

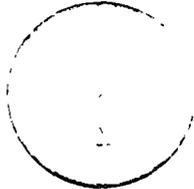
PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS
DE CONCRETO

FECHA	DURACION	TEMA	PROFESOR
4 de Nov.		INTRODUCCION Y OBJETIVOS	Ing. Francisco Canovas Corral
	2 Hs.	PLANEACION GENERAL DE LAS OBRAS	Ing. Fernando Favela Lozoya Ing. Marcos J. Faradji.
6 " "	2 "	CIMBRAS PARA ESTRUCTURAS DE CONCRETO Requisitos de las cimbras Materiales para cimbras Propiedades mecánicas de la madera Presion producida por el concreto Tópicos sobre diseño de cimbras	Ing. Jehova Guerrero y Torres
8 " "	2 "	Cimbra para muros Cimbra para columnas Cimbra para pisos, losas y trabes	Ing. Jehova Guerrero y Torres
11 " "	2 "	Cimbras móviles y deslizantes	Ing. Armando Escobar
13 " "	2 "	Propiedades de los agregados Aditivos	Ing. Felipe Loo
15 " "	2 "	Diseño de mezclas de concreto Manejo de materiales	Ing. Felipe Loo
18 " "	2 "	Producción de concreto	Ing. Ignacio Ruiz Barra
19 " "	2 "	Manejo y transporte Bombas para concreto Colocación del concreto Colados en climas frios y calientes	Ing. Ignacio Ruiz Barra
22 " "	2 "	Vibrado del concreto y revibrado	Ing. Marcos j. Faradji.

162

PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS
DE CONCRETO

Fecha	Duración	Tema	Profesor
25 de Nov.	2 Hs.	Acabados de los concretos	Ing. Edmundo Alfaro
27 " "	2 "	Concretos ligeros Acero Fabricación Diversos tipos de acero Especificaciones Manejo y colocación Nuevas tendencias en la fabricación de acero de alta resistencia	Ing. José Ma. Riobóo Martín
29" "	2 "	Acero	Ing. José Ma. Riobóo Martín
2 de Dic.	2 "	CONCRETO PREFABRICADO Sistemas prefabricados Prefabricación parcial o total	Ing. Rubén Obregón
4 " "	2 "	Rigidización temporal Tipos de conexiones	Ing. Aurelio Zugasti
6 " "	2 "	Montaje Problemas constructivos	Ing. Francisco Delgado
9 " "	2 "	CONTROL DE CALIDAD	Ing. Marcos J. Faradji
11 " "	2 "	CONTROL DE CALIDAD	Ing. Marcos J. Faradji
13 " "	2 "	COSTOS	Ing. Felipe Maimón



centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam

PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE
CONCRETO

TEMA: PLANEACION GENERAL DE LAS OBRAS

ING. FERNANDO FAVELA LOZOYA

I N D I C E

	Página
1. CONCEPTO DE LA PLANEACION	1
La Planeación	2
Políticas	2
Procedimientos y Métodos	7
Toma de Decisiones	9
2. LA PLANEACION DE UNA OBRA	15
Que es la Construcción	15
Procesos	15
Controles	16
Planeación del Proceso	16
3. DECISIONES	18
Toma de Decisiones	18
Objetivos	18
Procedimientos Para Tomar Decisiones	19
Certeza - Riesgo - Incertidumbre	20
Proceso - Sistemas	20
Restricciones	20
Selección de Variables	21

	Página
Decisión Minimizando Costo Directo	22
Decisión Considerando Gastos Indirectos	22
Flujo de Información	22
Decisiones a Nivel Gerencia	22
4. PROCEDIMIENTO PRACTICO	24
Programa General	24
Ejemplo de Programación de Concretos	25
Implementación	30

1. CONCEPTO DE LA PLANEACION

LA PLANEACION

Visto como una función, el proceso de planeación incluye la identificación de los objetivos organizacionales y la selección de políticas, procedimientos y métodos diseñados para lograr estos objetivos. En términos de la habilidad que está implicada, la toma de decisiones, incluyendo la creatividad, juega un papel importante para determinar el éxito de la planeación.

Discutiremos la función de la planeación y el papel que el proceso de la toma de decisiones tiene en ésta función.

medios
de primera lí
nea
superior

12 Las políticas generales se relacionan, primariamente, con las actividades de los administradores _____, y las políticas departamentales conciernen más a los administrado -- res _____ y las políticas básicas afec -- tan más directamente a los administradores de nivel _____.

manera

13 Otra clasificación de políticas se basa en la manera en que se forman en la organización. La política creada, la política -- solicitada y la política impuesta, son tres tipos de políticas ba -- sados en la _____ como se han formado.

están

14 La política creada es la iniciada por los administradores -- de una compañía con el fin de que les sirva de guía a ellos y a -- sus subordinados. Típicamente la relación entre la política -- creada y los objetivos organizacionales _____ -- (están/no están) íntimamente ligados.

creada

15 La decisión para promover la venta de contratos de servi -- cio con venta de equipo, para asegurar que los clientes manten -- gan, de manera adecuada, el equipo, es un ejemplo de política -- _____.

solicitada

16 En comparación con una política creada, una política soli -- citada la formula el administrador de una compañía. La dife -- rencia está en que ésta última se origina por la solicitud de un -- administrador a su superior, para resolver un caso excepcio -- nal; ésta es la base para que se le llame política _____.

si

17 Puesto que la política solicitada está basada en el manejo -- de casos individuales, el cual puede implicar circunstancias es -- peciales, ¿existe algún peligro de que tal política sea incorpie -- ta, sin coordinación y quizás inconsistente? _____ (sí/no).

solicitada

18 Cuando no existe una política previamente especificada, un administrador pregunta a su jefe qué hacer con una cuenta por -- cobrar ya vencida. La decisión del superior constituye la for -- mulación de una política _____.

creada

19 Cuando los administradores se ocupan continuamente de la formulación de políticas solicitadas, es un indicio de que no se ha dado suficiente atención a la formulación del tipo de políti -- ca que previamente discutimos, esto es la política _____.

ir, uesta

20 Las políticas impuestas son el resultado de una fuerza ex -- terna que presiona a la organización, tales como la acción gu -- bernamental de la asociación comercial o del sindicato. En ge -- neral, la importancia de la política _____ ha ido -- aumentando en los últimos años.

si (puesto que están sujetas a las mismas presiones gubernamentales, de la asociación comercial y del sindicato.

21 ¿Creé usted que las políticas impuestas en la General Motors, son similares a las de la Ford Motors Co.? _____ (sí/no).

impuesta

22 Una política de depreciación de equipo formulada debido a las exigencias de un contrato con la Fuerza Aérea, es un ejemplo de política _____.

creada,
solicitada
impuesta

23 Con base en la manera como se forman, hemos discutido tres tipos de políticas: _____, _____, _____.

impuesta

24 El tipo de política que sería similar en diversas empresas de una misma rama es la política _____.

creada

25 La política específicamente formulada para establecer guías necesarias para lograr los objetivos de la organización antes de que se presente cualquier problema se llama política _____.

solicitada

26 El tipo de política cuya abundancia indica una flata de atención administrativa apropiada para dar por anticipado las guías necesarias para tomar decisiones se llama política _____.

trabajo

27 Finalmente, otra clasificación de políticas tiene como base el área de trabajo a la que se aplican. Aunque se podría discutir un gran número de categorías, abarcaremos: ventas, producción, finanzas y personal como las principales áreas de _____ en la empresa.

es

28 Las políticas de ventas tienen que ver con decisiones tales como la selección del producto que va a fabricarse, su precio, su promoción de ventas y la selección de los canales de distribución puesto que éstas son áreas interdependientes de toma de decisiones, la coordinación de estos esfuerzos _____ (es/no es) esencial.

ventas

29 La decisión para restringir la distribución de una cierta marca de cerveza a una área geográfica constituye una política de _____.

30 Las políticas de producción incluyen decisiones tales como la de fabricar o comprar un componente, la elección del sitio de producción, la compra del equipo de producción y los inventarios que deben mantenerse. Pueden formularse las políticas de producción sin tener en cuenta las políticas de ventas? -----
no _____ (sí/no).

31 La decisión para ubicar nuevas plantas a una cierta distancia de un mercado importante constituye una política de -----
producción _____.

32 Las políticas financieras tienen que ver con la obtención de capital, métodos de depreciación y el uso de los fondos disponibles. Como tales, estas políticas (podrían/no podrían) -----
podrían _____ afectar directamente todas las otras áreas de --
formulación de políticas.

33 La decisión de alquilar en vez de comprar todo el espacio necesario para almacenes, es un ejemplo de política -----
financiera _____.

34 Las políticas de personal tienen que ver con la selección del personal, desarrollo, compensación, desarrollo de una moral y con las relaciones sindicales. Es importante que estas políticas sean uniformes en toda la compañía? _____ (sí/no)
sí

35 La decisión de que los solicitantes de empleo se inicien como aprendices, con base en las pruebas de habilidad, es un -----
personal ejemplo de una política de _____.

36 Los cuatro tipos de política basados en el área de trabajo que se han discutido son: _____, _____, -----
ventas _____ y _____.
producción
finanzas
personal

37 Obviamente, cualquier política dada puede describirse en -----
administrativo términos de cualquiera de los tres sistemas principales de clasificación que se han discutido: El nivel _____, la -----
manera _____ como se formó la política, y el área de -----
trabajo _____ afectada.

38 El jefe de personal de una empresa ha informado a su superior que es incapaz de contratar cierto personal técnico en la -----
general comunidad local, y como resultado de esto el jefe de relaciones solicitada industriales decide que éste personal debe ser reclutado en una -----
personal comunidad distante. Desde el punto de vista del nivel administrativo ésta es una política _____, desde el punto de vista de la manera como se formó es una política _____
y desde el punto de vista del área de trabajo es una política de _____.

básica
creada
ventas

39 Los administradores de nivel superior en una empresa deciden concentrar sus esfuerzos comerciales en el campo del equipo electrónico. Esto puede describirse como una política _____, _____ y de _____.

departamental
impuesta
producción

40 Debido a las exigencias el contrato sindical con la empresa, los supervisores deben usar solamente ciertos métodos de estudio de tiempos para determinar los estándares de producción. Esto puede describirse como una política _____, _____ y de _____.

B) PROCEDIMIENTOS Y METODOS

Una declaración de procedimiento es más específica que una declaración de política en que enumera la secuencia cronológica de pasos que deben tomarse para lograr un objetivo. Por otra parte, un método especifica cómo va a realizarse un paso del procedimiento.

procedimiento

41 Una descripción de cómo debe realizarse una serie de tareas, cuándo y por quién, normalmente se considera un _____.

procedimiento

42 Las instrucciones específicas para atender órdenes de elaboración, que pueden incluir actividades en los departamentos de ventas, contabilidad y producción, son un ejemplo de un _____ especificado.

contratación

43 Haga referencia a la figura 3.1 para un ejemplo de un procedimiento. En este caso está implicado un proceso de _____.

Figura 3.1 ESQUEMA DE UN PROCEDIMIENTO TIPICO DE CONTRATACION.

- 1 Entrevista preliminar (discriminación de datos)
- 2 Solicitud
- 3 Verificación de referencias
- 4 Prueba de aptitud

- 5 Entrevista de trabajo
- 6 Aprobación del supervisor
- 7 Examen médico
- 8 Orientación

menos

44 Comparados con las políticas, los procedimientos permiten _____ (más/menos) amplitud en la toma de decisiones administrativas.

método

45 En contraste con un procedimiento, una descripción de cómo debe realizarse un paso de un procedimiento se denomina _____.

si

46 ¿Es posible que un método implique a solo un departamento y a solo una persona en ese departamento? (sí/no) _____.

método procedimiento

47 La técnica especificada para usarse en la realización de una prueba de aptitud es un _____, mientras que la secuencia de pasos en la función del empleo constituye un _____.

mejoramiento de métodos

48 El método se refiere a la manera de realizar tareas específicas. Históricamente el reemplazo de métodos manuales por medios mecánicos ha sido un ejemplo popular del _____.

procedimientos

49 Desde un punto de vista más amplio, el término simplificación del trabajo se aplica a los esfuerzos por realizar una tarea particular, o toda una serie de tareas, de manera que sea más eficiente y económica. Por lo tanto, la simplificación del trabajo puede aplicarse tanto a métodos como a _____.

simplificación del trabajo

50 En años recientes, el equipo electrónico se ha visto relacionado, de manera muy importante, con la _____.

b

51 ¿Cuál piensa usted que es más probable, (a) que un cambio en un método particular originará un cambio en el procedimiento total, o (b) en un cambio en el procedimiento total afectará la necesidad de un método? _____ (a/b).

procedimientos

52 Puesto que un cambio en un procedimiento puede hacer que ciertos pasos, y de aquí que ciertos métodos, sean innecesarios en ese procedimiento, se sigue que la simplificación de trabajo deberá comenzar con un estudio de los (métodos/procedimiento) _____ existentes.

métodos
procedimientos 53 A menos que la simplificación del trabajo sea en sí misma un procedimiento planeado, es más fácil lograr un mejoramiento y simplificación en los _____ que en los _____.

más fácil 54 Por ejemplo, si comparamos con la simplificación del procedimiento de selección de personal, la cual tiene que ver con varios departamentos, un mejoramiento en el método de realizar una prueba de aptitud es (más fácil/más difícil).

políticas
procedimientos
métodos 55 En resumen, en las secciones anteriores hemos descrito tres niveles de planeación que están relacionados con el logro de los objetivos organizacionales. Estos son la determinación de _____, _____ y _____.

procedimiento
método 56 Una descripción cronológica de los pasos que hay que dar para lograr un objetivo, es un _____, mientras que la especificación de cómo debe darse un paso particular, es _____.

simplificación
del trabajo 57 Los mejoramientos y la simplificación, tanto en los procedimientos como en los métodos se denominan _____.

