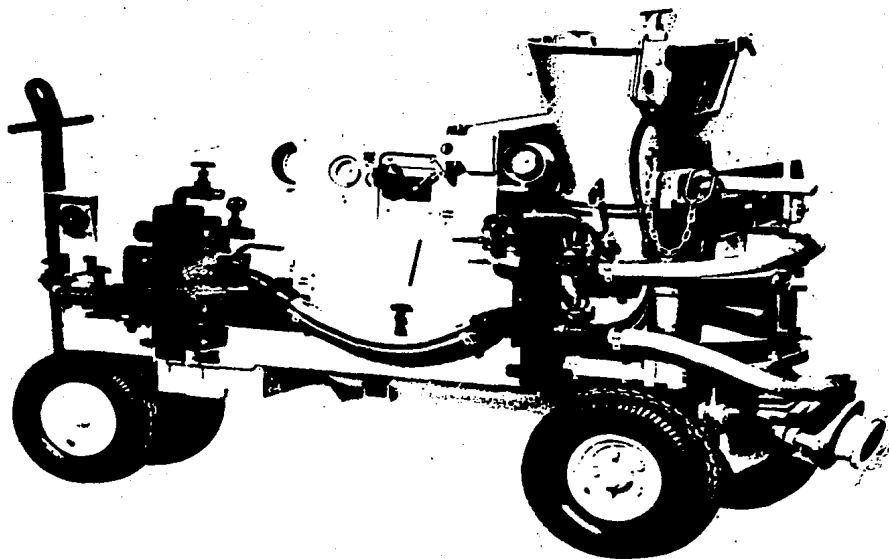
Gracias a la utilización de mezclas normales con una menor cantidad de cemento, resulta obtener costos mas razonables con este equipo que cualquier otro sistema de proyección. La capacidad de adhesión entre las capas de material lanzado, asegura una función monolítica de toda la sección.

El manejo del chorro de la mezcla la realiza el operador del mismo modo que en las máquinas de proyección en seco, es decir maniobrando con la cabeza de la manguera y controlando el flujo mediante una palanca localizada en la boquilla del inyector.

En cada situación es posible trabajar con el procedimiento de proyección más adecuado, ya que en superficies de aplicación algo húmedas, muy húmedas, y superficies con muy baja humedad, es posible utilizar la proyección en seco o en húmedo según el criterio del constructor.

Por otra parte, los factores decisivos en la limpieza de la máquina son: tiempo reducido al mínimo y bajo consumo de agua para la eliminación de residuos de materiales.

El campo de aplicación de estas máquinas es sumamente extenso, y se utiliza en reparaciones de construcción de concreto, en paredes, columnas y vigas que presenten grietas, en reparaciones de mampostería, etc., y en obras de gran magnitud como en el revestimiento de tuneles, galerías, muros de muelles revestimiento de canales de riego, en reparación de elementos de sustentación de puentes, etc.



MAQUINA UNIVERSAL DE PROYECCION EN SECO Y HUMEDO DE
CONCRETO Y OTRAS MEZCLAS



UTILIZACION DE LA MAQUINA UNIVERSAL DE PROYECCION
EN LA REPARACION DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES



EN LA CONSERVACION DE ESTRUCTURAS EXPUESTAS A LOS
AGENTES AMBIENTALES QUE LAS AFECTAN

11.8 VIBRADORES DE CONCRETO

En construcción, compactar equivale a proporcionarle mayor densidad a un material, por medio de máquinas especiales denominadas compactadores.

Hasta hace poco menos de medio siglo, el único método que se aplicaba para estas operaciones, era el uso de rodillos muy pesados, que actuaban por apisonamiento o aplastamiento de las superficies tratadas. La técnica de la vibración es realmente mucho más moderna. Antes de inventar la primera especialmente pensada para este tipo de trabajo, ya se acostumbraba el elemental procedimiento de golpear y sacudir las cimbras, para facilitar el adecuado esparcimiento del concreto dentro de las mismas.

En 1927, el francés Deniau patentó el importante y nuevo sistema de hacer vibrar el concreto mediante un aparato vibrador que era introducido en la mezcla fresca de concreto, y cuyas vibraciones eran transmitidas directamente. Para 1930 este método era ya utilizado en Suecia e Inglaterra, y en 1934 este método fué adoptado por todo el mundo, desarrollandose paulatinamente hasta llegar al momento actual, en que la compactación por vibración ha logrado ocupar un lugar destacado en las técnicas de colocación de concreto, por resultar más eficaz y económica que los sistemas convencionales de apisonamiento.

La compactación es el proceso mediante el cual se elimina el aire atrapado en el concreto fresco al ser colocado en la cimbra.

Los concretos de consistencia seca son los que ofrecen mayor resistencia al vibrado, pero su aplicación en obra resulta muy difícil por su poca trabajabilidad, empleándose más bien concretos de consistencia plástica o bien fluida, en detrimento de la resistencia. La vibración viene a solucionar este problema permitiendo el empleo de concretos secos, es decir, con una cantidad de agua muy reducida. El agua que debe añadirse a un concreto depende de la dosificación de cemento, y la resistencia del mismo está ligada a la relación agua/cemento.

La vibración ofrece singular interés en la industria de los derivados del cemento. Los productos moldeados resultan más económicos y resistentes que los compactados por apisonamiento. La vibración se emplea constantemente en la fabricación en serie de elementos pretensados, siendo las vigas los prefabricados especiales por tener más amplia aplicación en la construcción.

Otras propiedades de los prefabricados de concreto vibrado son compacidad, resistencia al desgaste, resistencia y los agentes químicos, etc.

La vibración, se utiliza en todas sus formas. Los procedimientos empleados son los siguientes:

- A) VIBRACION EXTERNA
- B) VIBRACION INTERNA O POR INMERSION
- C) VIBRACION SUPERFICIAL

El procedimiento más adecuado depende del tipo y tamaño del elemento a vibrar, resistencia que se desea obtener, etc. Cuando hay que conseguir un concreto compactado y resistente, el procedimiento más conveniente es la vibración vertical según ha sido demostrado durante numerosas aplicaciones.

Los aparatos vibradores son muy diversos según sea el sistema de vibrado empleado. En la mayoría de ellos, la vibración se consigue por la rápida rotación de una masa excentrica que gira alrededor de un eje, dentro de una envoltura metálica y es accionada por un motor eléctrico o de explosión.

Las dimensiones y características de los vibradores responden a la masa de concreto que hay que vibrar. En algunos modelos la fuerza motriz es aire comprimido, permitiendo frecuencias de vibración mucho más elevadas, en este caso es preciso disponer de un compresor adecuado.

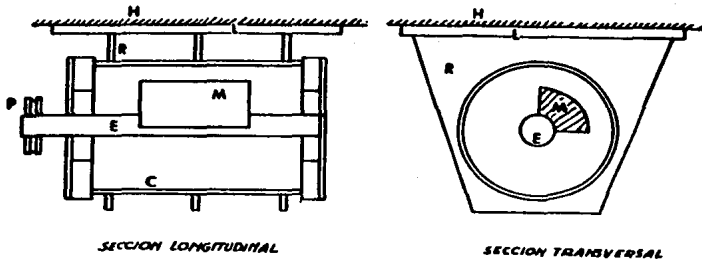
A) VIBRACION EXTERNA

La vibración externa consiste en fijar el vibrador en las paredes de las cimbras, o bien una plataforma sobre la cual se colocan los elementos que hay que vibrar. El número de vibradores depende del tamaño y forma de la cimbra, cuya colocación se hace en lugares estratégicos. La frecuencia más común de los vibradores es de 3000 vibraciones por minuto, pero existen algunos tipos que pueden

alcanzar valores de hasta 9000 vibraciones por minuto necesitando un cambiador de frecuencia eléctrica.

Actualmente se han construido vibradores externos con turbo-motor neumático y de frecuencia variable, alcanzando hasta 30,000 vibraciones por minuto, valor que depende de la presión del aire. Se componen de un cilindro dentro del cual se desplaza un pistón con movimiento alternativo, sin embargo su uso resulta sumamente costoso ya que debe disponerse de un compresor de gran potencia para realizar el trabajo.

La mayoría de los vibradores son del tipo de masa excéntrica. En las siguientes figuras se describen las partes principales de que constan. La masa excéntrica M, que se halla en el interior de un cárter o carcasa C, la cual es seccionada por un eje E, que a su vez recibe la transmisión de un motor por medio de la polea P. La acción vibratoria se extiende a la plataforma o cimbra H, al través de las uniones R y la placa L.



SECCION LONGITUDINAL

SECCION TRANSVERSAL

La potencia de un vibrador la define la fuerza centrífuga que desarrolla al girar la masa excéntrica, esta es muy variable, pero por lo regular está comprendida entre los 50 y 1,500 kilogramos.

La vibración externa da buen resultado cuando se trata de compactar concreto en piezas de espesor reducido, tiene aplicación en la fabricación de tubos, bloques, vigas, etc.

La mesa vibratoria es una de las aplicaciones de la vibración externa, esencialmente está constituida por una plataforma metálica rígida que descansa sobre unos apoyos elásticos con el fin de que no pierda parte del efecto vibratorio. El vibrador está colocado en la parte central de la mesa y está colocado en la parte inferior de la plataforma. Cuando hay que vibrar elementos largos, por lo regular se utilizan varios vibradores a lo largo de la mesa.

B) VIBRACION INTERNA O POR INMERSION

La vibración interna o por inmersión, consiste en aplicar directamente al concreto la acción de la vibración, colocando uno de los vibradores en el seno de la masa de concreto que se desea compactar. La compactación es mucho más enérgica que la vibración externa y la cantidad de concreto vibrado en un tiempo determinado, depende de la rapidez con que se desplace el vibrador en el interior de la cimbra. Este tipo de vibrador es el más utilizado recientemente reemplazado en gran medida a los vibradores externos.

La vibración interna se emplea preferentemente en la fabricación de elementos prefabricados, muros, cimientos, etc.