C) TOMA DE DECISIONES

La habilidad para tomar decisiones es la clave de una planeación exitosa en todos los niveles. Esto implica más que la selección de un plan de acción, porque al menos deben realizarse tres fases: Diagnóstico, descubrimiento de las alternativas y análisis, antes de que se haga una elección.

alternativas
diagnóstico 58 La secuencia de las actividades de la toma de decisiones es de una importancia considerable. El análisis exitoso depende del descubrimiento previo de _____, apropiadas mientras que esta fase, a su vez depende de un cuidadoso _____.

diagnóstico 59 La función de la primera fase en la toma de decisiones, esto es el _____, es identificar y esclarecer un problema.

planeación 60 Un diagnóstico cuidadoso depende de la definición de los objetivos organizacionales con los cuales se compara la situación presente. Esto está de acuerdo con nuestra observación previa de que los objetivos son el punto focal para la función de _____.

objetivos

61 Después de identificar los _____ organizacionales, el diagnóstico implica la identificación de los principales obstáculos que impiden que se logren. Según esto, debe observarse que el describir un problema _____ (sí/no) necesariamente identifica los obstáculos.

no

obstáculos

62 Por ejemplo, el identificar un problema que implique la función del mercadeo está al nivel de la descripción, mientras que el localizar las fallas específicas en el sistema interno de comunicación de la empresa constituye una identificación de los _____.

objetivos
obstáculos

63 Además de definir los _____ organizacionales e identificar los principales _____, la fase de diagnóstico de la toma de decisiones ordinariamente implica el señalar los factores en la situación que no pueden cambiarse. ¿Esta acción tiende a aumentar o disminuir el número de posibles soluciones al problema? _____ (aumentar/disminuir)

disminuir

improbable

64 En la fase del diagnóstico de la toma de decisiones hay que tener cuidado para evitar "bloquear" las alternativas que de hecho son posibles. Por ejemplo, el ejecutivo de mercado que acepta el método actual para distribuir el producto, con un factor fijo, es _____ (probable/improbable) que considere un método alternativo obvio.

diagnóstico

65 La primera fase del proceso de la toma de decisiones, que ya discutimos, es la del _____. Esta fase es seguida por el descubrimiento de cursos alternativos de acción.

alternativos

66 Es en esta segunda fase descubrir cursos _____ de acción donde el elemento de la creatividad es especialmente importante.

sí

67 ¿Existen diferencias individuales marcadas, entre las personas en lo relativo a pensamiento creativo? _____ (sí/no)

lo hace

68 Dada la importancia de las diferencias individuales en la creatividad existen diversas variables organizacionales que afectan la posibilidad de la creatividad. Un factor obvio pero a menudo olvidado es que la recompensa al comportamiento creativo (lo hace/no lo hace) _____ que surja.

creatividad

69 De esta manera, el administrador que hace a un lado las nuevas sugerencias considerándolas poco, no alienta el desarrollo de la _____ en sus subordinados.

70 Otro factor íntimamente relacionado con la creatividad es el nivel de presión en el ambiente. Aunque cierta presión es estimulante, las investigaciones que se han realizado en este campo indican que la alta presión da como resultado un desorden en el comportamiento o a una manera rígida de actuar, ninguna de las cuales favorece la creatividad. De acuerdo con esto las personas que dentro de una organización trabajan a "alta presión son _____ (más/menos) creativas, aunque pueden ser productivas.

menos

71 Comparando las organizaciones de investigación exitosas con las organizaciones de producción que han alcanzado el éxito, uno podría esperar encontrar menos énfasis en los programas diarios en las _____ (primeras/últimas)

primeras

72 Finalmente el pensamiento creativo y las soluciones perspicaces no puede surgir sin dedicar tiempo para adquirir y considerar el material de hechos. Esto sugiere el "tiempo para pensar", durante el cual no es obvio ningún progreso patente, _____ (es/no es) tiempo gastado productivamente.

es

73 De esta manera, al menos tres factores afectan el clima la creatividad. La creatividad mejora cuando tal comportamiento es _____, cuando el nivel de _____ es apropiado, y cuando está disponible el _____ adecuado para considerar el problema.

recompensado
presión(etc)
tiempo

74 Después del diagnóstico y del descubrimiento de alternativas, la parte final del proceso de la _____ es la del análisis el cual consiste en comparar los posibles cursos de acción y en escoger una de las alternativas.

toma de de-
cisiones

75 En el grado en que un administrador basa sus decisiones en corazonadas o sentimientos internos, el proceso de la elección se basa en la intuición. En un enfoque totalmente intuitivo, la tercera fase de la toma de decisiones, la del _____ podría virtualmente estar ausente.

análisis

76 El hecho de que la base para la elección de una alternativa no esté claro, ni aún para la misma persona que va a tomar la decisión, es una debilidad o desventaja confiar en la _____ al tomar decisiones.

intuición

77 El enfoque típico para la fase de análisis de la toma de decisiones es el análisis de hechos. En este enfoque, las corazonadas asociadas con el enfoque _____ deberán ser específicamente identificadas o rechazadas en el proceso de la toma de decisiones.

intuitivo

análisis de hechos.

78 El identificar y posiblemente enumerar las ventajas y desventajas relacionadas con cada una de las alternativas es un ejemplo del método del _____.

sí

79 ¿Crée usted que sería útil cuantificar a menudo los diversos factores implicados en el análisis de hechos? _____ (sí/no)

I O

80 Un método que confía en la cuantificación de todos los factores y que se ha encontrado que es útil en la toma de decisiones es el de la investigación de operaciones. Algunas veces se hace referencia a éste usando las primeras letras de las dos palabras, esto es _____.

matemático

81 Una de las características de la investigación de operaciones para analizar las situaciones de toma de decisiones es la construcción de un modelo para la situación. De acuerdo con su interés en cuantificar todas las variables implicadas, el modelo usado en el enfoque de la I O es típicamente un modelo _____ (físico/matemático)

matemático

82 De esta manera, el enfoque de la investigación de operaciones pone énfasis de la importancia de identificar y cuantificar todas las variables implicadas en una situación de toma de decisión y construir un modelo _____ para representar la situación.

REPASO

objetivos (o-metas)

83 Antes de comenzar una actividad efectiva de planeación a cualquier nivel, deben identificarse los _____ organizacionales.

(Introducción a la Unidad, Cuadro 1)

políticas procedimientos métodos

84 La planeación se define como la selección y definición de _____, _____ y _____ para lograr los objetivos organizacionales.

(Introducción a la Unidad)

básicas generales departamentales

85 Las políticas, que sirven como guías generales para la toma de decisiones de los administradores, pueden clasificarse de diferentes maneras. Con base en el nivel organizacional de los administradores afectados, las políticas se describen como _____, _____ y _____.

(Cuadros del 2 al 12)

86 Por ejemplo, el tipo de política que se aplica a grandes -- secciones de una organización, pero no a la totalidad de ella, -- y que es de gran interés para los administradores medianos, es la política _____.

general

(Cuadros del 7 al 8)

87 Existen también tres tipos de políticas basadas en la mane-- ra como se forman en la organización. Estas son políticas --- creadas _____, _____ e _____ solicitadas impuestas

(Cuadros del 13 al 23)

88 ¿Qué tipo de formulación de política indica que los admi -- nistradores superiores no han anticipado con éxito las necesida-- des de política de la organización?. Política _____ solicitada

(Cuadros 16 al 26)

89 La tercera clasificación de las políticas que discutimos se basa en el área de trabajo a la cual se aplican. Sobre esta ba-- se, existen políticas de _____, _____, _____ y _____ ventas producción finanzas de personal

(Cuadros 27 al 36)

90 La decisión de rentar más que comprar mercados de ven-- tas al menudeo es un ejemplo de la formulación de la política de _____ finanzas

(Cuadros del 32 al 33)

91 Cualquier política puede describirse desde el punto de vis-- ta de los tres sistemas de clasificación que hemos discutido. -- La decisión de que todos los supervisores en la empresa deben ser responsables del desarrollo de sus subordinados puede cla-- sificarse como política _____, _____ departamental creada de personal y _____

(Cuadros del 37 al 40)

92 Una descripción de cómo va a realizarse cada una de las -- series de tareas, cuándo se realizará y por quién debe ser rea-- lizada normalmente está incluida en una declaración de un ---- procedimiento _____

(Cuadros del 41 al 44)

método

93 Por contraste, la especificación detallada de cómo se realiza un paso de un procedimiento es el establecimiento de un _____.

(Cuadros del 45 al 57)

diagnóstico
descubrimiento
de alternativas
análisis

94 La selección de un plan de acción representa la culminación del proceso de toma de decisiones. El proceso mismo está constituido por tres partes, al menos: _____, _____ y _____.

(Cuadros del 58 al 78)

recompensado
presión
tiempo

95 Es en el descubrimiento de alternativas en el que adquiere gran importancia la creatividad en la toma de decisiones. El comportamiento creativo surge con más facilidad cuando es _____, cuando el nivel de _____ es apropiado y está disponible el _____ adecuado para considerar el problema.

(Cuadros del 76 al 78)

investigación
de operaciones (10)

96 El análisis de hechos, el cual se basa en la construcción de un modelo matemático y que se ha encontrado que es útil en la toma de decisiones denomínase _____.

(Cuadros del 79 al 82)

PREGUNTAS PARA DISCUSION.

1. Al contestar a una pregunta, el presidente de una compañía dice "Mi único objetivo es obtener utilidades". Comente la respuesta.

2. ¿De qué manera la planeación efectiva en el nivel departamental en una organización depende de acontecimientos en los niveles superiores de la organización?.

3. Las políticas se han clasificado de varias maneras. Por qué no se utiliza un sistema de clasificación más simple?.

4. Considere la diferencia que existe entre el mejoramiento en los métodos y la simplificación del trabajo. ¿Por qué debe preferirse en la mayoría de los casos el segundo?.

5. ¿Qué papel juega la creatividad en la planeación?.

2. LA PLANEACION DE UNA OBRA

A. QUE ES LA CONSTRUCCION

Dentro de los campos en la profesión del Ingeniero Civil ocupa un lugar preponderante la construcción. En la realización de una obra, este campo sigue inmediatamente al diseño y precede a los de operación y mantenimiento de obras. Consiste la construcción en la realización de una obra combinando materiales, obra de mano y maquinaria con objeto de producir dicha obra de tal manera que satisfaga una necesidad generalmente colectiva, y que cumpla con las condiciones planteadas por el diseñador, entre las que se cuenta con primordial importancia la seguridad.

Consiste la construcción en uno o varios procesos de producción en el o los que se combinan en alguna forma recursos (materiales, obra de mano y maquinaria) para lograr el producto terminado, se trata pues de un típico proceso industrial, que solo difiere del clásico en que las obras normalmente son diferentes y se requiere estudiar un proceso que será diferente para cada obra, en cambio en el proceso típico industrial este es repetitivo.

B. PROCESOS

Podemos pues presentar la construcción como uno o varios procesos de transformación con una entrada, los recursos y una salida, la obra terminada.

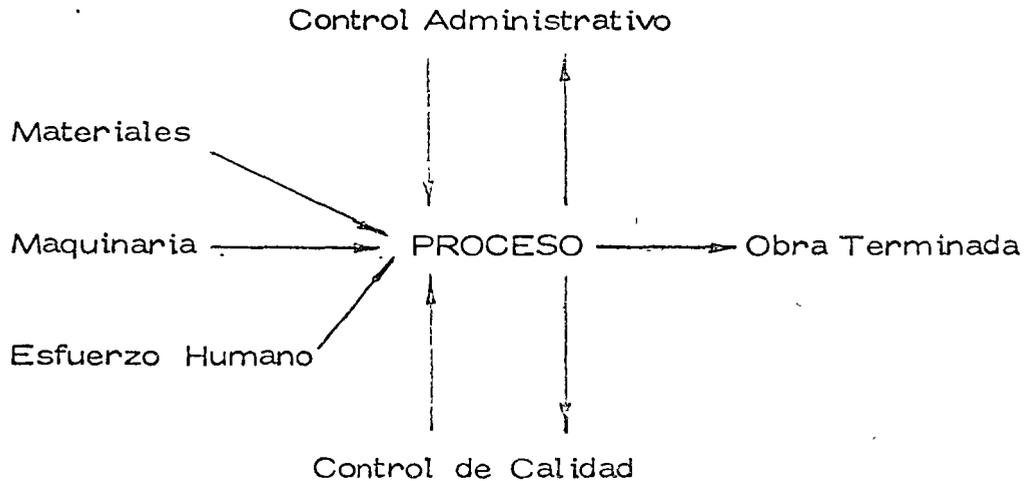


Como habíamos dicho antes el proceso puede ser uno o varios, pero también podremos dividirlo en subprocesos, cada uno de los cuales producirán una parte de la obra, estos pueden ser simultáneos o en cadena, y es usual que estos subprocesos se analicen por separado para definir los procedimientos de construcción que producirán la obra que deseamos.

C. CONTROLES

A lo largo de la ejecución deberemos revisar para que nuestro esfuerzo nos vaya llevando a la obra terminada tal y como lo concebimos. Es fácil comprender que no conviene esperar al fin de la obra para revisar si esta coincide con la diseñada, y si nuestra planeación se cumplió, esto es, si las cantidades y calidades que calculamos usar de nuestros recursos realmente fueron las utilizadas. Si algo falla lo ejecutado no coincidirá con lo planeado. A la revisión de el uso de los recursos a lo largo de la ejecución se le llama Control Administrativo. A la revisión de la calidad de la obra en todas sus partes a fin de que realmente ésta sea la diseñada se le denomina Control de Calidad. Estos controles consisten en tomar muestras a lo largo del proceso y compararlas con los estándares tomados de la planeación; en realidad constituyen en si un proceso capaz también de ser planeado. Este tipo de procesos se denominan de Control o Retroalimentación. Si en estos procesos se encuentran desviaciones significativas con el estándar actúan sobre los procedimientos de construcción para corregir las desviaciones y acercar el producto al estándar.

Puede pues representarse la construcción y sus controles con el siguiente esquema.



D. PLANEACION DEL PROCESO

El Planear el Proceso, significa definir entre varias posibilidades una que sea conveniente para el que va a planear. Una vez definida una alternativa ésta involucra una serie de procedimientos de construcción que deberán llevarse a cabo para producir la obra terminada.