La vibración interna suele tener una frecuencia más elevada que la dada a la vibración externa. Dicha frecuencia puede variar entre 6,000 y 30,000 vibraciones por minuto. Estos vibradores se basan exclusivamente sobre el principio de una masa excéntrica sometida a rotación, pero existen algunos tipos basados en el péndulo cónico. Cuando se utilizan vibradores eléctricos, es necesario disponer de un variador de frecuencia. Los turbo-motores neumáticos pueden funcionar a frecuencias que son establecidas en función de la presión del aire.

C) VIBRACION SUPERFICIAL

En general tiene menos aplicación que la vibración interna, pero consiste en desplazar sobre la superficie del concreto un plato o plataforma sobre los cuales se monta un vibrador del tipo de masa excéntrica. Esta forma de vibración es ventajosa cuando el espesor de la capa de concreto es reducida, pero su efecto tiende a disminuir a medida que se incrementa el espesor de la capa. La consistencia del concreto, seco o fluido, es la que determina el grosor de la capa, que por lo regular no debe exceder de los 25 centímetros.

La vibración superficial se emplea generalmente en la construcción de banquetas, plataformas, pistas, etc.

Los procedimientos de vibrado han dado lugar a una clasificación de los vibradores:

II.8.1 VIBRADORES NEUMATICOS

II.8.2 VIBRADORES ELECTRICOS

los cuales se mencionan a continuación:

II.8.1 VIBRADORES NEUMATICOS

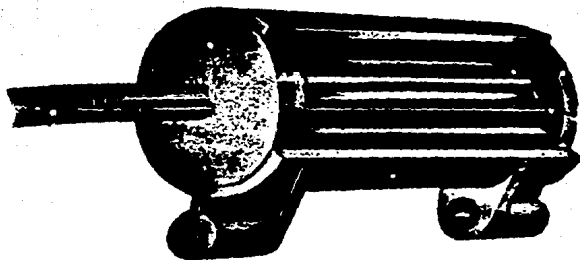
Los vibradores neumáticos son aquellos que cuentan con un cilindro dentro del cual se desplaza un pistón, en forma parecida a los martillos rompedores de pavimentos.

Los vibradores neumáticos pueden ser exteriores de inmersión y superficiales. La frecuencia alcanzada por vibración neumática es muy superior a la de vibradores eléctricos, pudiendo registrar valores de 30,000 vibraciones por minuto.

II.8.1.1 VIBRADORES NEUMATICOS EXTERNOS

Dentro de estos vibradores, se encuentra el turbo-vibrador neumático externo, el cual puede emplearse como elemento vibrante en moldes metálicos, reglas, mesas y en general en toda clase de instalaciones vibrantes. La elevada frecuencia que se consigue con este aparato, permite la obtención de concretos con alta calidad.

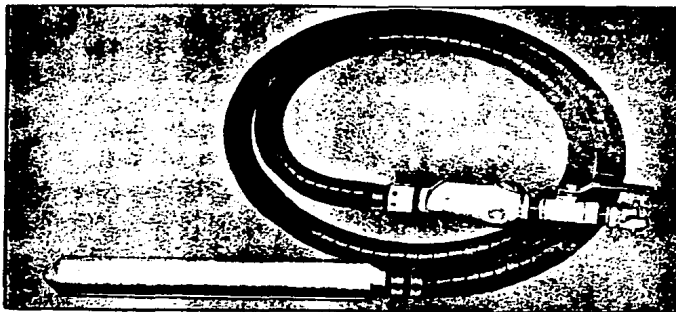
El turbo-vibrador consume aproximadamente 60 cm³ de aire por hora,
pesa alrededor de 4 kilogramos.



TURBO VIBRADOR NEUMATICO EXTERNO MODELO ARFM WACKER

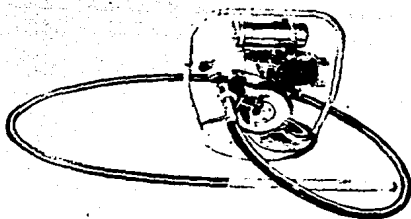
II.8.1.2 VIBRADORES NEUMATICOS INTERNOS O DE INMERSION

Para la vibración por inmersión existen también turbo-vibradores neumáticos, los cuales no cuentan con sistemas de rodamiento para desplazarlos en la obra, sin embargo, para la movilidad del aparato en la obra, este cuenta con una manguera flexible de goma de cierta longitud, mediante la cual es suministrado el aire comprimido para su funcionamiento. La presión de trabajo es variable, pero oscila entre los 4 y los 7 kg/cm².



VIBRADOR NEUMATICO DE AGUJA DE INMERSION MODELO AV-2

ALLEN ENGINEERING CORPORATION



VIBRADOR DE AGUJA DE INMERSION MODELO K-4 MECSA CON MOTOR
KOHLER K-91 DE GASOLINA, EL CUAL PROPORCIONA EL AIRE
COMPRESO REQUERIDO PARA SU FUNCIONAMIENTO

II.8.1.3 VIBRADORES NEUMATICOS SUPERFICIALES

Dentro de los vibradores superficiales de principio neumático, se encuentra la regla vibratoria, cuya función es la de alisar superficies de concreto. Se componen de una armadura en la que va montado el equipo, la cual como apoyo tiene un par de reglas alisadoras que son las que directamente transmiten las vibraciones al concreto fresco. Cuenta también con un sistema múltiple de mangueras que son las que transmiten la presión neumática hasta los cilindros en donde la vibración se produce mediante el accionar del pistón contenido en su interior. Conforme se va aplicando el concreto en la superficie, se va deslizando el equipo en el sentido mismo de la colocación para su compactación.

Se acostumbra colocar en el perímetro de la superficie que se desea colar, una pequeña cimbra que no solo permite delimitar el área del colado, sino que también sirve de apoyo a la regla vibratoria, dando como resultado que la nivelación de la superficie sea casi perfecta.

El aire a presión lo recibe de un compresor de capacidad acorde a las necesidades de la regla vibratoria.



REGLA VIBRATORIA NEUMATICA PARA LA COMPACTACION Y PULIDO
DE PISOS.



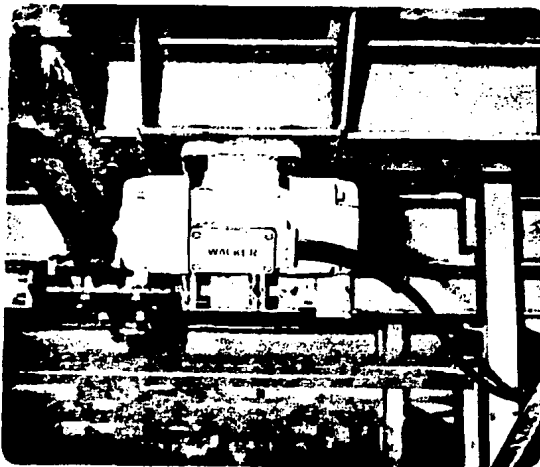
DETALLE DE UNA REGLA VIBRATORIA MORRISON'S

II.8.2 VIBRADORES ELECTRICOS

Al igual que los vibradores neumáticos, los vibradores eléctricos pueden ser externos o de inmersión, siendo los vibradores internos los más ampliamente empleados. Dan una vibración mucho más eficaz que la externa. Pero también existen vibradores superficiales de este tipo.

II.8.2.1 VIBRADORES ELECTRICOS EXTERNOS

Los vibradores eléctricos externos, constan de una carcasa metálica dentro de la cual existe una masa excéntrica que gira alrededor de un eje accionado por un motor. La fijación debe hacerse correctamente para así evitar la pérdida parcial de la vibración.



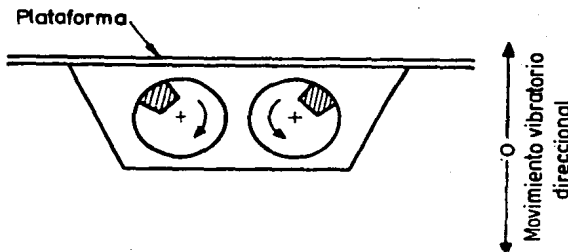
VIBRADOR EXTERNO WACKER, MODELO ARFM 08 CON MOTOR ELECTRICO

II.8.2.1.1 MESAS VIBRATORIAS

Por mesa vibratoria se entiende un sistema de vibración fijo, y su utilización es a gran escala en la fabricación de elementos prefabricados de concreto. Este sistema está compuesto por una robusta placa de acero, por lo general de grandes dimensiones sostenida por cuatro o más apoyos elásticos, (resortes), y debajo de la plataforma vibrante se encuentra instalado el equipo de vibración, el cual transmitirá directamente sus vibraciones al conjunto.

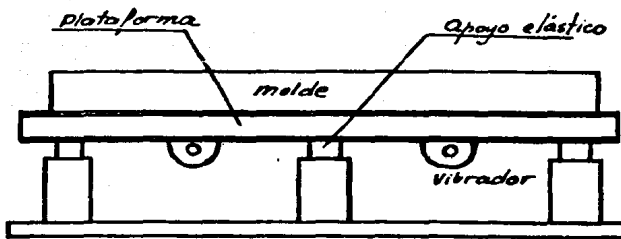
Encima de la plataforma se colocan los elementos que se desean vibrar como vigas, pilotes, celosías, etc.

Los vibradores están constituidos por dos o más pares de contrapesos colocados en forma excéntrica y que giran sincrónicamente, con lo que se origina un movimiento vibratorio que se transmite a la plataforma y por consiguiente a los elementos ahí colocados.

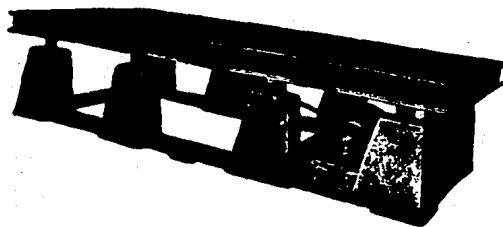


PRINCIPIO DE LAS VIBRACIONES DIRIGIDAS. DOS MASAS EXCENRICAS
GIRAN SINCRONICAMENTE EN SENTIDO INVERSO

El tamaño de las mesas vibratorias es muy variable, y van desde los 50 X 50 cm. para la plataforma en su versión pequeña, y hasta 1.5 x 6 m. en las más grandes con una capacidad de hasta 10 toneladas de carga.