Por ejemplo definiremos tipo de cimbra, sus características -- geométricas, equipo de producción de concreto, equipo de transporte, método de colocación del concreto, método de vibrado del concreto, programa general, etc., si se trata del proceso para construir una estructura de concreto.

3. DECISIONES

A. TOMA DE DECISIONES

El ingeniero que se ocupa de la construcción tiene que planear anticipadamente los procedimientos a utilizarse en el proceso. Esto lo hace seleccionando varios tipos de máquinas u operaciones en ciertas combinaciones que él sabe le producirán la obra de acuerdo con el diseño. Se le presentan pues varias alternativas, una de las cuales escogerá para realizar las obras. Esto constituye la toma de una decisión. Una decisión es simplemente una selección entre dos o más cursos de acción. Podemos decir pues que la selección del procedimiento de construcción es un caso de la toma de decisiones.

La toma de decisiones puede realizarse intuitiva o analíticamente. Si se aplica la intuición normalmente se usa lo que ha sucedido en el pasado y aplicando este conocimiento se estima lo que puede suceder en el futuro, con cada una de las vías de acción, y en función de esta apreciación se toma la decisión. La decisión tomada analíticamente consiste en un estudio sistemático y evaluación cuantitativa de el pasado y el futuro, y en función de este estudio se selecciona la vía de acción más adecuada. Ambos métodos se usan comunmente en el problema de selección de equipo.

B. OBJETIVOS

Si queremos hacer la selección de un camino entre varios que se presentan, y que solucionará el problema tendremos en alguna forma que comparar las posibles soluciones. Se presenta el problema de como compararlas ¿En función de qué? ¿Cómo valuarlas? El ingeniero deberá pues determinar un objetivo u objetivos que le servirán para valuar dichas vías de acción o caminos alternativos.

La labor del ingeniero está orientada por la economía; es decir tiene como objetivo fundamental adecuar el costo con la satisfacción de una necesidad. Aún cuando no es raro que en su labor el ingeniero se enfrente a problemas con objetivos contradictorios en el caso de la selección de procedimientos de construcción sus decisiones están orientadas por el criterio económico.

La valuación de las alternativas será pues una valuación de tipo económico, habrá que determinar el costo de las entradas a lo-

largo del tiempo y el beneficio que proporcionará la salida, también a lo largo del tiempo, para cada alternativa. De la comparación de estos costos-beneficios saldrá una manera de comparar las alternativas en que se basará el ingeniero para tomar su decisión. El ingeniero deberá pues tener un conocimiento profundo de los costos, y deberá poder definir tanto los costos físicamente creados por el uso de su alternativa, como los derivados de usar la solución propuesta por él.

La selección dependerá pues del criterio económico. La evaluación de las alternativas podría tomar la forma de :

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Salida}}{\text{Entrada}} = \frac{\text{Ingreso}}{\text{Costo}}$$

También puede decirse pues que lo que busca el ingeniero es hacer máximas las utilidades.

C. PROCEDIMIENTOS PARA TOMAR DECISIONES

Definido el problema deberá hacerse un análisis del mismo, en esta fase se recaba toda la información que nos de un conocimiento profundo y completo del problema, con el objeto de poder definir y valorar el mismo, lo que traerá como consecuencia una selección más depurada de las distintas alternativas-solución-- que se formulará en la siguiente etapa de la toma de decisión. -- Esta definición y valuación del problema se hará tomando en -- cuenta el objetivo.

En la siguiente fase se toman todas las alternativas posibles o cursos alternativos de acción. En este caso es muy importante para escoger las alternativas posibles la preparación técnica del ingeniero.

La tercera fase consiste en comparar estos posibles cursos de acción en función del objetivo y al final de esta fase podremos tomar ya una decisión que vaya guiada al objetivo propuesto.

Por último se considera una última fase de especificación e implementación, en la cual se hace una descripción completa de la solución elegida y su funcionamiento.

D. CERTEZA - RIESGO - INCERTIDUMBRE

Se dice que una decisión se toma bajo certeza cuando el ingeniero conoce y considera todas las alternativas posibles y conoce todos los estados futuros de la situación consecuencia de tomar dichas alternativas, y a cada alternativa corresponde un solo estado futuro.

Se dice que una decisión se toma bajo riesgo si a cada una de las alternativas corresponden diversos estados futuros, pero el ingeniero conoce la probabilidad de que se presente cada uno de ellos.

Se dice que la decisión se toma bajo incertidumbre si el ingeniero no conoce las características probabilistas de las variables.

E. PROCESO - SISTEMAS

Al analizar el proceso constructivo y planearlo nos encontramos que en realidad estamos encontrando el grupo de decisiones que permitirán el logro de nuestros objetivos.

Para estudiar este proceso será indispensable analizar todas las variables o las más importantes que intervienen en él, las relaciones entre ellas y como una variación en cada una de ellas influye en que el resultado final se acerque más o menos a nuestro objetivo. Esto en realidad equivale a considerar la totalidad de cursos alternativos de acción en función del objetivo.

Normalmente las variables tienen limitaciones. Podremos tener limitaciones en tiempo, en recursos, en sumas mensuales a gastar, etc.

Muchas veces los cursos alternativos de acción son muy grandes en número, y por esto es conveniente para compararlos con facilidad, encontrar como cada valor de la variable influye en la salida del proceso.

F. RESTRICCIONES

En la fase de análisis se fijan normalmente las restricciones o limitaciones. Estas pueden provenir de las especificaciones del diseñador, de limitaciones propias de la empresa, o restricciones externas.

Es muy conveniente que el ingeniero no se cree restricciones - ficticias, que le limitarán el encontrar soluciones alternas posibles. Esto limitaría la aplicación de la técnica del ingeniero.

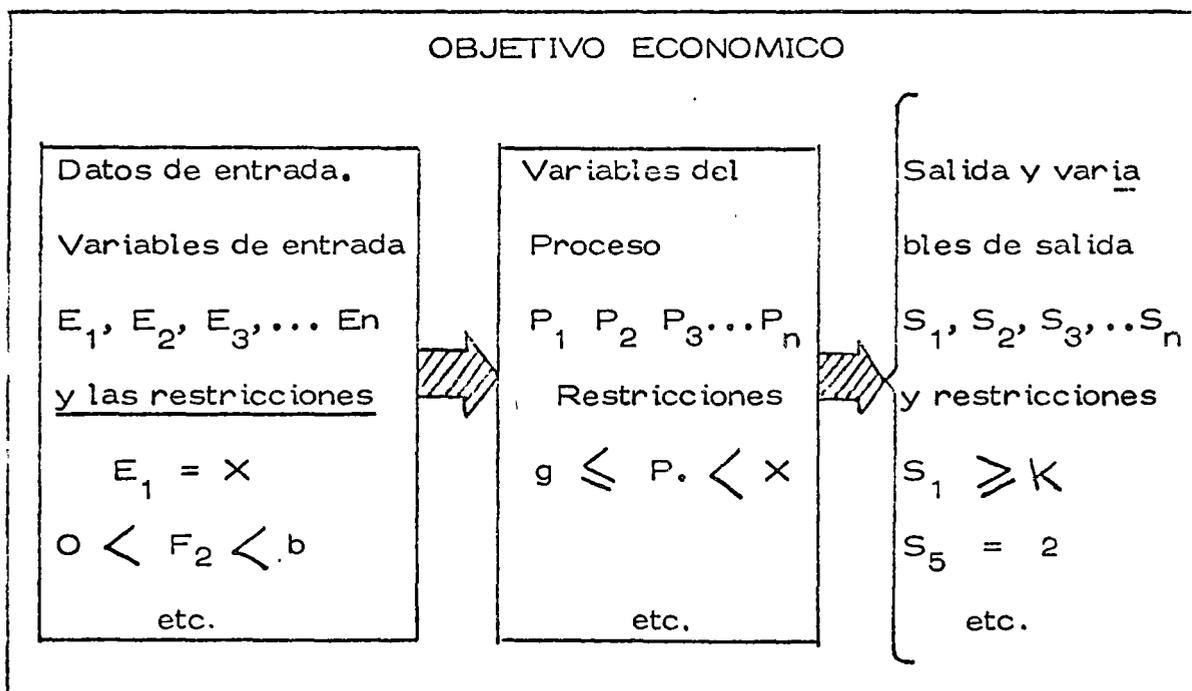
G. SELECCION DE VARIABLES

No es fácil encontrar todas las variables; por otro lado no todas influirán importantemente en el proceso, es pues conveniente definir las variables significativas, esto es las que modifiquen importantemente la salida valuada en función del objetivo. Las variables pueden ser :

- Controlables, aquellas que podremos variar a nuestro antojo.
- Las que no pueden ser controladas o manipuladas en el proceso, pero que influyen en la salida.

Podemos pues definir nuestro método de decisión usando la siguiente notación :

DADOS



ENCONTRAR

El conjunto de valores de las variables controlables que hagan óptimo el criterio económico y que satisfagan las limitaciones y - restricciones

H. DECISION MINIMIZANDO COSTO DIRECTO

Este es un método comunmente usado en la obra para definir el equipo adecuado y en general tomar la decisión de qué procedimiento debe usarse en una obra determinada. Tiene la ventaja de su simplicidad, pero considera como sistema la actividad específica a analizar y no considera la relación de las diferentes actividades o subsistemas de la obra entre si.

Es costumbre relacionar a posteriori las actividades similares para buscar una optimización posterior. Por ejemplo todas las actividades que se refieren a compactación.

I. DECISION CONSIDERÁNDO GASTOS INDIRECTOS

Puede considerarse el sistema obra completo, lo cual es complicado, pero más comunmente se consideran algunas variables significativas que tienen que ver con gastos generales y se controlan como tales. Por ejemplo considerar el Costo del Almacén, Costo del Financiamiento, etc.

J. FLUJO DE INFORMACION

Se adjunta flujo de actividades para evaluar una alternativa, este flujo es de carácter general y tendrá las modificaciones que el tipo especial de obra indique. La decisión del tipo de equipo puede hacerse repitiendo la evaluación alternativa por alternativa seleccionando la más conveniente desde el punto de vista económico. Es común este sistema.

K. DECISIONES A NIVEL GERENCIA

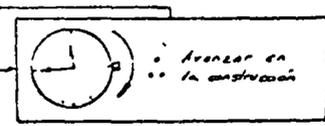
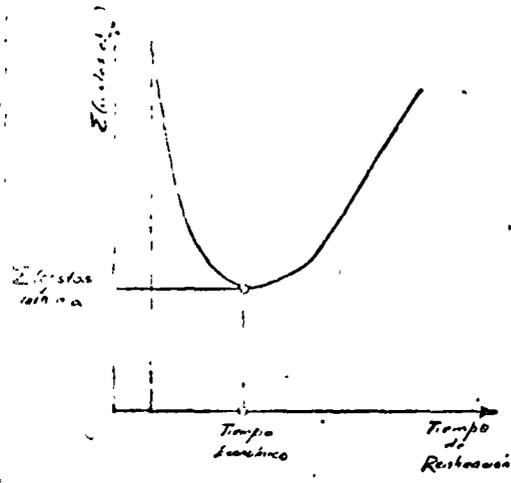
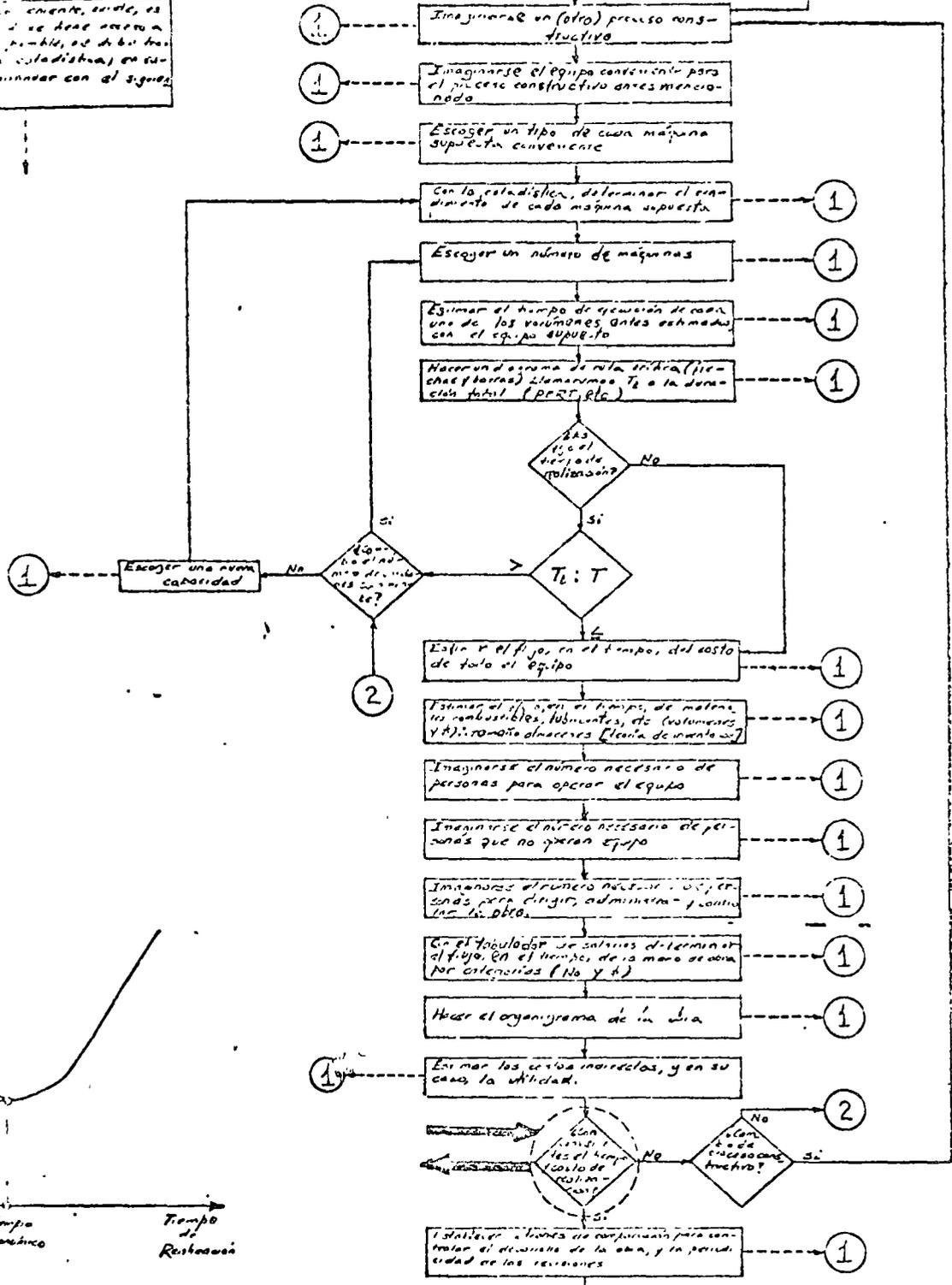
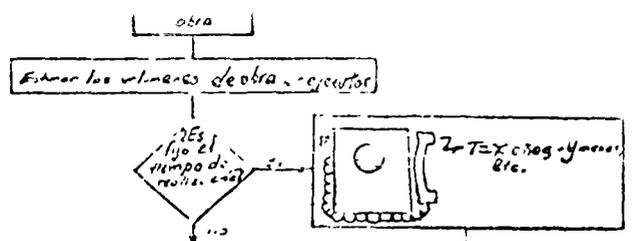
Las decisiones a nivel gerencia se tomarán considerando el sistema-empresa. En este sistema las obras son subsistemas.