COMPONENTES DE UNA MESA VIBRATORIA



MESA VIBRATORIA DE CORRIENTE ELECTRICA

II.8.2.2 VIBRADORES INTERNOS O DE INMERSION ELECTRICOS

Los vibradores de inmersión eléctricos, cuentan con un motor eléctrico de construcción sólida y robusta. Cuentan también con una manguera de propulsión, formada de acero especial flexible de alta resistencia la cual va protegida con un revestimiento de goma. La duración de la manguera está asegurada, debido a que en el interior de esta funciona un sistema de lubricación continua.

Por lo regular van accionando por un motor blindado a prueba de los agentes atmosféricos, llevando clavija y cable de conexión de 3 a 5 metros de largo. Llevan un interruptor para el control del motor, obteniendo inmediatamente el sentido de rotación correcto. Otras características interesantes son las dimensiones de la aguja vibratora de 5 cm. de diámetro, (pudiendo ser estas de otras dimensiones), y de aproximadamente 45 cm. de largo, con un peso variable según el modelo de que se trate.

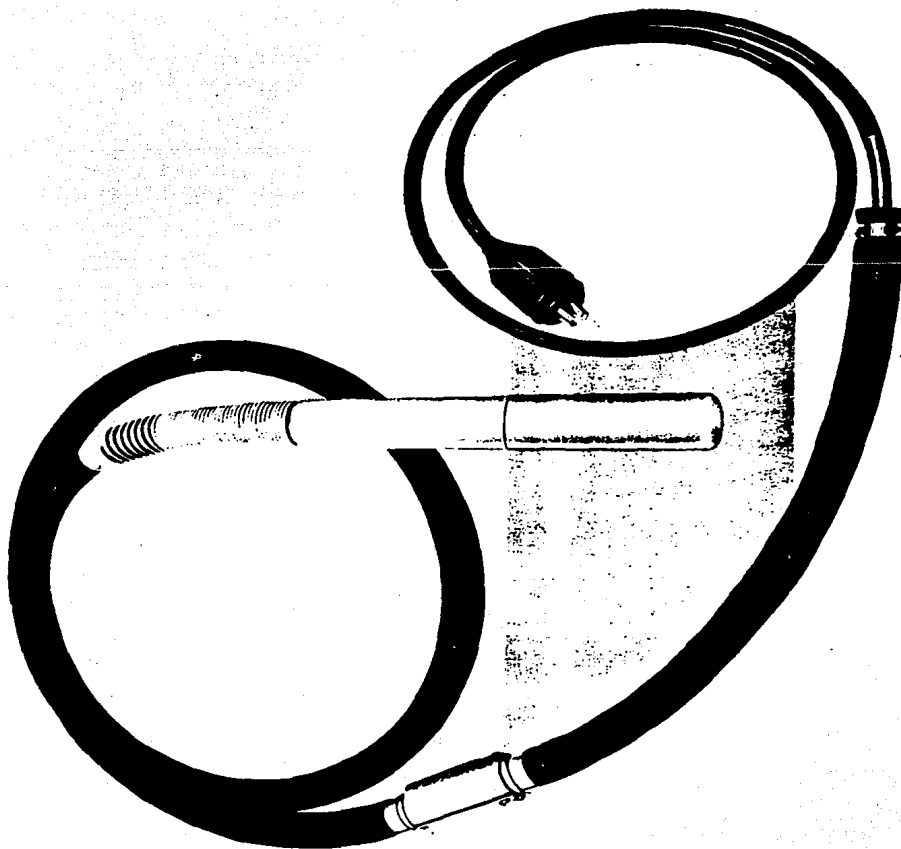
En ocasiones este tipo de vibradores pueden estar provistos de asas para facilitar su manejo. En lugares en donde no existe electricidad o bien es muy difícil su obtención, pueden emplearse vibradores de motor de explosión.

La aguja vibratoria, vibra siguiendo el "Principio del péndulo", el cual consiste en lo siguiente: las vibraciones son producidas por un eje rotor (Péndulo) el cual gira en un cojinete de rótula en la parte superior del tubo y es accionado por un eje flexible. Cuando

el eje gira, su parte inferior libre es impulsada por la fuerza centrífuga contra una pista de rodadura situada dentro de la punta del tubo. La parte inferior del eje gira por la pista de rodadura describiendo un movimiento pendular que hace oscilar al tubo vibrador. La frecuencia de las vibraciones resulta varias veces superior a la velocidad del eje flexible, y queda determinada por la relación entre el diámetro de la pista de rodadura y el diámetro del eje rotor, así como por el número de revoluciones por minuto del eje.

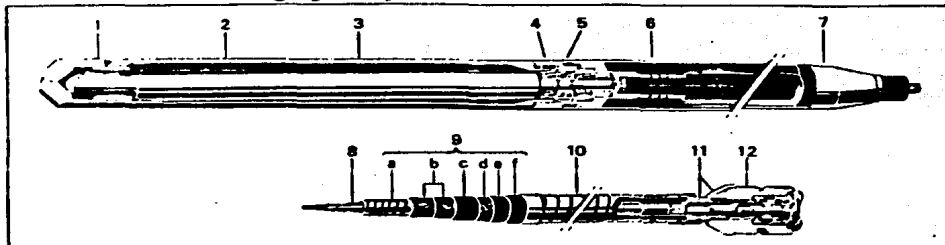


COMPACTACION DE CONCRETO MEDIANTE UN VIBRADOR ELECTRICO
MODELO İREK 1, 1y WAKER



VIBRADOR ELECTRICO DE INMERSION MODELO SV - 1 ALLEN ENGINEERIG Co.

Vibradores de aguja, tipo AA

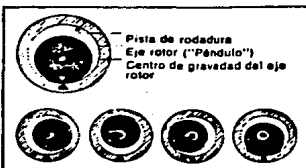


- 1 Punta de tubo de acero especial, aleado, resistente al desgaste, provisto de pista de rodadura. Fácilmente cambiabile.
- 2 Tubo galvanizado por dentro y por fuera
- 3 Eje de rotor, apoyado únicamente en la parte superior del tubo. Protegido contra la oxidación.
- 4 Anillo de junta que mantiene con eficacia la grasa lubricante dentro del cojinete.
- 5 Cojinete de rótula.
- 6 Refuerzo que permite una transición regular al tubo (Para vibradores con diámetro de tubo de 45 mm o mayor).
- 7 Manguito extremo con cierre.
- 8 Eje flexible, de varios alambres. Alambres de acero especial.
- 9 Funda
 - a) Espiral de cinta de acero
 - b) Aislamiento doble de protección, impide el paso de la grasa de lubricación del eje flexible
 - c) Cojinete de goma
 - d) Camiseta de alambre de acero
 - e) Camiseta de Core
 - f) Capa exterior de goma vulcanizada resistente al desgaste, sin costura
- 10 Espiral para dar rigidez
- 11 pivote hexagonal con manguito
- 12 Acoplamiento rápido para conexión al motor de accionamiento.

"Principio del péndulo" **

Las vibraciones son producidas por un eje rotor ("péndulo") el cual gira en un cojinete de rótula en la parte superior del tubo y es accionado por el eje flexible. Cuando el eje gira, su parte inferior libre es impulsada por la fuerza centrífuga contra una pista de rodadura situada dentro de la punta del tubo. La parte inferior del eje gira por lo tanto por la pista de rodadura describiendo un movimiento péndulo que hace oscilar el tubo vibrador. La frecuencia de las vibraciones resulta varias veces superior a la velocidad del eje flexible, y queda determinada por la relación entre el diámetro de la pista de rodadura y el diámetro del eje rotor, así como por el número de r.p.m. del eje.

* Una patente original de Dynapac



El principio del péndulo queda ilustrado por las figuras de arriba. Cuando el eje rotor ("péndulo"), cuyo centro de gravedad queda marcado por un punto blanco describe una vuelta completa en la pista de rodadura, el eje del rotor solamente ha girado 1/4 vueltas alrededor de su propio eje. Por tal razón con una velocidad de eje de 3.000 r.p.m. la frecuencia de vibración será por lo tanto de 12.000 v.p.m.

II.8.2.3 VIBRADORES SUPERFICIALES

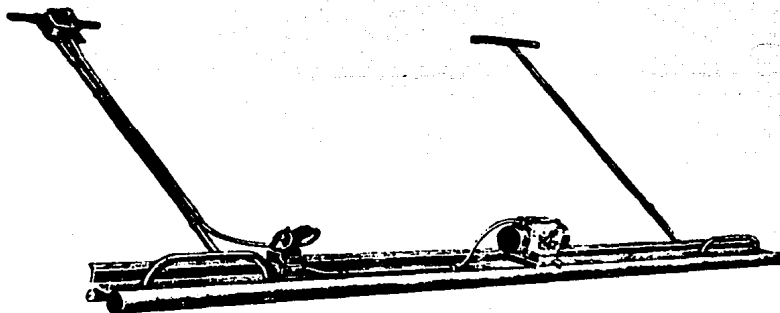
Los vibradores superficiales están constituidos por una plancha de acero vibrante, que comunica su vibración a la masa de concreto al deslizarse por su superficie. Son máquinas muy adecuadas para trabajar sobre espesores de concreto que no rebasen los 30 cm. Estas condiciones se dan principalmente en la construcción de banquetas, pavimentos de concreto, a los que es conveniente darle un determinado acabado, así como las condiciones de resistencia requerida.

Los vibradores superficiales están compuestos por las reglas vibratorias, placas y bandejas vibratorias, entre los equipos más usuales. A continuación se describen estos equipos.

II.8.2.3.1 REGLAS VIBRATORIAS

Las reglas vibratorias son máquinas alisadoras y acabadoras de superficies de concreto. Fundamentalmente se componen de un elemento vibrador, acoplado a una regla que por lo regular es metálica que puede variar en tamaño y longitud. Según el modelo y tamaño de la regla, puede llevar en cada uno de sus extremos elementos de arrastre desmontables, localizándose en alguno de ellos el interruptor de arranque y parada del vibrador. Cuando la regla vibratoria es más pequeña, suele contar con un solo elemento de arrastre de longitud ajustable y el interruptor se localiza en el extremo del mismo. Cabe mencionar que existen también reglas vibratorias del tipo eléctrico-neumático y con motor de explosión.