Es común que una decisión a nivel gerencia modifique una decisión aparentemente óptima considerando el sistema obra. Esto si no es explicado adecuadamente puede ocasionar problemas serios entre las relaciones ejecutor-gerente; pues aparece como contradictorio el hecho de que se proponga una solución a nivel de obra, que ha sido convenientemente analizada y la decisión sea diferente y en apariencias menos convenientes.

Es difícil aplicar un método cuantitativo que tome en cuenta todas las variables significativas. Sin embargo se consideran algunas que son de especial relevancia, por ejemplo los aspectos financieros.

EXPERIENCIA = ESTADÍSTICA MENTAL

1
 Si en cada momento, existe, es necesario que se haya ocurrido ella y esta a su vez, se debe tratar de usar la estadística, en su sentido, siempre con el siguiente paso



4. PROCEDIMIENTO PRACTICO

A. PROGRAMA GENERAL

Por ser muy difícil planear de conjunto todo el proceso, es común que el ingeniero divida este proceso en subprocesos y optimice estos subprocesos por separado. Posteriormente podrá analizar estos subprocesos integrados en el proceso total para una segunda etapa de optimización.

Es muy frecuente que esta división en subprocesos o "actividades" lo haga a través del programa general.

Esto le permite, al mismo tiempo que subdivide, tener un esquema en el que todas las actividades están ligadas por su relación de tiempos de ejecución, cosa muy conveniente para no perder de vista el proceso total.

Para realizar el Programa General se presentan las siguientes etapas que se enlistan a continuación :

- a) Estudiar la Obra
- b) Desglosar Actividades
- c) Definir Procedimientos
- d) Determinar Tiempos
- e) Ordenar Actividades

Estudiar la obra y el desglose del proceso en subprocesos o actividades ya se habían comentado, y solo es conveniente decir que las actividades serán tanto más importantes cuanto menor sea el detalle del programa.

Al definir los procedimientos constructivos lo haremos en esta primera etapa de una manera general, sin un estudio muy profundo.

En seguida determinamos tiempos de duración de las actividades y ordenamos las mismas de acuerdo con su posición temporal, es decir colocándolas de tal manera que queden ordenadas respecto al tiempo de su realización.

Esto puede hacerse fácilmente mediante redes de actividades.

El orden puede modificarse, y hacer nuestra red de actividades previa a la fijación de tiempo.

Una vez revisado el tiempo total de realización del proyecto y -- después de varios intentos quedará fijo el programa general tentativo.

B. EJEMPLO DE PROGRAMACION DE CONCRETOS

Es usual para la planeación de concretos separar éstos del programa general y planearlos de conjunto.

Por esto es usual seguir las siguientes fases :

- a) Marcar Actividades
- b) Plantear Programas
- c) Programas Zonales
- d) Programas Totales
- e) Retroalimentación
- f) Estudio Económico
- g) Definir Procedimientos

Se marcan primero aquellas actividades del programa general -- que tengan que ver con los concretos específicamente (fig. # 2).

En seguida y con los datos del programa total se colocan en un -- programa generalmente de barras, teniendo cuidado de marcar -- holguras (fig. # 3).

Estos programas se hacen en las diferentes zonas geográficas de la obra, definiendo volúmenes totales a ejecutar por zona, y pasando estos programas de volúmenes por ejecutar a gráficas --- (fig. # 4).

En seguida se agrupan si se ve conveniente estos programas zonales en un programa total.

Después se procura una retroalimentación de estos datos al programa parcial y al general de manera que se modifique el programa de producción a fin de uniformizarlo buscando ahorros en insumos.

Esta uniformización se busca primero usando las holguras. En la fig. # 5 se ve el resultado de una uniformización utilizando es_

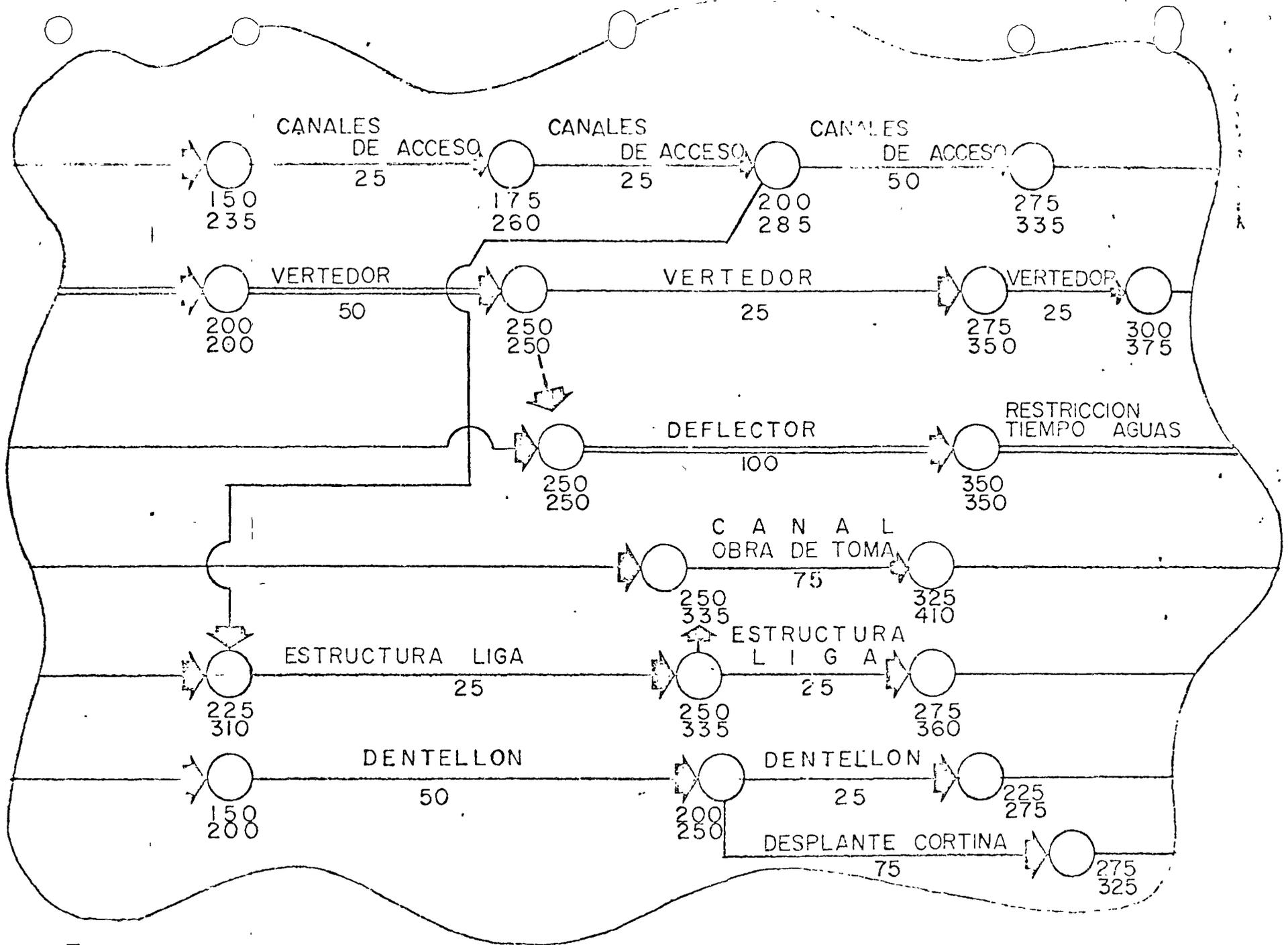
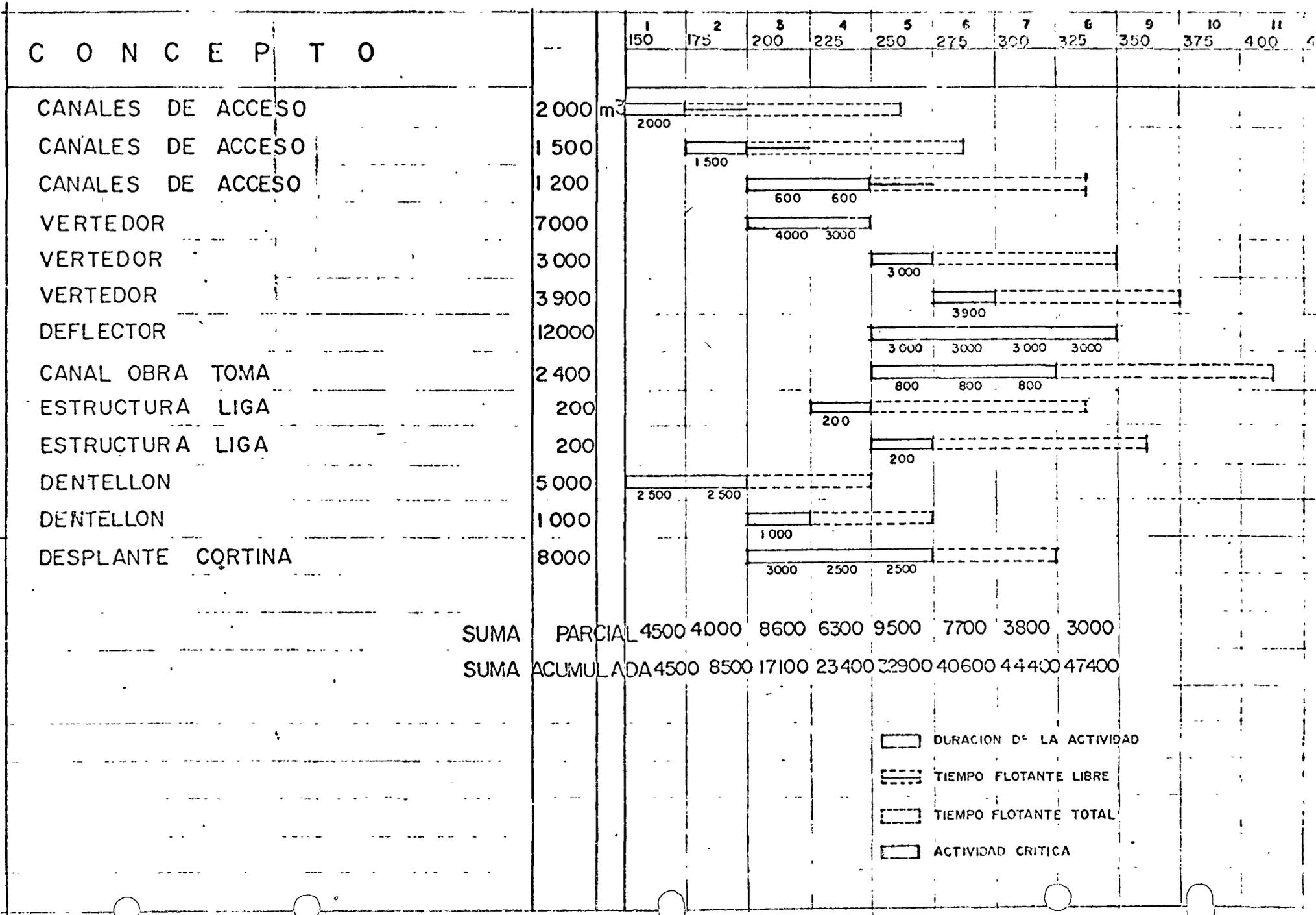


Fig. # 2

Fig. # 3



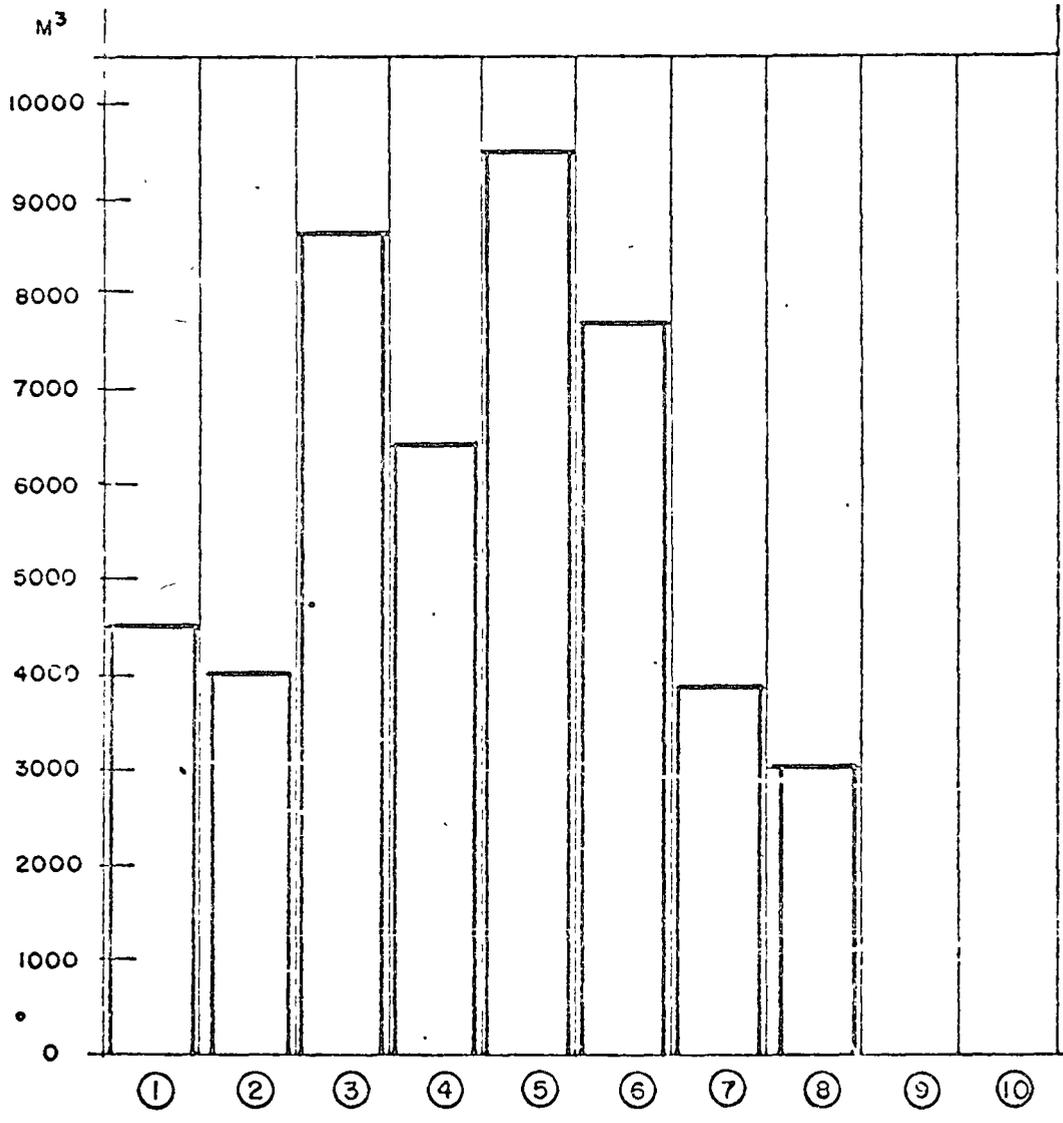


Fig. # 4

3

Fig. # 5

C O N C E P T O		150 1	175 2	200 3	225	250 5	275 6	300 7	325 8	350 9	375 10	400 11
CANALES DE ACCESO	2000 m ³		2000									
CANALES DE ACCESO	1500			750	750							
CANALES DE ACCESO	1200					600	600					
VERTEDOR	7000			4000	3000							
VERTEDOR	3000								3000			
VERTEDOR	3900										3900	
DEFLECTOR	12000					3000	3000	3000	3000			
CANAL OBRA TOMA	2400						800	800	400	400		
ESTRUCTURA LIGA	200					200						
ESTRUCTURA LIGA	200						100	100				
DENTELLON	5000	2500	2500									
DENTELLON	1000				1000							
DESPLANTE CORTINA	8000					3000	2500	2500				
	SUMA PARCIAL	2500	4500	4750	4750	6800	7000	6400	6400	4300		
	SUMA ACUMULADA	2500	7000	11750	16500	23300	30300	36700	43100	47400		

LA PLANEACION

La función de la planeación se compone de la selección y definición de las políticas, procedimientos y métodos necesarios para lograr los objetivos generales de la organización. Cada uno de estos "niveles" de la actividad de planeación se considera, en su momento en esta unidad. Ya sea en el nivel en que se determinan las políticas, procedimientos o métodos, el proceso de la toma de decisiones es un componente esencial de la función de planeación. Por lo tanto, los factores de un diagnóstico efectivo, descubrimiento de alternativas y análisis de las situaciones de la toma de decisiones, se estudian en la última parte de esta unidad.

Puesto que las políticas, procedimientos y métodos deben formularse para que estén de acuerdo con los objetivos de la organización, se sigue que el primer paso en la función administrativa de la planeación es la identificación de estos objetivos. Para identificación de estos objetivos. Para identificar los objetivos de una empresa con la necesidad de obtener utilidades no es suficientemente específico. Por ejemplo, además de mantener el nivel de dividendos de los accionistas, la alta dirección de la empresa tendrá que ver con el desarrollo de nuevos productos, expansión de los mercados de ultramar, mantenimiento de empleos estables y promoción de las buenas relaciones públicas.

A) POLITICAS

Aunque son necesarios los objetivos para dirigir los esfuerzos individuales y los de grupo, en la organización, las políticas sirven para indicar la estrategia general por medio de la cual se lograrán estos objetivos. Las políticas se han clasificado con base en el nivel organizacional que afectan, la manera como se forman en la administración y el área de trabajo a la cual se aplican.

1 Una empresa, puede tener el objetivo específico de lograr una penetración mayor en el mercado; atenerse a una competencia en los precios para lograr este objetivo, sería una _____ empresarial.

política

2 Las políticas se han definido como declaraciones generales o conocimientos que guían la toma de decisiones de los subordinados en los diversos departamentos de una empresa. ¿Es necesario que estas declaraciones se pongan por escrito a fin de que se consideren como políticas (sí/no).

decisiones 3 Sea que estén o no escritas, las políticas sirven como una guía amplia y general para la toma de _____ en una organización.

nivel 4 Las políticas pueden clasificarse de diferentes maneras. Una clasificación útil está basada en el nivel organizacional de los administradores afectados. De esta manera, políticas básicas, generales y departamentales identifican el _____ organizacional de la aplicación de la política.

superior 5 Las políticas básicas que son de finalidades muy generales y que afectan a toda la organización las usan principalmente los administradores de nivel (superior/medio/de primera línea) _____

básica 6 Una política de mercado para un producto por cada uno de los productos ofrecidos por un competidor e importancia es un ejemplo de una política _____.

medio 7 La política general, la cual es más específica, típicamente se aplica a grandes secciones de la organización pero ordinariamente no a toda ella. La usan generalmente los administradores de nivel _____ (superior/medio/de primera línea)

general 8 Una política acerca de que los agentes de compras deben trabajar con contratistas locales, donde sea posible, es un ejemplo de una política _____.

de primera línea 9 La política departamental es más específica por naturaleza y se aplica a las actividades diarias en el nivel departamental. La usan principalmente los administradores de nivel _____ (superior/medio/de primera línea)

departamental 10 La política de que los empleados deben avisar si van a faltar por enfermedad es una política _____.

básicas generales departamentales 11 En resumen, existen tres tipos de políticas basados en el fin y en el nivel administrativo afectado. Estas son las políticas _____, _____, y _____.

te procedimiento. La fig. # 6 muestra la gráfica de producción de concretos correspondiente al programa modificado. Se ve -- que el máximo de producción se ha disminuido con respecto al de la gráfica 4, a que se hizo referencia previa.

Si es necesario para uniformizar la producción se puede revisar el programa general haciendo las correcciones necesarias.

En seguida con las producciones de la zona uniforme hasta donde sea posible se pasa a realizar un estudio económico donde se define comparando las diferentes alternativas para realizar el trabajo desde el punto de vista económico.

De las alternativas elegidas se derivan los procedimientos de --- construcción detallados que se pasan a especificar y luego a im - plementar.

C. IMPLEMENTACION

Al implementar la planeación hay que estar concientes de dos fac tores muy importantes.

El primero es que es indispensable planear también los mecanis mos de control que permitan revisar continuamente si lo ejecuta do es igual o sensiblemente igual a lo planeado.

Como consecuencia de variaciones detectadas por el control, se tiene que modificar la planeación, y de aquí resulta el siquiente factor que consiste en que la planeación es una actividad contínua a lo largo de la obra.

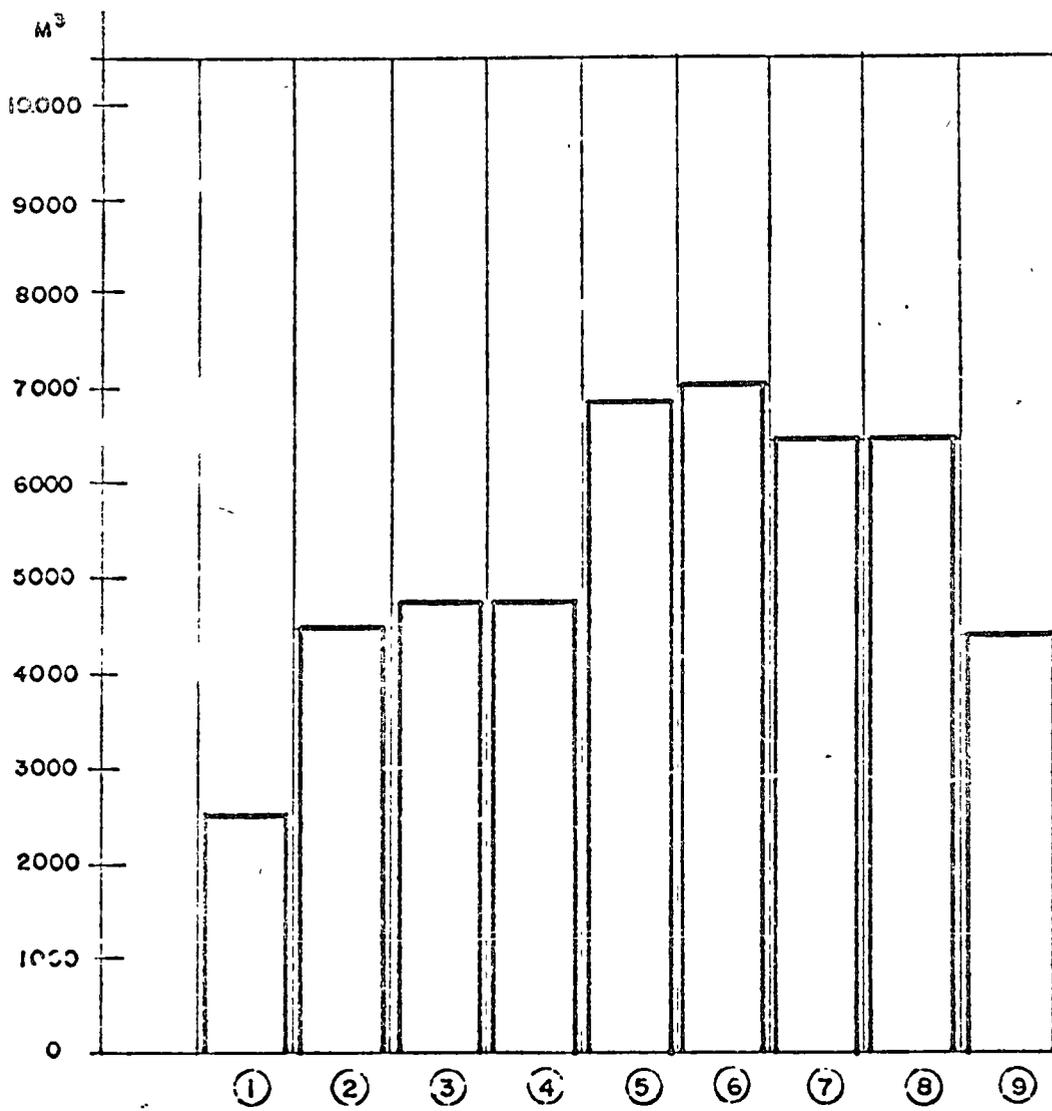
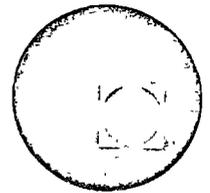


Fig. # 6



centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS
DE CONCRETO.

CIMBRAS MOVILES Y DESLIZANTES

ING. ARMANDO ESCOBAR TEMPRANA.

SLIPFORM DE MEXICO, S. A.,
SISTEMAS DE CIMBRAS DESLIZANTES.

BREVE DESCRIPCION Y GENERALIDADES EN EL DISEÑO Y-
OPERACION DE LOS SISTEMAS DE CIMBRAS DESLIZANTES.

Hasta hace poco tiempo, unos diez años aproximadamente, las --
cimbras deslizantes sólo eran empleadas en nuestro medio de la
construcción, accionadas por sistema manual, es decir acciona-
da mediante gastos operados a mano, con las consecuentes defi-
ciencias de una técnica ya obsoleta.

Por otra parte prácticamente se usaban sólo para la erección -
de estructuras verticales simples de concreto reforzado, tales
como silos o alguna torre para tanque elevado.

En la actualidad ya puede disponerse en México de los sistemas
de cimbras deslizantes, operados con equipos hidráulicos auto-
máticos que los hace seguros, versátiles, rápidos en su opera-
ción y económicos en su resultado.

A partir de 1940, ya a un grado muy avanzado de técnica de ope-
ración las cimbras deslizantes accionadas por medios automáti-
cos, empezaron a cobrar popularidad en muchos países del mundo
y actualmente son usadas con gran éxito en 30 ó 40 países.

En algunos de ellos con verdadera profusión y logrando la erec-
ción de estructuras de concreto reforzado de dimensiones y for-
mas impresionantes en tiempos verdaderamente impresionantes --
también.

Mientras en los países de técnicas de construcción avanzadas, --
el 90% de las estructuras verticales de concreto reforzado se-
ejecutan con estos sistemas automáticos prefiriéndolos a los -
convencionales, en México resulta lo contrario.

La cimbra propiamente dicha, que es una de las dos partes prin-
cipales que componen un sistema de cimbra deslizante, la otra-
sería el sistema accionador, puede ser adaptada prácticamente-
a cualquier sección transversal de una estructura vertical de-
concreto reforzado.

El sistema accionador es acoplado a la cimbra de tal modo que el conjunto de ambos elementos forma un sistema de Cimbra Deslizante.

DISEÑO DE LA CIMBRA.

Es este un elemento de poca altura, que hay que proporcionar de tal manera que resista las presiones del concreto, al ser vaciado en su interior en el momento del llenado inicial, previo al inicio del movimiento ascendente del sistema.