Estas máquinas regularmente son utilizadas para compactar concreto o cemento en grandes superficies, tales como en naves industriales, banquetas, garages, pistas de patinaje, carreteras, etc. Y en cualquier caso, su empleo suprime el trabajo lento y penoso del trabajo manual, aumentando el rendimiento sin esfuerzo. La acción vibradora elimina las posibles ondulaciones e irregularidades que existan en la superficie, dejando perfectamente liso el piso.



REGLA VIBRATORIA ELECTRICA URBAR DE 3.20 METROS DE LONGITUD

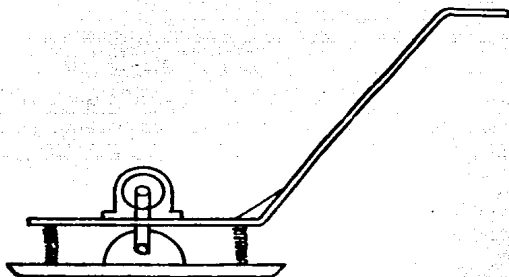
II.8.2.3.2 PLACAS Y BANDEJAS VIBRATORIAS

Las placas vibratorias es el equipo más pequeño para el vibrado superficial. Constan de una placa como base del equipo, un motor que proporciona la constante vibración, y un elemento de arrastre que permite darle dirección al equipo cuando está en funcionamiento. La compactación dinámica que ofrecen estos equipos son de gran eficacia dentro de su limitado campo de acción, ya que este equipo es utilizado en obras pequeñas, pero a pesar de ello su rendimiento puede llegar a ser de hasta 75 m².

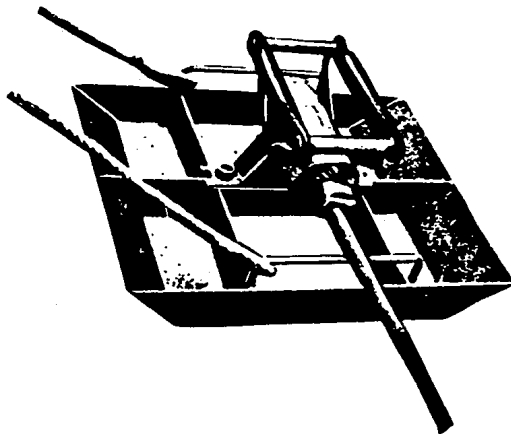
Las bandejas vibratorias cuentan con una superficie de vibración mayor que las placas, y suelen tener un mayor peso, por lo cual su acción vibratoria es de efectos más importantes. Cuentan con una bandeja que es la que transmite directamente las vibraciones a la superficie de concreto, un motor eléctrico de acción vibratoria y un elemento de arrastre que permite dar dirección al conjunto. En cuanto al sistema vibrador y al diseño general de la máquina, los distintos modelos existentes tienen pocas diferencias entre sí, salvo en detalles de accesorios.

Estas unidades pueden trabajar sobre superficies con anchos entre 1.5 y 3.5 metros, según especificaciones de los fabricantes, y para su utilización se requiere que las cimbras estén muy estables, y se recomienda que el compactado del concreto con este equipo se realice justo en el instante en el que el concreto ha sido colado en la cimbra o en el lugar que así lo requiera.

En general ambos equipos, con sus limitaciones propias, pueden ser utilizados en la compactación de concreto colocado directamente en el suelo, como estacionamientos, naves industriales, patios de carga y descarga, etc.



PLACA VIBRATORIA DE CONCRETO PARA ESPESORES NO
MAYORES DE 15 CENTIMETROS



BANDEJA VIBRATORIA DE CONCRETO PROVISTA DE UN MOTOR
ELECTRICO MODELO ESLAVA

II.9 COLADO BAJO LIQUIDO MEDIANTE EL SISTEMA TREMIE Y SKIP

En muchos aspectos las reglas y recomendaciones para el colado bajo liquido son semejantes para hacerlo en seco. El concreto propiamente mezclado es un material estable con densidad dos veces mayor que la del agua, y una vez puesto no se alterará por el agua a menos que sea sujeto a la agitación o movimiento brusco al colarse.

Como el cemento endurece al reaccionar químicamente, dicho endurecimiento es tan rápido como en seco y su comportamiento es normal. Puede ser colocado con éxito en donde extraer el agua es impractico o incosteable; la tarea de inspección, así como la de reparación resultan más difíciles y por lo tanto no se acostumbra diseñar estrictamente la mezcla a resistencias a la compresión, siendo la que normalmente se especifica aproximadamente de 210 kg/cm² en adelante.

El principio a seguir, es contar con un concreto con suficiente manejabilidad, con el fin de que durante la colocación no se vea afectado por movimientos, de tal modo que no es recomendable colocarlo desde barcas por los efectos de la marea y agitaciones que se producen, sino que se recomienda colocarlo desde plataforma y con equipos especiales. Se entiende entonces que los colados a que se hace referencia pertenecen al grupo de las obras marítimas, o bien a obras en donde el agua juega un papel decisivo para el proceso constructivo. Es conveniente recordar que la manejabilidad

del concreto deberá ser tan buena como para evitar la necesidad de utilizar vibradores de concreto para su compactación.

Algunas veces se coloca más concreto del requerido por la teoría de que las capas superficiales tienen un valor estructural casi nulo, pero esto es falso, difícil de controlar e incosteable.

Para la colocación de concreto bajo líquido existen dos métodos comúnmente utilizados:

II.9.1 COLADO BAJO LIQUIDO MEDIANTE EL SISTEMA TREMIE

II.9.2 COLADO BAJO LIQUIDO MEDIANTE SKIP

II.9.1 Colado bajo líquido mediante el Sistema Tremie

También conocido por el método del tubo-embudo es la forma más frecuentemente utilizada para vaciar el concreto bajo agua. Mediante este método, el concreto se deposita bajo la superficie del concreto fresco colocado anteriormente. Es común que la alimentación se realice por gravedad desde arriba de la superficie del agua, mediante un tubo vertical conectado a una tolva en forma de embudo en la parte superior. El conducto es impermeable de superficie lisa y de diámetro variable, que va desde los 25 hasta los 30 cm. cuenta también con un tapón de madera, de hule, etc., el cual se emplea durante el inicio de la colocación del concreto evitándole a este la segregación por agitación.

El equipo de levantamiento debe estar continuamente disponible para subir y bajar el tubo mientras se coloca el concreto, así como también las herramientas para atornillar y desatornillar las secciones del tubo.

La mezcla de concreto deberá contar con proporcionamientos tales de los materiales, que permitan un flujo lento por el tubo por gravedad, y sin vibración o ayuda mecánica. Es recomendable que la mezcla cuente con un revenimiento entre 15 y 23 cm, utilizando preferentemente grava de cantos rodados para incrementar la fluidez del concreto por el tubo. La máxima relación agua/cemento recomendable para el concreto colocado por tubo embudo (TREMIE) bajo el agua es de 0.44 por peso.

El proceso de colocación se puede resumir a continuación. El tubo embudo se compone de varias secciones que se atornillan entre sí empleando en cada junta un empaque para evitar fugas. El tapón mencionado con anterioridad, es sujetado con un alambre ligero a un extremo del tubo antes de bajarlo e introducirlo en el agua, el alambre se rompe cuando la primera mezcla de concreto es colada.

Lentamente se comienza la colocación con el objeto de reducir al mínimo la socavación del fondo y de este modo asegurar una base estructural adecuada para el concreto, en ocasiones resulta necesario colocar en el fondo una base roca graduada apropiadamente, antes de comenzar el colado.

DIAGRAMA TIPO DE UN SISTEMA TREMIE DE COLOCACION DE CONCRETO
BAJO LIQUIDO.

CABLE ACOPLADO A UNA GRUA O MALACATE ELECTRICO PARA EL RAPIDO ASCENSO Y DESCENSO DE LA TOLVA COMPLETA, LLENA DE CONCRETO

SUMINISTRO DE CONCRETO MRDIANTE BOMBA, BANDA TRANSPORTADORA, ETC.; SI SE ABASTECE INTERMITENTEMENTE REQUIERE DE LA INSTALACION DE UNA TOLVA CON HUMEDAD PERMANENTE.

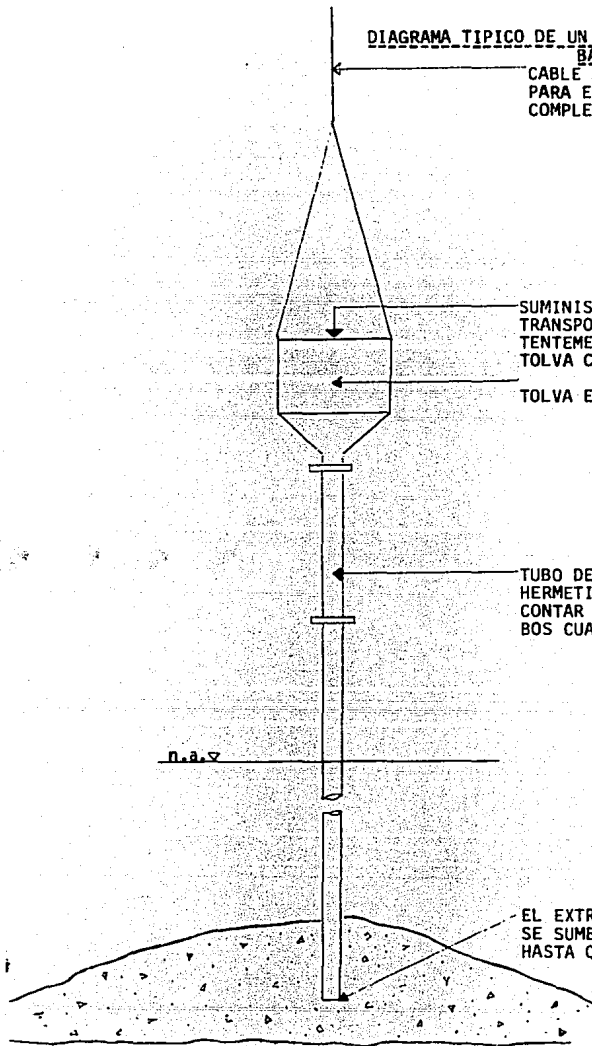
TOLVA EMBUDO

TUBO DE LA TOLVA CON INTERIOR LISO Y JUNTAS HERMETICAS FACILMENTE SEPARABLES. SE DEBE CONTAR CON UN SISTEMA DE APOYO PARA LOS TUBOS CUANDO SE EFECTUE EL CAMBIO DE SECCIONES

n.a.v

EL EXTREMO DEL TUBO DE LA TOLVA DEBE MANTENERSE SUMERGIDO PERFECTAMENTE EN CONCRETO FRESCO HASTA QUE EL VACIADO HAYA TERMINADO

NOTA: PARA GRANDES OBRAS PUEDE CONSIDERARSE UN MARGEN DE SEGURIDAD, MEDIANTE EL EMPLEO DE DOS O MAS TOLVAS.