Está compuesta de dos elementos principales que son el forro y los largueros o cerchas. Todos estos elementos pueden ser de madera, metálicos o mixtos.

Otros elementos importantes de la cimbra son, por una parte, los sistemas de rigidización de la misma, para garantizar la exacta forma de la sección transversal de la estructura en toda su altura y por otra la adecuada dotación de plataformas y pasarelas de trabajo, tanto para las operaciones de armado -- del fierro de refuerzo, propio de la estructura, como para -- los de distribución y colocación del concreto dentro de la -- cimbra.

DISEÑO DEL SISTEMA ACCIONADOR.

Está formado principalmente por un equipo central de presión, que en realidad no obedece a ninguna regla fija o especificación determinada.

Es necesario hacer un muy completo estudio de cada caso en -- particular de todas las cargas conocidas que van a actuar, -- así como de los originados por circunstancias fortuitas, que puedan presentarse en el desarrollo de los trabajos de deslizamiento de cimbra.

Este estudio permite proporcionar no sólo el número y distribución de los gatos de acuerdo con su capacidad, sino también

la sección adecuada de las barras de apoyo y la capacidad de la fuente central de presión.

El sistema de liga entre el equipo accionador y la cimbra propiamente dicha, se establece mediante la conexión entre los largueros de soporte del forro y las piernas del yugo, formado por éstas y un cabezal, en donde va fijo el gato o unidad accionadora; que de esta manera arrastra en su movimiento hacia arriba a la cimbra al ir trepando por la barra de apoyo, que se sustenta en la superficie de arranque de la estructura, mediante ingeniosa combinación de muelas y resortes que hay en su interior, la cual es activada por el aceite a presión que recibe del centro de presión.

CONTROL DEL SISTEMA DESLIZANTE.

Un aspecto verdaderamente delicado en la operación de un sistema deslizando, es el control de su movimiento ascendente durante todo el tiempo de la operación, que debe ser continua durante 24 horas al día y todos los días que dure este movimiento.

La condición principal a satisfacer, después de garantizar la constante sección transversal de la estructura mediante el correcto diseño de la cimbra, es la de verticalidad de la propia estructura.

Todo sistema deslizando presenta en el desarrollo de su desplazamiento vertical, tendencias a desplazamientos horizontales, giros o pérdida de horizontalidad, debido a una serie de factores algunos de ellos presumibles desde antes de iniciar el ascenso y otros completamente circunstanciales. De cualquier manera es indispensable detectar con precisión y en el momento en que se inicia cualquier tendencia en la trayectoria del sistema.

El procedimiento a seguir es el establecimiento de controles-

de verticalidad, de nivel y de giro, los cuales deben ser vigilados y registrados en forma constante, frecuente y periódica, durante el tiempo del deslizamiento del sistema.

De la correcta interpretación del estudio de los registros - obtenidos, y la inmediata decisión de la operación correctiva depende el resultado final.

Cuando la tendencia del sistema deslizante se detecta en su momento incipiente y se corrige oportunamente, puede decirse que no habrá problemas subsecuentes. En el caso de dejar -- progresar la tendencia y aplicar la corrección tardíamente, la estructura quedará defectuosa y en el caso de no observar e-interpretar debidamente los controles para optar por la operación atinada de corrección, se puede llegar al fracaso de la estructura.

La velocidad constante de ascenso es una condición fundamental para el control de un sistema deslizante.

Hay muchas causas cuyos efectos afectan la velocidad de ascenso y casi todas ellas son prácticamente ajenas al sistema accionador en sí, ya que éste no ofrece mayores problemas de operación, cuando está diseñado correctamente y todos sus elementos están en perfectas condiciones de trabajo.

Es común que las situaciones que por parte del sistema accionador pudieran en un momento dado afectar la velocidad del sistema deslizante, sean debidas a fallas mecánicas que son relativamente controlables con rapidez, pues reparar una conexión de la tubería de aceite rota, cambiar un gato que funciona mal o cambiar la misma bomba del centro de presión, no son operaciones que lleven mucho tiempo en comparación a la velocidad de ascenso.

No sucede lo mismo con las fallas en la operación de las actividades complementarias como pueden ser la producción, -- transporte, elevación y colocación del concreto en la cimbra o el habilitado, elevación, manejo y armado del fierro de refuerzo de la estructura. Estas actividades deben ser propor

cionadas y planeadas con anticipación, al inicio de los trabajos de deslizamiento con todo cuidado, tratando de prever las circunstancias que puedan presentarse después de arrancado el sistema y que pudieran alterar la coordinación de estas actividades.

Es problemático cambiar sobre la marcha por ejemplo, el proporcionamiento de la mezcla, si ésta no resulta suficientemente manejable, porque no hubo suficientes pruebas previas de los agregados, etc. Es asimismo un problema grave no diseñar un habilitado adecuado del fierro de refuerzo, que -- cumpla con las condiciones de diseño y con las limitaciones que en algún momento pueda presentar el sistema deslizante, por condiciones especiales de vanos, anclajes, zonas de armado especial, etc.

ALGUNOS EJEMPLOS DE APLICACIONES DE CIMBRAS DESLIZANTES EN- LOS MUCHOS MUY DIVERSOS EN QUE PUEDEN SER EMPLEADAS.

Erección de las estructuras de los núcleos centrales para elevadores, servicios sanitarios, escaleras y ductos de instalaciones para un edificio de oficinas en la ciudad de México.

Alrededor de estos núcleos se levantó la estructura metálica del resto del edificio, ligando los elementos horizontales de ella a los núcleos de concreto, mediante provisiones adecuadas dejadas en preparación durante el deslizado.

Las estructuras de los núcleos tienen cada una 14.00 m. de largo, 7.00 de ancho, 56.00 m. de altura y el espesor de -- los muros fue variable por tramos de 0.45 m., en el arranque, 0.35 m., en la parte central y 0.25 m. en la parte superior.

El diseño estructural marcaba 3 muros interiores para separación de los servicios.

Una parte de la estructura estaba diseñada a una altura de 40.00 m. y otra se continuó hasta 56.00 m.

La velocidad promedio de ascenso fué de 0.18 m. por hora, el volúmen total de concreto fue de 1,332.00 M3 y el volúmen de concreto a manejar por hora fue de 8.00 M3, en caso de los muros de 45 cm de espesor y de 4.5 M3, en el caso de los muros de 25 cm. de espesor.

El programa de ejecución fué de 39 días en total, de los cuales se emplearon 10 días en fabricación de cimbra, 6 días en montaje de cimbra y equipo, 13 días de deslizamiento efectivo, 5 días para ajustes del sistema en el cambio de espesor de los muros y 5 días en el desmontaje del sistema.

Hay que considerar que el tiempo de fabricación de cimbra no cuenta como actividad crítica en el programa general de la obra, ya que estos trabajos se anticipan mientras se ejecuta la cimentación o en general se provee la superficie de desplante de la estructura.

Hubieran de fabricarse 148.80 M2., de cimbra para cubrir una superficie total de contacto de 7,921.28 M2.

Otra aplicación del sistema deslizante. Se trata del revestimiento de la pared de la excavación para la parte del tanque de un pozo de oscilación en la presa José María Morelos en el Estado de Jalisco.

La cimbra es un gran anillo de madera de 26.00 m. de diámetro por 1.20 m. de altura, rigidizado con un sistema de elementos a tensión (como una rueda de bicicleta) que permite efectuar el revestimiento de la excavación en forma simultánea en todo el perímetro.

También en la construcción de la misma Presa se levantaron, aplicando el sistema deslizante, los muros para alojar los guías de soporte de las compuertas de la casa de máquinas.

Como característica especial se puede mencionar que los muros fueron levantado adosados a un muro ya existente. Los muros

ros son de concreto macizo de 2.00 m. de espesor y alturas de 12.00 m.

Otra aplicación de un sistema deslizante es la erección de la estructura de una obra de toma para la presa Presidente Alemán en Temazcal, Estado de Oaxaca.

Las características notables de esta obra son: muros de gran espesor desde 0.80 m. a 1.40 m. y un cambio de sección de los muros a una altura de 11.00 m.

Condiciones de temperatura muy extremas de cerca de 39° C. La altura total de la estructura 19.00 m. y el tiempo efectivo de ejecución de 9 días.

Erección de las Pilas del Puente Mariano García Sela sobre la Barranca de Metlac, en la supercarretera de Córdoba a Veracruz.

Esta estructura está compuesta por dos pilas huecas de 4.50 m. por 4.50 m. espesor de pared de 0.30 m. y una altura de 127.00 m., están unidas entre sí por un elemento horizontal a la mitad de la altura y un cabezal de apoyo a la superestructura fueron coladas las dos simultáneamente. Su característica principal es su gran esbeltez.

Torre del precalentador de un horno para cemento en la fábrica La Tolteca, División Atotonilco.

Es una estructura cuyas medidas en plante son aproximadamente 23.00 m. por 12.00 m., espesor de paredes de 0.30 m. y altura de 62.00m. El tiempo efectivo de deslizado de cimbra fue de 13 días, 15 días para fabricación de la cimbra 8 días para el montaje de la cimbra y el equipo accionador y 7 días para desmontar equipo y cimbra.

El volúmen total de concreto vaciado fué de 3,500 M3, el volúmen de concreto de manejar por hora de 8.50 M3., y la velocidad de ascenso del sistema de 0.20 m., por hora.

Las características principales de esta obra fueron los grandes vanos y los elementos estructurales volados del paño de las fachadas.

Estructura de una pequeña casa con muros verticales de concreto de 10 cm., de espesor y altura para dos pisos.

Todos los muros de fachadas e interiores fueron deslizados y quedaron terminados a la altura del techo en sólo seis horas. Esta pequeña estructura es perfectamente autosustentable, -- por lo que el sistema puede retirarse al llegar a su altura de proyecto y ser utilizado en una segunda estructura, mientras en lo que quedó terminada se procede a la colocación de los entrepisos y techos y a los acabados. El Forro de la cimbra es metálico por lo que se puede reusar muchísimas veces y fue fabricado a modo de dejar ciertas variaciones en los paños de las fachadas, para romper la monotonía de los paños lisos de concreto.

CONSIDERACIONES GENERALES.

En una apreciación general de las diferentes aplicaciones de los sistemas de cimbras deslizantes ya efectuadas en nuestro medio de la construcción, podemos resumir que estos sistemas son de una gran versatilidad y que pueden emplearse en la erección de estructuras simples, como pueden ser las baterías de silos de almacenamiento hasta la estructura complicadísima de una torre de enfiamento que combina, además del movimiento ascendente del sistema deslizante, los movimientos de ajuste necesarios para hacer una variación continua, tanto -

del espesor de la pared como de la sección transversal de la estructura misma de la torre.

Como en párrafos anteriores queda comentado, las condiciones ideales para un buen trabajo de deslizamiento de cimbra son de una completa continuidad del movimiento ascendente, esto no quiere decir que el sistema no pueda detenerse en un nivel determinado y arrancar de nuevo, procediendo en forma ordenada y planeada, antes de reiniciar el deslizamiento, esta maniobra puede efectuarse, desde luego y de hecho así se procede cuando por diseño de la estructura, es necesario variar la sección transversal de la misma, modificando el espesor de los muros o introduciendo variaciones necesarias para la conexión posterior de otros elementos horizontales de la estructura o en ocasiones para iniciar el colado de moldes correspondientes a otros elementos de la propia estructura, trabes, muros, contrafuertes, etc., para cuya ejecución la cimbra fue diseñada y preparada desde su posición de arranque.

Los elementos verticales, tanto del armado propio de la estructura, como elementos adicionales que deban quedar incrustados en el espesor de los muros, pueden adelantarse, tanto como sea posible al paso del sistema, mientras que con los elementos horizontales no puede lograrse, éstos deben de colocarse al paso del sistema en el espacio que queda entre la parte inferior del cabezal del yugo, y la superficie del concreto dentro de la cimbra.

El nivel del concreto dentro de la cimbra debe mantenerse siempre de tal manera, que estando ésta prácticamente llena, quede un espacio aproximadamente de 60 cms., hasta el nivel inferior del cabezal del yugo.

Una relación rápida y general del procedimiento a seguir en el desarrollo de los trabajos de deslizamiento de cimbra, puede dar una buena idea del sistema, por lo que a continuación se describen.

En la situación de una cimbra en posición de arranque, ésta es llenada en forma común de un colado convencional y se espera un tiempo conveniente a la condición del concreto usado, para que el endurecimiento de la mezcla tenga lugar como un primer paso del fraguado inicial, ayudado por la pérdida de agua libre o excedente que sale y corre por abajo de la cimbra, entre el concreto parcialmente endurecido y la propia cimbra, lubricando la superficie del concreto, lo que facilita el deslizamiento y proporciona además la humedad necesaria para poder acabar la superficie de concreto que va quedando expuesta bajo la cimbra.

Este tiempo varía normalmente cuando se usan concretos comunes de 2.00 hrs. a 3.00 hrs.

En realidad el fenómeno que tiene lugar en este tiempo se desarrolla en virtud de que a medida de que se deposita el concreto en la parte superior y la cimbra va subiendo, el contenido de agua de la capa inferior va disminuyendo continuamente. La mezcla es lo suficientemente porosa como para permitir que el agua libre se filtre a través de las partículas de la masa de concreto hacia la superficie y conforme va disminuyendo la presión contra los costados de la cimbra, debido a que por construcción éstos están ligeramente más separados abajo que en la parte superior de la misma, esta agua filtrante escurre hacia abajo entre la superficie del concreto y la cimbra.

Una parte del agua de la mezcla forma una reacción química causando la hidratación del cemento pero esta cantidad es relativamente reducida en las 2 ó 3 horas necesarias, para que la presión de la masa de concreto sobre la cimbra pase de una presión lateral completa a una presión nula. Usualmente la masa de concreto que ocupa la tercera parte inferior de la cimbra queda ya despegada debido a la posición relativa de los costados de la cimbra; lo anterior da una seguridad en caso de que la vibración o la presencia de exceso de agua libre provoque --

un aplastamiento de la masa de concreto.

Este tiempo varía cuando el concreto tiene incluido algún agente especial para controlar los procesos químicos de la mezcla en circunstancias extremas de temperatura o cuando la estructura va a quedar expuesta a sustancias que afecten el concreto, como por ejemplo en el caso de una estructura sujeta a la acción del mar, este caso puede presentarse como en la construcción de las paredes de la obra de toma marítima de la planta termoeléctrica Guaymas II en el Puerto de Guaymas, Sonora.

Una vez transcurrido el tiempo necesario se inicia el movimiento ascendente del sistema mediante el equipo accionador ya descrito, el que es capaz de llevar el sistema a desplazamientos verticales de 1" cada vez que los gatos reciben el impulso del centro de presión. Estos impulsos son dados a los gatos, a intervalos de tiempo uniformes cuya frecuencia varía según el comportamiento que se espera del concreto que se está manejando, de la forma en que se está manejando tanto en su producción, transporte, elevación y colocación; así como de una serie de actividades muy variadas que componen la operación de un sistema de Cimbras Deslizantes y de los trabajos de obra relacionados con éste.

Ya durante el sistema operando normalmente después del arranque, teniendo la cimbra una altura de 1.20 m., suponiendo un intervalo de cinco minutos entre los impulsos consecutivos a los gatos, lo que representa una velocidad de ascenso de 30 cm. por hora, y estando además la cimbra llena, el concreto que se vacía en esas condiciones tarda en quedar expuesto al pasar la cimbra, cuatro horas.

En esta corta edad el concreto es ya capaz de soportar su carga propia ya que el peso del sistema deslizante, plataformas, etc. gravita sobre las barras de apoyo y es transmitido a és-

tas mediante los gatos que los "muerden" y que van ligados a la cimbra mediante los yugos que sujetan los largueros.

Iniciado el movimiento, debe establecerse de inmediato la velocidad proyectada de acuerdo con la planeación y programación previa de todas las actividades y situaciones previsibles durante la ejecución de la obra y aún prever las situaciones de emergencia que pudieran suscitarse durante el desarrollo de la misma y en adelante mantenerla en lo posible uniforme.

La colocación del concreto en la forma, debe hacerse en capas sucesivas de espesores no mayores de 15 a 20 cm. de espesor y en forma perimetral, es decir, manteniendo la cimbra siempre prácticamente llena y al mismo nivel en todo el perímetro.

Esta situación de uniformidad del llenado de la cimbra tiene particular interés para ayudar, junto con otra serie de condiciones de diseño y de operación que deben reunirse, a mantener la correcta posición de la cimbra ya que se mantienen uniformes las fuerzas de fricción del concreto contra la cimbra.

El vibrado del concreto dentro de la cimbra es importante desde luego para su perfecta colocación y además porque contribuye en gran parte al buen aspecto del acabado de las paredes, por eso es recomendable que el vibrado se efectúe en lo posible únicamente sobre la faja de concreto que se va colocando y no afecte, revibrando, la capa inmediatamente anterior, pues aunque esto en realidad no altera las características de resistencia del concreto, sí se manifiesta en la apariencia exterior.

Es de todo punto importante mantener una uniformidad completa por lo que se refiere a la calidad y condiciones de la mezcla de concreto, en cuanto a su manejabilidad, tiempos de fraguado, proporcionamiento de agregado, calidad y tamaño de los mismo, relación agua-cemento, etc.

Esto naturalmente implica una perfecta organización y proporcionamiento de los equipos y personal de producción, transportación, elevación y colocación del concreto en la cimbra .

Un concreto común fabricado con cemento normal y agregados comunes con grava de 1 1/2" de tamaño máximo y con revenimientos de alrededor de 3" a 4", es generalmente bueno para trabajos de deslizado, también en condiciones dentro de límites comunes de temperatura entre 6° C y 24° C.

Cuando las temperaturas son extremosas hay que tomar las precauciones aconsejables en cada caso en particular, como por ejemplo en temperaturas demasiado bajas conviene usar un agente inclusor de aire, para aumentar la resistencia del concreto a los esfuerzos internos producidos por la congelación. En temperaturas demasiado altas conviene el uso de un agente retardante de fraguado.

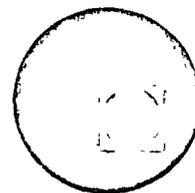
B I B L I O G R A F I A

- 1.- TUDOR DINESCO, ANDREI SANDRU, CONSTANTIN RADULESCO
"LES COFFRAGES GLISSANTS TECHNIQUE ET UTILIZATION"
EDITIONS MERIDIANE "BUCAREST" EDITIONS EYROLLES --
"PARIS".
 - 2.- V.V. ERMOLOV G. D. PETROV "FORMWORK FOR MASSIVE --
CONCRETE STRUCTURES IN GYDRO DEVELOPMENTS (TRANSLA
TED FROM RUSSIAN) ISRAEL PROGRAM FOR SCIENTIFIC --
TRANSLATIONS.
 - 3.- G.R. GILL. "CONCRETE FORMWORK DESIGNER'S HANDBOOK--
CONCRETE PUBLICATIONS LIMITED 14 DARTMOUTH ST., --
LONDON S. W. I.
 - 4.- AB BYGGFORBATRING (PERFECCIONAMIENTOS DE LA CONS-
TRUCCION, S. A.) STOCKHOLM VA. SUECIA CUYAS PATEN-
TES USA EN MEXICO, "SLIPFORM DE MEXICO, S. A."
 - 5.- ADVANCED BUILDING CONSTRUCTIONS SYSTEMS, SLIP FORM
CONSTRUCTION OF BUILDING, CHARLES J. PAN KOW.
 - 6.- ACI COMMITTEE 347 REPORT RECOMMENDED PRACTICE FOR-
CONCRETE FORMWORK.
- - - - -





centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS
DE CONCRETO.

PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

ING. FELIPE LOO GOMEZ.

AGREGADOS PARA CONCRETO HIDRAULICO.

Un aspecto al que frecuentemente no se le da importancia es el de las propiedades de los agregados. Es -- conveniente mencionar que el volúmen que ocupan los agrega dos es el 75% del volúmen total del concreto, de ahí que - se deba dar la atención necesaria a estos, por su función como ingredientes principales y su influencia sobre las pro piedades del concreto.

A continuación se mencionarán algunas de las pro piedades de los agregados, que comunmente se especifican y su influencia en las propiedades del concreto.

- 1.- GRANULOMETRIA.- Es esta la propiedad de los agregados que con mayor frecuencia se determina, y se efectua ha ciendo pasar muestras de los agregados a traves de una serie de mallas de aberturas sucesivamente mas peque-- ñas y pesando el material retenido en cada malla.

Los agregados de acuerdo con el tamaño de sus partícu- las se dividen en gruesos y finos, sirviendo de límite la abertura de la malla No. 4.

Para aceptar ó rechazar los agregados por su granulome tría, se fijan límites dentro de los cuales deberá es- tar comprendida la curva granulométrica de estos (fig. 1).

La distribución de los tamaños de las partículas del - agregado tiene un efecto importante en el consumo de - agua del concreto fabricado con el y por consiguiente tiene efecto en todas las propiedades del concreto re- lacionados con el consumo de agua.

Tiene también un efecto importante en la trabajabili-- dad y características de acabado.

Una granulometría defectuosa puede corregirse por alguno de los siguientes métodos:

- a).- Separando los materiales en dos ó mas tamaños y re-combinandolos en proporciones convenientes.
- b).- Reduciendo el material grueso excesivo por medio de trituración.
- c).- Eliminando mediante cribado el material que haya en exceso de un cierto tamaño.
- d).- Complementando el material cuyos tamaños sean en -- cantidad deficientes, proporcionandolo de otras -- fuentes.

2.- DENSIDAD. (gravedad específica).- Es útil determinar la densidad de los agregados, para tener una idea del peso volumétrico que tendrá el concreto elaborado con ellos. - En general se puede decir que un valor de densidad bajo, indica que se trata de materiales porosos, debiles y absorbentes; en tanto que un valor alto es indice de un material sano, duro y de baja absorción.

La densidad de los agregados se determina considerando - el material saturado y superficialmente seco, se le denomina densidad aparente.

En el agregado grueso la determinación se efectua pesando el material saturado y superficialmente seco, en el - aire y en el agua.

En el agregado fino el procedimiento consiste en colocar un peso conocido de arena saturada y superficialmente seca en un recipiente de volúmen conocido y determinar el volúmen de material midiendo la cantidad de agua requerida para llenar el recipiente.

3.- PESO VOLUMETRICO.- Es esta una propiedad que junto con - la densidad aparente, permite calcular la cantidad de vacios en un volúmen unitario de agregados.

Se puede decir que en la combinación de agregados fino y grueso, de densidades conocidas, la proporción que - de un mayor peso volumétrico, tendrá el menor porcentaje de vacíos y por lo tanto necesitará la menor cantidad de aglomerante para una resistencia dada.

4.- ABSORCIÓN.- En la determinación de esta propiedad de - los agregados, se mide la cantidad de agua que es ca-- paz de absorber el material desde el estado seco. La - absorción esta en función de la porosidad del material y de la intercomunicación de sus poros.

La importancia de la determinación de la absorción de los agregados, está en que generalmente estos no se en encuentran en la naturaleza con la cantidad de agua que son capaces de absorber, por lo que al efectuar la dosificación de los materiales para el concreto, habrá - que agregar al agua necesaria para la hidratación del cemento, la que absorberan los materiales.

A menor porcentaje de absorción, se tiene mayor seguridad, mejor control del agua en la dosificación y mayor resistencia en el concreto.

La absorción se determina directamente a partir de los pesos de: La muestra saturada y superficialmente seca, y secada al horno.

$$\% \text{ de absorción} = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$$

P_h = peso saturado y superficialmente seco.

P_s = peso seco.

5.- HUMEDAD SUPERFICIAL.- Existen ocasiones en que los agregados se encuentran con una cantidad de agua mayor que la de absorción, es entonces que dice que el material - tiene humedad superficial. Puesto que la dosificación - se calcula partiendo de que los materiales deben estar saturados y superficialmente secos (con la humedad de - absorción), es importante determinar la humedad superfi

cial con el fin de restarla a la cantidad de agua calculada para la hidratación del cemento.

La humedad superficial se determina secando al horno una muestra y calculando el contenido total de agua, al que se le resta la de absorción descrita anteriormente.

- 6.- SANIDAD.- La sanidad de los agregados es determinada por pruebas de intemperismo acelerado ó por congelación y deshielo del concreto, siendo menos usual esta última.

Estas pruebas proporcionan información útil para juzgar la sanidad de los agregados que se utilicen en concretos expuestos a la acción de la intemperie, especialmente cuando no se dispone de información adecuada respecto al comportamiento de tales materiales en condiciones reales de intemperismo.

La prueba de intemperismo acelerado consiste en sumergir una muestra de agregado en una solución de sulfato de sodio ó de magnesio, secarla posteriormente en un horno y repetir el ciclo varias veces. Se estima que un material presenta deficiencias de sanidad cuando despues de la prueba, pasa por unas mallas cuya -- abertura es menor que la de las mallas en las cuales se retenia originalmente.

Un inconveniente de esta prueba es que el agregado se ensaya en estado no confinado, en tanto que en el concreto elaborado, el agregado se encuentra rodeado por una pasta de cemento que hace que las condiciones de exposición a los agentes de la intemperie sean diferentes que en la prueba.

Es por esto que en algunas especificaciones se aceptan materiales que no hayan pasado esta prueba, pero que - tengan antecedentes de un servicio satisfactorio en -- condiciones de intemperismo similares. O también pue-- den aceptarse cuando se obtengan buenos resultados en pruebas de congelación y deshielo efectuadas a concre-- to elaborado con los agregados en estudio.

7.- CONTENIDO DE SUBSTANCIAS PERJUDICIALES.

7.1.- Cantidad de material que pasa por la malla No. 200.

Esta se determina lavando el material hasta que el material que pasa por la malla No. 200 queda en suspensión en el agua de lavado, entonces por decantación se separa el material haciendo pasar agua hasta que esta pase totalmente limpia. Por diferencia de pesos se calcula el porcentaje de material lavado.

7.2.- Cantidad de grumos de arcilla.

En esta prueba, se separa el material que puede pulverizarse con los dedos y se relaciona con el peso original de la muestra.

7.3.- Ensaye para particulas deleznables.

El método de prueba consiste en determinar el por-- centaje de particulas ligeras en el agregado, separandolos por medio de flotación en un líquido de densidad adecuada.

7.4.- Cantidad de materia orgánica.

Este ensaye se realiza colocando la muestra en una - solución de hidróxido de sodio y se compara el color del líquido en la parte superior, despues de 24 ho-- ras, con un color estandar. Este ensaye es importante porque los materiales organicos pueden interferir con la hidratación del cemento.

7.5.- Equivalente de arena.

Esta prueba proporciona información tanto de la can-
tidad como de la actividad de la arcilla.

El ensaye consiste en agitar una muestra de material en una solución debil de cloruro de calcio y se de--
terminan los volúmenes relativos de material en sus--
sensión y material asentado.

7.6.-Resistencia al desgaste (agregado grueso). Los ensa--
yes de resistencia a la abrasión miden la degrada--
ción causada por una combinación de impacto y abra--
sión superficial.

El ensaye proporciona una indicación de probables --
fracturas del material durante el manejo, almacena--
miento y mezclado.

Se usa extensamente como un índice de la calidad del
agregado y proporciona cierta indicación de la capa--
cidad de los agregados para producir concretos resis--
tentes. Aunque muchas especificaciones contienen lí--
mites numéricos, se debe observar que la relación en
tre resistencia a la abrasión y resistencia a la com--
presión no es la misma para todos los minerales, y --
que el material triturado se comporta de manera dife--
rente al agregado redondeado.

ESPECIFICACIONES (SOP) DE AGREGADOS PARA CONCRETO.

Los materiales pétreos que se usan en la elaboración de concreto se clasifican en agregados gruesos.