Durante la colocación del concreto, deberá evitarse cualquier movimiento innecesario del tubo con el fin de reducir la formación de natas y bolsas de grava, además si se coloca uniformemente el concreto se evita un asentamiento disparejo de la base.

El flujo deberá mantenerse constante sin interrupciones prolongadas y conforme avance, la operación deberá levantarse el tubo lentamente para lograr buenos resultados en la aplicación del método. El equipo utilizado frecuentemente para el transporte del concreto a la tolva del tubo-embudo, se compone de una grúa con bache de concreto, una banda transportadora ó bien bomba de concreto.

Cuando la extensión de la obra es considerable, es posible utilizar varios tubos a la vez, considerando que cada uno de ellos puede llegar a cubrir una área de 28 m².

Cuando se aproxima la terminación de la colocación, los tubos se trasladan a las esquinas y áreas bajas para llevar el colado a su nivel final. Tan pronto como se termine la colocación, deberá utilizarse una bomba de agua para eliminar todos los residuos que se hayan pegado en la tubería.

II.9.2 Colado bajo líquido mediante Skip

El skip es una estructura metálica con dos puertas manuales o automáticas que se abren cuando se desea colocar el material, que ha sido vaciado totalmente dentro del mismo por su parte inferior.

Su superficie es lisa y se cubre con una lona una vez que se ha llenado totalmente el skip, y se baja lentamente para evitar la segregación de los materiales componentes del concreto, hasta el punto exacto de la colocación. La movilización del skip se realiza mediante una grúa.

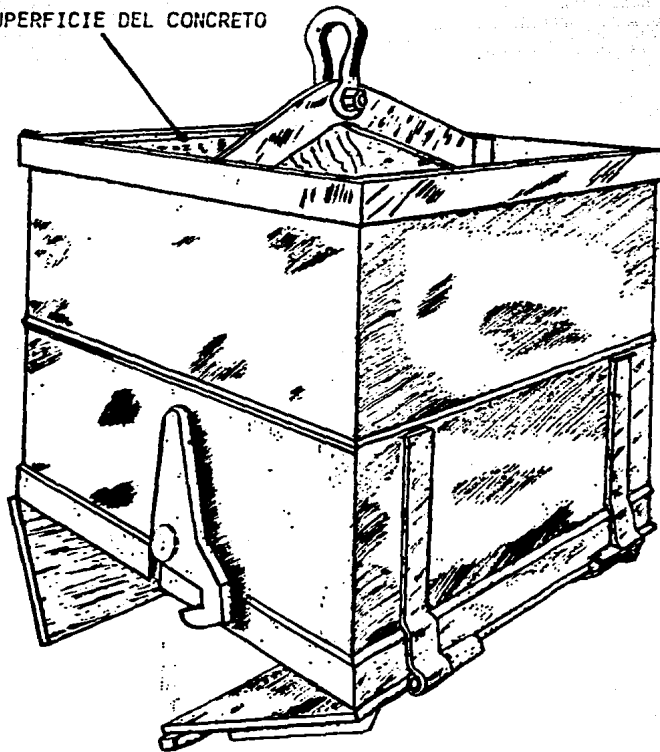
El criterio para seleccionar entre el tubo tremie y el skip, se basa en lo económico y en los recursos de maquinaria y mano de obra. Sin embargo cabe mencionar que el skip es más lento, por lo que se acostumbra usar más el sistema tremie para obras que requieren vertidos de concreto continuos y se evitan trabajos en donde muchas repeticiones de pequeños colados hacen al sistema incosteable. El skip es recomendable para trabajos como los antes mencionados, es decir, que resulta muy útil para colados intermitentes y de pequeños volúmenes.

Una apropiada colocación por el método tremie, da una masa de concreto más homogénea, pero si se coloca inapropiadamente, por skip se producen menos daños. El éxito de cada uno depende también de un abastecimiento constante de concreto.

El colado bajo líquido mediante skip es muy similar al método de colocación de concreto mediante bacha de concreto, solo que el colado se realiza bajo líquido con el skip, y a cielo abierto con la bacha.

Un implemento de trabajo del skip son las bolsas de lona reusables, cuyo objeto es el de proteger al concreto del agua, durante el proceso de inmersión y colocación del mismo, y son colocadas en la parte superior del skip.

CUBIERTA DE LONA PARA PROTEGER
LA SUPERFICIE DEL CONCRETO



SKIP

C A P I T U L O I I I

CAPITULO III

MAQUINARIA ESPECIAL DE TRANSPORTE Y COLOCACION DE CONCRETO

El avance tecnológico experimentado por la Ingeniería Civil durante las últimas décadas, ha llevado al hombre a realizar empresas cada vez más difíciles y complejas, con lo que se generan problemas que se resuelven a través de más y mejor tecnología, en un proceso de retroalimentación problema-solución de gran éxito.

Siendo una de las áreas básicas, la construcción es una de las ramas de la Ingeniería que se ha visto ampliamente beneficiada por esta tecnología que produce maquinaria y equipo especial de concreto para situaciones específicas; no está de más, sin embargo mencionar la alta aplicabilidad de estos equipos en lo relativo al mantenimiento y a la producción de piezas especiales.

Con base en lo anterior, podemos establecer la existencia de una amplia gama de maquinaria que satisface problemas específicos, pero de aplicación común. En este caso se sitúan las máquinas pavimentadoras, banquetadoras y perfiladoras en general, que enfrentan la dinámica constructiva y urbana de nuestros días, que exige soluciones rápidas, económicas y con un alto grado de confiabilidad.

Así pues, podemos hablar de la influencia de la tecnología que nos ocupa en el área de las piezas especiales, donde los elementos a --

construir constituyen por sí mismos, el depósito final del concreto, ésto es, tales elementos formaran alguna estructura, que por sus características, ha sido generadora de equipos que la produzcan con mayor rapidez y eficiencia, disminuyendo al máximo la mano de obra y provocando una mayor ganancia.

Es necesario mencionar también, la presencia de las máquinas revestidoras de canales, que conjugan las características de las pavimentadoras en la ejecución de una obra de gran tamaño, como lo son distritos de riego y vertedores de demasías, por ejemplo; de las terminadoras y texturizadoras, que dan calidad al concreto reacomodándolo en su depósito y asegurando una mejor colocación.

Igualmente, podemos mencionar la existencia de unidades móviles de mezcla de concreto, que son máquinas concebidas a partir de las revolvedoras de concreto. Este equipo logra reunir las características de una planta productora, al realizar conjuntamente las operaciones de dosificación, mezclado y control de agregados. Así mismo, integra la capacidad de la olla al poder desplazarse con facilidad sobre un chasis de camión y la de poder ser cargada con materiales depositados a granel en la obra misma.

En este capítulo se realiza una breve descripción de los equipos especiales de mayor aplicabilidad en la industria de la construcción.

III.1 MEZCLADORA MOVIL DE CONCRETO

Uno de los equipos de producción de concreto de mayor demanda actualmente, debe su éxito a la capacidad de producir concreto con regímenes constantes y directamente en la obra conjugando en una máquina pequeña y de bajo costo, la calidad de producción en planta y la capacidad de transportación de las ollas. Esta combinación permite a la mezcladora reunir características únicas y especiales, como son:

- a) El transporte de agregados, cemento y agua, sin mezclar, directamente a la obra.
- b) La dosificación y mezcla para producción de concreto en el momento deseado.
- c) El control del revenimiento es inmediato, pudiéndose modificar al instante la dosificación de agua.
- d) El proporcionamiento de la mezcla en cuanto a los agregados, arena y grava, así como en cuanto al cemento, puede ser modificado al instante para satisfacer los requerimientos específicos de cada obra.
- e) La unidad puede ser alimentada directamente en la obra, con los materiales ahí almacenados, lo que reduce o elimina la necesidad de instalar una planta fija a la cual deba ir a cargar material, como sucede con las ollas, elevando la eficiencia y rapidez de producción del concreto.

Las características de adaptabilidad de este equipo son remarcables. De igual manera se puede utilizar una máquina integral de fábrica, con chasis y unidad de almacenamiento y mezclado, como se puede adaptar la unidad a camionetas, camiones y tractores de uso específico o de interés especial para alguna obra. Así pues, se pueden concebir vehículos con unidad de mezclado de pequeño tamaño, que puedan trabajar adecuadamente en proyectos de acceso limitado, o bien, unidades de mezclado montadas en vehículos especiales con orugas, por ejemplo, que les permitan enfrentar terrenos y pendientes difíciles, así como grandes demandas de concreto.

De acuerdo con lo anterior, y tomando en cuenta la producción que generan, las mezcladoras de concreto móvil se pueden clasificar con el siguiente criterio:

- 1) Mezcladoras de baja producción y pequeño tamaño, adecuadas para otras donde se requiera gran maniobrabilidad, de acceso difícil y que solicite cantidades limitadas de concreto.
- 2) Mezcladoras de producción media alta, que enfrentan obras con acceso normal donde se requieren volúmenes de concreto constantes con alto control de calidad.
- 3) Mezcladoras de producción alta a muy alta que utilizan vehículos especiales como tractores de orugas, "trailers" y similares, que enfrentan terrenos y pendientes difíciles.

La parte medular de la mezcladora móvil de concreto, la constituye la unidad de almacenamiento y mezclado. Esta unidad se ubica en la parte trasera del vehículo automotor que le sirve de transporte, en el mismo lugar que se ubica la olla en una revolvedora común, y puede ser accionada por medio del motor del camión o a través de un sistema hidráulico independiente.

En la unidad, la arena y la grava son almacenados en depósitos abiertos, separados, que ocupan la parte central de la misma; inmediatamente atrás de estos depósitos, se encuentra una caja cerrada, a prueba de agua, que sirve de contenedor para el cemento, de igual manera, al frente de la unidad se ubica el depósito de agua adelante de aquellos de grava y arena.

El proporcionamiento de agregados se realiza a través de compuertas que pueden ser reguladas manualmente; el material es llevado al punto de mezcla, dentro de la unidad, por medio de una banda transportadora. El segundo material en integrarse a la mezcla es el cemento, el cual es proporcionado a través de una paleta rotatoria, en un régimen constante, siendo depositado sobre la banda mencionada con anterioridad. Se hace necesario mencionar que la fuerza de gravedad juega un papel básico en el proporcionamiento de estos componentes, pues es el peso propio el que los lleva a la banda transportadora.

Finalmente, los materiales son llevados a la mezcladora, donde, simultáneamente a la entrada de los materiales, se proporciona agua. La recomendación de los distintos fabricantes es colocar la mezcladora en un ángulo de 15 a 25 grados, con respecto a la horizontal, con el punto más alto hacia afuera de la unidad.

La mezcladora cuenta con unas hojas de mezclado de diseño especial que corren a lo largo de la misma, y que simultáneamente con la rotación y mezcla de los materiales del concreto, llevan estos hacia la salida de la mezcladora, listos para ser descargados.

Cabe señalar, que existe también un depósito para aditivos, los cuales son añadidos a la mezcla de concreto al momento de estar siendo realizada. Estos aditivos, al igual que el resto de los componentes del concreto, pueden ser controlados con gran exactitud empleándose inclusive un medidor, lo que facilita la fabricación de concreto de muy alta calidad.

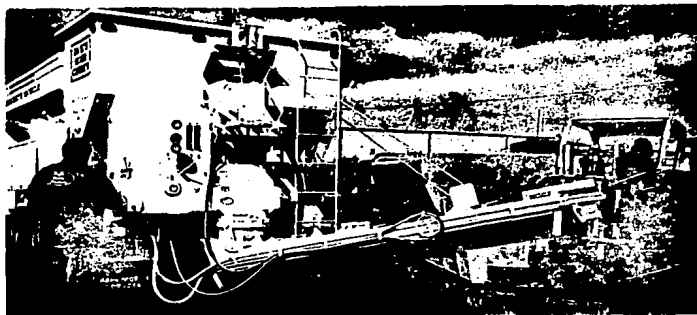
La colocación final del concreto se realiza a través de canalones, ubicados a la salida de la mezcladora, que sirven de conexión con el sitio de depósito final. La mezcladora es elevada y bajada a través de un dispositivo mecánico y puede moverse en forma radial manualmente. Algunos equipos sumamente sofisticados, llegan a proporcionar datos impresos del proporcionamiento y regímenes de producción utilizados.

Las características de esta maquinaria le permiten enfrentar una amplia gama de trabajos y regímenes de producción. Esto se debe principalmente a que una mezcladora móvil de concreto puede producir el concreto en el momento deseado y puede depositarlo en cualquier lugar al alcance de su mezcladora y los canalones auxiliares. Asimismo, su capacidad de modificar el proporcionamiento de todos los componentes de la mezcla, facilita la producción de concretos especiales, en forma continua o intermitente, sin ocupar grandes espacios y alcanzando, inclusive, la calidad de producción de una planta fija.

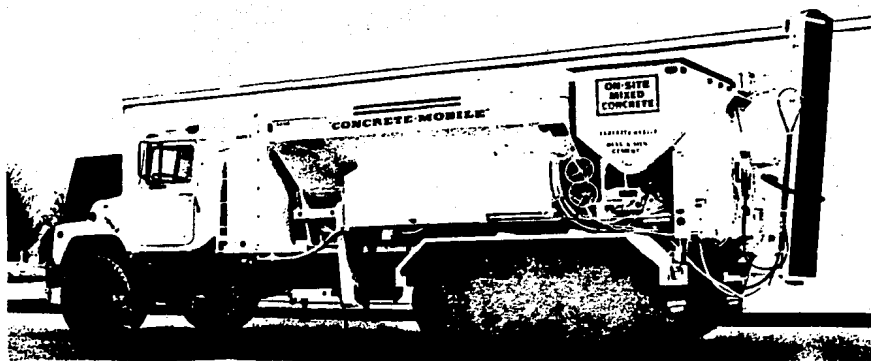
Así pues, la mezcladora se desempeña con éxito en la colocación de concreto por sí sola, para la construcción de cimentaciones, paredes y losas, en el aspecto urbano. De igual manera puede trabajar en combinación con otras máquinas, proporcionando el concreto necesario en las cantidades adecuadas y condiciones de diseño especial, como es el caso del concreto lanzado, bombeo y producción de elementos especiales.

Aun más, dentro del terreno de adaptaciones especiales, las unidades almacenadoras y mezcladoras pueden diseñarse para operar en minas y túneles, para transitar sobre vías o, como se había mencionado ya, ser montadas sobre vehículos especiales con orugas.

Otra característica especial de esta maquinaria es la que permite producciones especiales, concretos de bajo revenimiento, concreto modificado con latex y concreto con fibras de acero, por no abundar en su aplicabilidad en el aspecto de mantenimiento de caminos, puentes y otras obras.



MEZCLADORA MOVIL DE CONCRETO EN ACCION



VISTA LATERAL DE UNA MEZCLADORA MOVIL DE CONCRETO .

III.2 COLOCADORAS DE CONCRETO DE FORMAS DESLIZANTES

La problemática económica de nuestros días impulsa la creación de soluciones rápidas, de buena calidad y acordes con los problemas que se enfrentan en la construcción, mantenimiento y operación de estructuras de concreto. Se debe mencionar, sin embargo, que este no es un problema que ataña únicamente al empleo de concreto, su presencia es generalizada en la Ingeniería Civil.

Bajo tal contexto, la utilización de métodos y equipos de alta eficiencia que reduzcan los tiempos, mantengan la calidad y proporcionen buenos dividendos, es una constante cotidiana.

La pavimentación, revestimiento de canales y elaboración de perfiles para banquetas, parapetos, rampas, pistas de bicicleta y guarniciones, ha sufrido una gran evolución en base a la utilización, en forma cada vez más amplia de un grupo de maquinarias que aquí hemos englobado bajo el término de colocadoras de concreto. Estos equipos se vienen utilizando desde mediados de la década de los 50's en Estados Unidos y desde el principio de la de los 60's en Europa. Gracias a ellos, hoy es posible, en todo el mundo, realizar proyectos que antes se consideraban como marginales.

De acuerdo con la función que realizan y las estructuras que generan, las colocadoras de concreto se pueden clasificar de la siguiente manera:

- III.2.1 Pavimentadoras, que abarca los equipos de pavimentación y de revestimiento de canales de sección trapezoidal.
- III.2.2 Perfiladoras, que constituye el grupo formado por las banquetadoras, parapetadoras, guarnicionadoras y rampadoras.
- III.2.3 Especiales, que comprende al grupo de revestimiento de canales de sección no trapezoidal, equipo auxiliar y máquinas de función múltiple.

El origen de estos equipos se sitúa en las pavimentadoras de caminos, las cuales tuvieron un gran auge, durante la época de construcción de las carreteras interestatales de los Estados Unidos. En los siguientes párrafos se realiza una breve descripción de las características de funcionamiento de los grupos arriba enunciados.

III.2.1 PAVIMENTADORAS

Realizan la pavimentación con concreto de superficies planas en posición horizontal (pavimentadoras) o inclinada (revestidoras de canales), aunque existen modelos recientes que, dentro de límites de fabricación, pueden realizar el trabajo en posiciones diversas. Asimismo, se llegan a encontrar en el mercado equipos de pavimentación urbana que realizan el perfil del pavimento y las guarniciones en forma simultánea, como se establecen pedidos especiales de revestidoras de canales de forma trapezoidal, lo que les permite revestir todo el canal en una sola etapa.

De la misma manera, los métodos de pavimentación que se distinguen en este grupo son dos:

Longitudinal.- La máquina avanza en forma longitudinal, con respecto a la sección que fabrica, realizando simultáneamente la colocación del concreto, lo que genera una pavimentación integral, de muy alta velocidad y que proporciona buenos rendimientos.

Transversal.- La máquina avanza también en forma longitudinal, sin embargo, la colocación se realiza por secciones transversales, es decir, la pavimentación se logra por franjas del ancho de diseño de la máquina empleada.

Los primeros equipos en utilizarse fueron los transversales, que empiezan a ser desplazados por los longitudinales en aras de la rapidez y eficiencia.

Los equipos transversales están sostenidos por un marco de acero que permite el deslizamiento de la unidad de pavimentación a lo largo de su eje, el cual coincide con el sentido transversal de la sección construída. Las máquinas longitudinales constan también de un marco de acero, el cual soporta, al centro del claro, el sistema de recepción y distribución. El marco de acero, principalmente en las pavimentadoras urbanas, puede ser extensible y forma parte integral de la unidad de pavimentación.

La provisión del concreto se realiza en forma directa a la unidad o bien, por medio de una extensión que contiene una banda de transportación la cual transporta el material hasta la unidad de pavimentación.

El proceso de pavimentación, se puede resumir, en forma básica de acuerdo con el siguiente criterio:

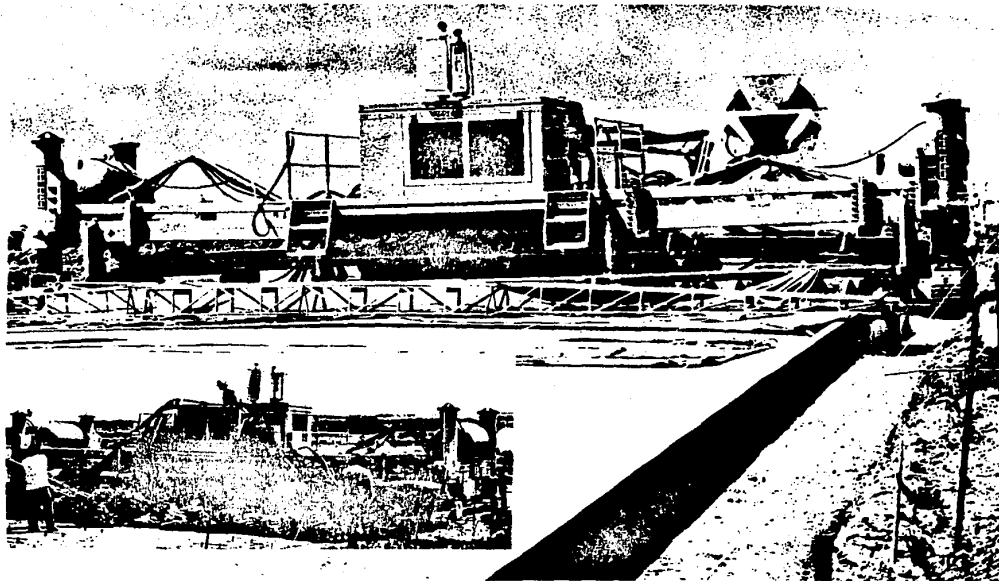
- Recepción.- El concreto es proporcionado por una unidad de transporte de concreto y se deposita, directa o indirectamente, en la unidad de distribución.
- Esparcimiento y distribución inicial de la mezcla.
- Regulación del flujo de la mezcla hacia la cámara de vibración, la cual forma parte del marco de sostenimiento en los equipos de trabajo longitudinal, y se encuentra integrada en las máquinas transversales.

- Proporcionamiento de la mezcla para distribuir y recircular el mortero.
- Formación del perfil del pavimento e iniciación de la terminación de la superficie por el sistema de terminado.
- Acabado de la superficie por medio de flotadores.

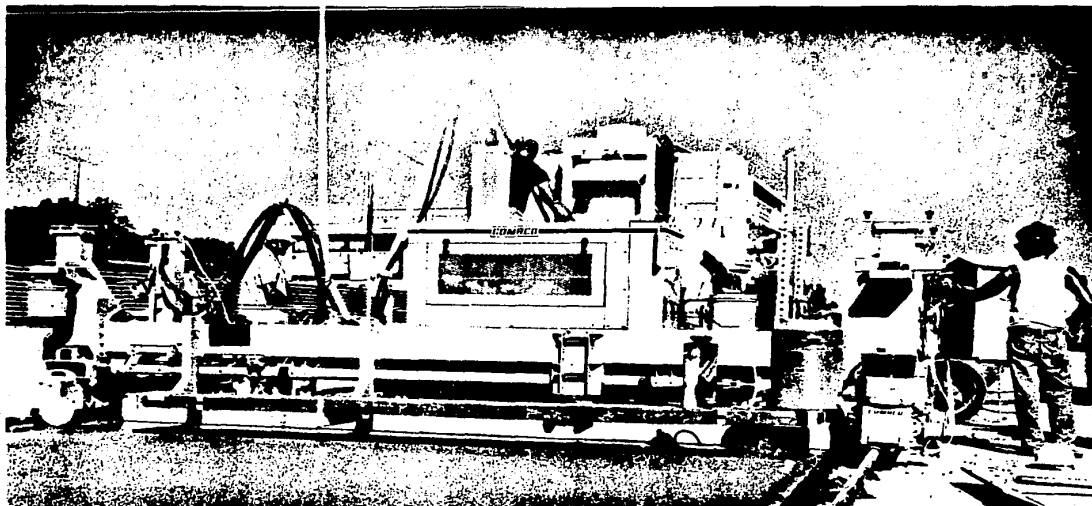
Esto es, en concordancia con el avance tecnológico, el material entra a la unidad en forma masiva y sale de ella en la posición deseada y de acuerdo con las especificaciones establecidas, aclarándose que el operador puede modificar las condiciones de la mezcla en cualquier etapa, en relación con la velocidad de vibración, nivelación y características de terminación.

Los equipos trabajan con sistemas de desplazamiento que utilizan orugas, debido a que la mayor parte de las veces, enfrentan terrenos de terracería sobre los cuales depositaran el concreto. Las orugas son cambiadas por rieles cuando se ejecutan trabajos de mantenimiento.

Finalmente, se señala que el motor utilizado por la unidad es de ciclo diesel, y se ve complementado por un sistema hidráulico que gobierna todas las funciones.



PAVIMENTADORA "GOMACO" DE GRAN EXTENSION CON DESLIZAMIENTO SOBRE ORUGAS Y DISPOSITIVOS PARA HACER UNA PEQUEÑA GUARNICION EN LOS EXTREMOS.



PAVIMENTADORA "GOMACO" EN PLENA OPERACION. APRECIESE LA ALIMENTACION DE CONCRETO MEDIANTE UNA MEZCLADORA MOVIL DE CONCRETO.

II.2.2 PERFILADORAS

Las máquinas perfiladoras son derivaciones muy prácticas de las pavimentadoras, que cubren con mayor eficiencia y rapidez las funciones que antiguamente se realizaban con mano de obra y cimbras tradicionales, lo que redundará en bajos costos.

Su trabajo consiste en colocar el concreto en forma de estructuras finales, al ser alimentadas con concreto masivo. Las principales estructuras que realiza son:

- Banquetas
- Guarniciones
- Vallas
- Barreras de Protección
- Topes de Estacionamiento

Al igual que el equipo anterior, este grupo se ve auxiliado por la presencia de equipo de transporte de concreto. Cabe señalar, sin embargo, que lo reciente de los modelos, les ha permitido incorporar características de control electrónico, lo que las hace aún más óptimas que los antiguos modelos casi totalmente mecánicos.

La forma de desplazamiento de estas máquinas es en sentido longitudinal con respecto a la estructura que realizan, y pueden emplear un sistema de traslado a base de orugas, ruedas o rieles. Los diferentes fabricantes han optado por utilizar un sistema hidráulico

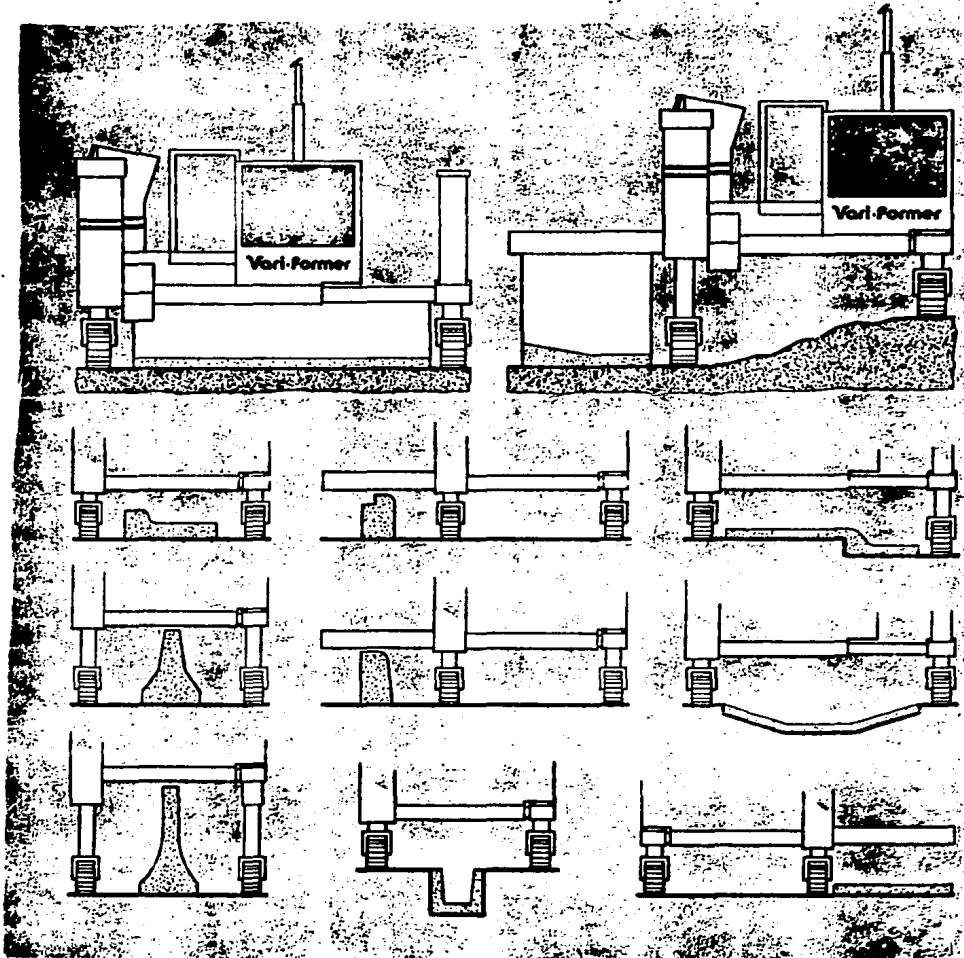
para control de las funciones de perfilación y un motor de ciclo diesel para desplazamiento y accionamiento de sistemas.

La construcción de perfiles se efectúa siguiendo un proceso muy similar al de las pavimentadoras, y que se resume así:

La alimentación de concreto se realiza por medio de una banda transportadora, que asegura, por medio de un dispositivo de regulación de velocidad, el flujo continuo hacia la máquina en función de las especificaciones de la estructura ejecutada. La banda deposita en una tolva el material, el cual entra inmediatamente hacia la cámara de vibración, cuyas funciones, al igual que el resto de los sistemas del equipo, pueden ser reguladas por el operador de la unidad ya que la posición que guarda este en la máquina y las nuevas características de diseño-operación, colocan el control de funciones en un solo panel al alcance inmediato del trabajador.

La cámara de vibración funciona con un número de vibradores determinado por la capacidad, función y modelo de la máquina, aunque en general, el funcionamiento de estos es independiente, lo que facilita un mejor control de la mezcla en cuanto a sus propiedades físico-mecánicas. Una vez que el concreto ha sido adecuadamente preparado pasa al molde que da forma a la estructura final.

Es importante señalar que estas máquinas cuentan, en su mayoría con dispositivos que les permiten intercambiar moldes en forma



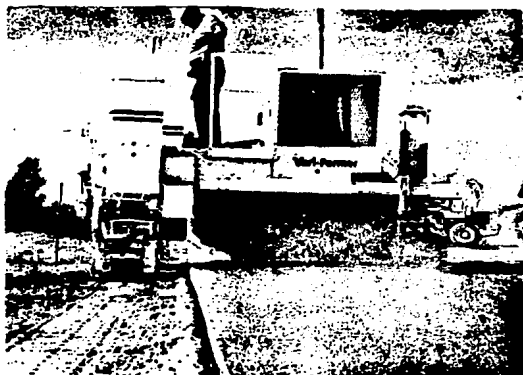
ESQUEMA QUE MUESTRA LOS DIFERENTES TRABAJOS QUE PUEDE REALIZAR LA PERFILADORA MULTIPLE "VARI-FORMER" . OBSERSE LA POSICION DE LA UNIDAD DE VACIADO Y LAS DIFERENTES LONGITUDES DEL MARCO DE SOPORTE.

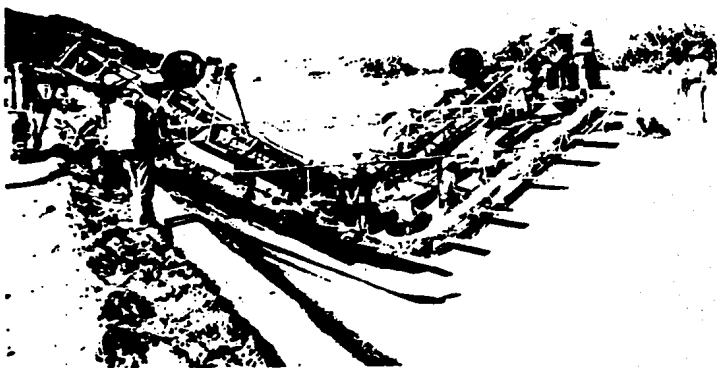
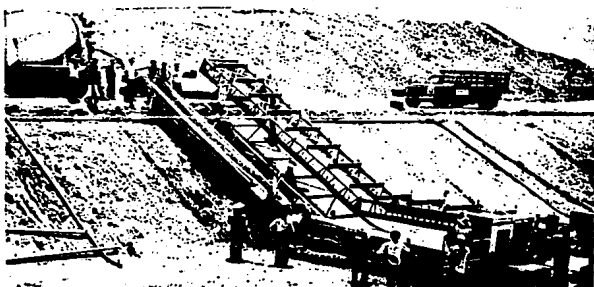
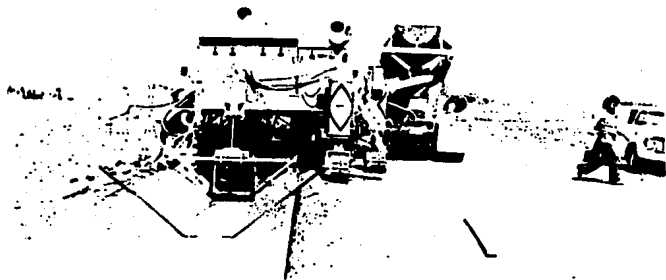
rápida y segura, lo que proporciona una versatilidad muy grande en cuanto al número y tipo de estructuras que cada equipo puede atacar.

Estos equipos utilizan una suspensión que les permite funcionar con desniveles, al atacar por pistas (track-system), el problema de asentamiento sobre el terreno de la máquina. Asimismo, cuentan con varios sistemas auxiliares, como lo son una rasadora, que suaviza la superficie de colocación de la estructura a fin de lograr mayor calidad, controles electrónicos de avance y nivelación, los cuales aseguran un aprovechamiento óptimo del material y el cumplimiento de las especificaciones al máximo.



DIVERSOS ASPECTOS DE LAS MULTIPERFILADORAS EN
EN PLENA OPERACION.





TRES TIPOS DIFERENTES DE REVESTIDAS DE CANALES, LAS CUALES
ADAPTANDESE A NECESIDADES ESPECIFICAS ADOPTAN FORMAS ESPECIALES.

III.2.3 ESPECIALES

Bajo este rubro, se colocan aquellas máquinas que guardan los principios de funcionamiento esenciales de los dos grupos anteriores, pero que se enfocan a trabajos más específicos, o bien, ampliamente generales.

Así, se tiene la presencia de máquinas de revestimiento de canales que no son trapezoidales, como la utilizada para la construcción del Acueducto Usanapa-La Cangrejera. Asimismo se menciona la presencia de máquinas que simultáneamente realizan el trabajo de excavación y revestimiento de concreto, sin pasar por alto el hecho de que algunos de estos equipos han dado pie a que se utilice, cada vez con mayor frecuencia, máquinas que realizan la excavación y revestimiento de tuneles carreteros, que guardan un proceso mas lento, pero altamente eficaz.

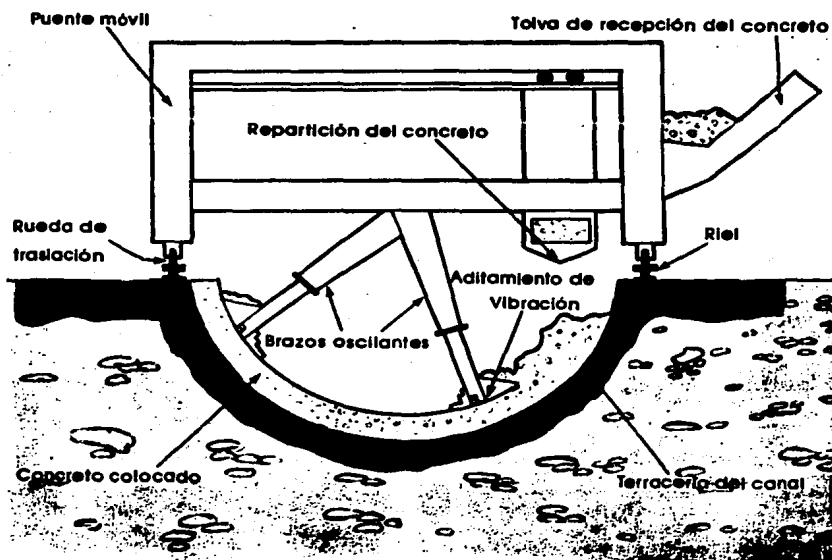
El grupo de máquinas especiales que son ampliamente generales, se ubica en las perfiladoras múltiples que, funcionando como cualquier perfiladora normal, atacan tanto la construcción de estructuras especiales como la realización de pavimentos urbanos y revestimiento de canales.

Asimismo, existe equipo auxiliar, el cual complementa el trabajo de máquinas colocadoras de mayor especialización. Tal es el caso de las perfiladoras de pavimento, las cuales realizan el retiro de

pavimentos, texturización de superficies y reutilización de pavimentos, funcionando, en alguna manera, en forma similar a las pavimentadoras. Por otra parte, se pueden mencionar las texturizadoras que son máquinas que auxilian en el acabado de superficies a las máquinas pavimentadoras y revestidoras de canales.

Finalmente, se menciona la existencia de máquinas específicas para una obra, las cuales se realizan bajo pedido, son de alto costo y solo revisten una importancia útil para un trabajo específico.

EQUIPO BRAVES PARA REVESTIMIENTO DE CANALES



ESQUEMA DE OPERACION DE LA REVESITDORA DE CANAL EMPLEADA EN EL ACUEDUCTO USPANAPA-LA CANGREJERA, DE TIPO Y CARACTERISTICAS ESPECIFICAS PARA DICHO PROYECTO.

C A P I T U L O I V

IV CONCLUSIONES GENERALES

Como consecuencia del auge que tomó el concreto como material de construcción en forma masiva desde principios de este siglo, el desarrollo de la maquinaria para la transportación y colocación del mismo, ha sido sorprendente. Dicho desarrollo ha permitido la creación de maquinaria cada vez más sofisticada y versátil para la realización de diversos trabajos de construcción.

La importancia de una adecuada selección del equipo que ha de utilizarse para el transporte y colocación del concreto, así como de algún equipo especial, redunda en forma directa en el abatimiento de los costos, proporcionando al constructor mayores utilidades.

El presente trabajo ha permitido conocer el funcionamiento general de cada uno de los equipos presentados, así como ciertas ventajas que ofrece una máquina con respecto a otra de funciones similares. Asimismo, el objetivo de conformar un compendio del concreto hidráulico en donde se proporcione información de carácter práctico al estudiante y al profesional interesado, ha sido asimilado en este trabajo, siendo este el tercer Tomo de cinco que integrarán dicho compendio.

BIBLIOGRAFIA

1. David A. Day.- Maquinaria para Construcción.
Ed. LIMUSA 1978.
2. Secretaría de Recursos Hidráulicos.- Manual sobre el
Cálculo de Precios Unitarios de Trabajos de Construcción
Tomo V, Primera Edición 1964.
3. Reported by ACI Committee 304.- Placing Concrete with
Belt Conveyors. 1977
4. Secretaría de Recursos Hidráulicos.- Instructivo para
Concreto. Talleres Gráficos de la Nación 1967.
5. William W. Hay.- Ingeniería de Transporte.
Ed. LIMUSA 1983.
6. IMCYC # 3.- Práctica recomendable para la medición,
mezclado, transporte y colocación de concreto. 1986
7. MURDOCK;- Elaboración del concreto y sus aplicaciones.
Cía. Editorial Continental, S.A. 1979
8. Santiago del Castillo Antonio.- Control y verificación
de calidad de concreto. Tesis Profesional 1978 U.N.A.M.

9. Juan de Cusa.-Maquinaria para obras públicas.
Ediciones CEAC. Barcelona, España. 1973
10. M. Paya Peinado.- Hormigón vibrado y hormigones especiales. Ediciones CEAC. Barcelona, España. 1977
11. R.L. PEURIFOY.- Métodos, Planeamiento y Equipos de Construcción. Ed. Diana. 1982
12. Leslie E. Ainsworth.- Cómo y cuando utilizar concreto bombeado. Artículo revista IMCYC No. 10U Vol. 17. Agosto 1979.
13. Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.- Breve descripción del equipo usual de Construcción. 1981
14. Manuel Arevalo.- Apuntes del segundo curso de Construcción de la Facultad de Ingeniería, U.N.A.M. 1982