El agregado fino deberá cumplir los siguientes requisitos:

A) De granulometría:

1) Estará comprendida entre los siguientes límites:

M	A	L	L	A	S	PORCENTAJE QUE PASA
3/8"	100
Núm. 4	95 a 100
Núm. 8	80 a 100
Núm. 16	50 a 85
Núm. 30	25 a 60
Núm. 50	10 a 30
Núm. 100	2 a 10

- 2) Los porcentajes mínimos especificados en la tabla anterior para el material que pasa las mallas Núms. 50 y 100 pueden reducirse a cinco (5) y a cero (0) respectivamente, si el agregado va a ser empleado en concretos con aire incluido con un contenido de cemento de más de doscientos cincuenta (250) kilogramos por metro cúbico, o en concretos sin aire incluido con un contenido de cemento mayor de trescientos (300) kilogramos por metro cúbico, o si se usa un aditivo mineral que supla las deficiencias en las cantidades de material que pasa dichas mallas. Se considera como concreto con aire incluido, el obtenido mediante el empleo de un agente inclusor de aire y con un contenido de aire mayor de tres por ciento (3%).
- 3) El agregado fino no deberá tener más del cuarenta y cinco por ciento (45%) retenido entre dos (2) mallas consecutivas de las mencionadas en este inciso y su módulo de finura no

deberá ser menor de dos punto treinta (2.30) ni mayor de tres punto diez (3.10)

4.-Si el módulo de finura varía en más de veinte centésimos (0.20) del valor empleado en el cálculo de las proporciones del concreto, se harán los ajustes necesarios en dichas proporciones, para compensar las variaciones de composición granulométrica.

B) De contenido de substancias perjudiciales:

1) Estrá comprendido dentro de las tolerancias siguientes:

SUSTANCIAS PERJUJICIALES	Porcentaje máximo en peso de la muestra total.
Partículas deleznales.	1.0
Material que pasa la malla Núm. 200:	
Para concretos sujetos a desgaste. . .	3.0 (a)
Para concretos de cualquier otro tipo.	5.0 (a)
Carbón y lignito:	
Para concretos aparentes.	0.5
Para concretos de cualquier otro tipo.	1.0

a) En el caso de arenas obtenidas por trituración, si el material que pasa la malla Núm. 200 está formado por el polvo - producto de la trituración, exento de arcillas o pizarras, estos límites pueden aumentar hasta el cinco por ciento (5%) y siete por ciento (7%), respectivamente.

2) No deberán tener impurezas orgánicas en cantidad tal, que produzcan una coloración más oscura que la estándar, determinada con el método de prueba indicado. Cuando no - pase esta prueba, se podrá emplear si se demuestra que - la coloración se debe principalmente a la presencia de -

pequeñas cantidades de carbón mineral, lignito o partículas similares: o bien, si al probarse para determinar el efecto de las impurezas orgánicas en la resistencia del mortero, - su resistencia relativa a la compresión a siete (7) y veintiocho (28) días, es mayor del noventa y cinco por ciento - (95%).

- 3) El agregado fino que se emplee en concretos que vayan a estar sujetos a humedecimientos, exposición prolongada en atmósfera húmeda o en contacto con suelos húmedos, no deberá contener materiales que reaccionen perjudicialmente con los álcalis del cemento, causando expansión mayor de doscientos milésimos por ciento (0.200%) a la edad de un (1) año.

En casos especiales en que los agregados finos contengan materiales que tengan reactividad, la Secretaría se reserva el derecho de hacer todos los estudios que considere necesarios, antes de aprobarlos o rechazarlos definitivamente.

C) De intemperismo acelerado:

- 1) Con excepción de lo previsto en los subpárrafos 2) y 3) de este párrafo, el agregado fino sujeto a los cinco (5) ciclos de la prueba de intemperismo acelerado, no deberá tener una pérdida, en peso, mayor de diez por ciento (10%) - cuando se emplee sulfato de sodio o de quince por ciento - (15%) cuando se emplee sulfato de magnesio. La pérdida deberá calcularse en una muestra que cumpla los requisitos de granulometría, indicados en el párrafo A) de este inciso.
- 2) El que no satisfaga los requisitos del subpárrafo 1) de este párrafo, puede aceptarse cuando un concreto de propiedades comparables, hecho con agregados similares del mismo origen, haya dado servicio satisfactorio, a juicio de la Secretaría, en condiciones similares de intemperismo.

3) Un agregado fino del cual no se tengan antecedentes y no satisfaga los requisitos del subpárrafo 1) de este párrafo, puede aceptarse siempre y cuando se obtengan con él buenos resultados en concretos sujetos a pruebas de congelación y deshielo.

El agregado grueso podrá ser grava natural, grava triturada o escorias de altos hornos enfriadas en aire o una combinación de dichos materiales, que satisfaga los requisitos que se fijan a continuación.

A) De granulometría, indicados en la tabla de la página siguiente:

TAMAÑO NOMINAL	POR CIENTO EN PESO QUE PASA POR LAS MALLAS												
	4" 101.6 mm	3½" 90.5 mm	3" 76.1 mm	2½" 64.0 mm	2" 50.8 mm	1½" 38.1 mm	1" 25.4 mm	¾" 19.0 mm	½" 12.7 mm	¼" 9.51 mm	Núm. 4 4.76 mm	Núm. 8 2.38 mm	Núm. 16 1.19 mm
88.9 mm a 38.1 mm 2½" a 1½"	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
61.0 mm a 38.1 mm 2½" a 1½"			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
50.8 mm a 4.76 mm 2" a Núm. 4				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5		
38.1 mm a 4.76 mm 1½" a Núm. 4					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
25.4 mm a 4.76 mm 1" a Núm. 4						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
19.0 mm a 4.76 mm ¾" a Núm. 4							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
12.7 mm a 4.76 mm ½" a Núm. 4								100	90 a 100	10 a 70	0 a 15	0 a 5	
9.51 mm a 2.38 mm ¼" a Núm. 8									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
50.8 mm a 25.4 mm 2" a 1"				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
38.1 mm a 19.0 mm 1½" a ¾"					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5			

R) De contenido de substancias perjudiciales:

1) Estará comprendido dentro de las tolerancias siguientes:

SUBSTANCIAS PERJUDICIALES.	Porcentaje máximo en peso de la muestra total.
Partículas deleznales.	0.25
Partículas suaves	5.0
Pedernal como impureza (a) que se desintegre en los cinco (5) ciclos de la prueba de sanidad o aquel que tenga una gravedad específica, saturado y superficialmente seco, menor de dos punto treinta y cinco (2.35):	
Para condiciones severas de exposición.	1.0
Para condiciones medias de exposición.	5.0
Material que pasa la malla Núm. 200.	1.0 (b)
Carbón mineral y lignito:	
Para concretos aparentes.	0.5
Para concretos de cualquier otro tipo.	1.0

(a) Las limitaciones de sanidad de estos agregados deberán estar basadas adicionalmente en la experiencia tenida por el comportamiento en el medio ambiente en que se empleen, todo ello a juicio de la Secretaría.

(b) En el caso de agregados triturados, si el material que pasa la malla Núm. 200, constituido por el polvo producto de la trituración, está exento de arcillas o pizarras, el porcentaje puede ser uno punto cinco (1.5).

2) El agregado grueso que se use en concretos que vayan a estar sujetos a humedecimientos, exposición prolongada en atmósfera húmeda o en contacto con suelos húmedos, no de-

berá contener material que reaccione perjudicialmente con los álcalis del ^wcemento, causando expansión mayor de doscientos milésimos por ciento (0.200%) a la edad de un (1) año.

En casos especiales en que los agregados gruesos con tengan materiales que tengan reactividad, la Secretaría se reserva el derecho de hacer todos los estudios que considere necesarios, antes de aprobarlos o rechazarlos definitivamente.

C) De peso volumétrico. La escoria de altos hornos, que satisfaga los requisitos granulométricos para emplearse en la elaboración de concreto, deberá tener un peso volumétrico compacto no menor de mil ciento veinte (1,120) kilogramos por metro cúbico.

D) De intemperismo acelerado:

- 1) Con excepción de lo previsto en los subpárrafos 2) y 3) de este párrafo, el agregado sujeto a los cinco (5) ciclos de la prueba de intemperismo acelerado, deberá tener una pérdida, en peso, no mayor del doce por ciento (12%) cuando se emplee sulfato de sodio o de dieciocho por ciento (18%) cuando se use sulfato de magnesio. La pérdida deberá calcularse en una muestra que cumpla los requisitos de granulometría indicados en el párrafo A) de este inciso.
- 2) El que no satisfaga los requisitos del subpárrafo 1) de este párrafo, puede aceptarse cuando un concreto de propiedades comparables, hecho con agregados similares del mismo origen, haya dado servicio satisfactorio, a juicio de la Secretaría, en condiciones similares de intemperismo.
- 3) Un agregado grueso del cual no se tengan antecedentes y no satisfaga los requisitos del subpárrafo 1)

de este párrafo, puede aceptarse siempre y cuando se obtengan con él buenos resultados en concretos sujetos a pruebas de congelación y deshielo y se obtengan concretos de resistencia adecuadas.

c) De Resistencia al desgaste:

- 1) Con excepción de lo prescrito en el subpárrafo 2) de este párrafo, el agregado grueso ensayado al desgaste deberá tener una pérdida no mayor del cincuenta por ciento -- (50%), en peso. Esta pérdida deberá determinarse en el tamaño o tamaños de prueba más semejantes a los correspondientes en granulometrías que los que se van a emplear en el concreto. Cuando se empleen varias granulometrías, el límite de pérdida por desgaste deberá aplicarse en cada una.
- 2) A juicio de la Secretaría y cuando el concreto se utilice para la formación de un elemento estructural que no está sujeto a la abrasión, el agregado grueso que tenga una pérdida al desgaste mayor del cincuenta por ciento (50%), en peso, podrá usarse siempre y cuando con dicho agregado se obtenga una resistencia satisfactoria en el concreto.

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS TECNICOS
DEPARTAMENTO DE LABORATORIOS

FORMA 13-05-C03

ENSAYE DE GRAVA PARA CONCRETO

MATERIAL _____ FECHA DE PRUEBA _____
 ENSAYE No. _____ FECHA DE TERMINACION _____
 PROCEDENCIA _____ LABORATORISTA _____
 CANTIDAD MATERIAL RECIBIDO _____ Kg. REVISO _____

PESOS VOLUMETRICOS

ABSORCION

P. (V- Lt.)	Kg.	$P_h =$	g.	$P_h =$	g.	$P_h =$	g.
P. V_s	Kg./m ³	$P_s =$	g.	$P_s =$	g.	$P_s =$	g.
P. (V- Lt.)	Kg.	DIF. =		DIF. =		DIF. =	
P. V	Kg./m ³	% ABS. =		% ABS. =		% ABS. =	
% ABS. PROM. =							

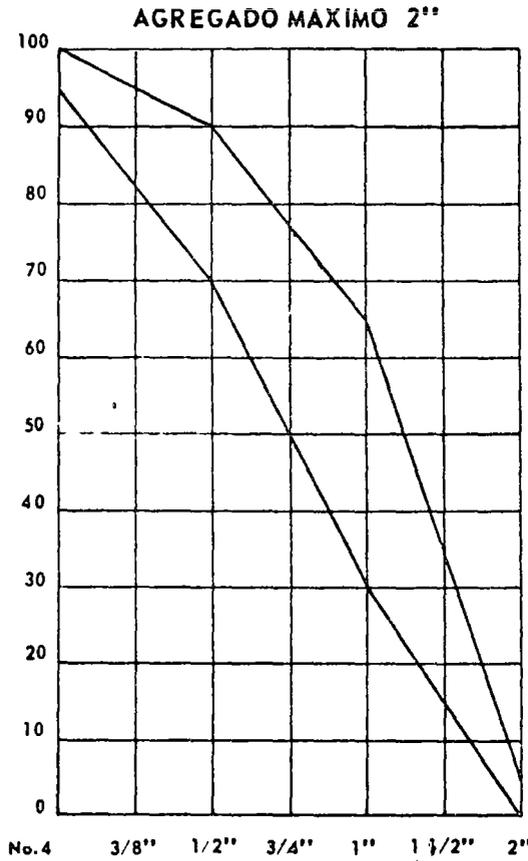
DENSIDAD APARENTE

P. (V- Lt.)	Kg.	$P_h =$	g.	$P_h =$	g.	$P_h =$	g.
P. V	Kg./m ³	V =	cm ³	V =	cm ³	V =	cm ³
		$D_1 =$		$D_2 =$		$D_3 =$	
D PROM. =							

ANALISIS GRANULOMETRICO

PESO MUESTRA = _____ Kg. DIFERENCIA _____ Kg.
 PESO ARENA _____ Kg. % ARENA _____

MALLA	PESO (Kg.)	PORCIENTOS	% ENTEROS	% ACUMULADOS	OBSERVACIONES
3"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
No. 4					
CHAROLA					
SUMAS					
MODULO DE FINURA:					

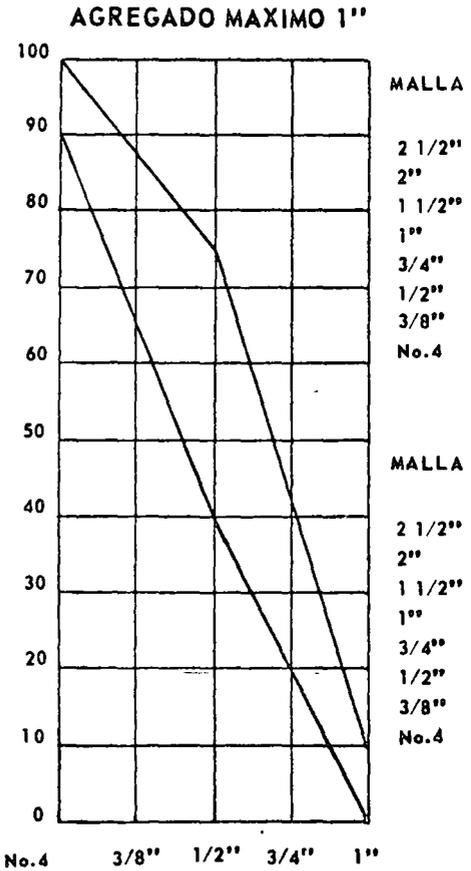
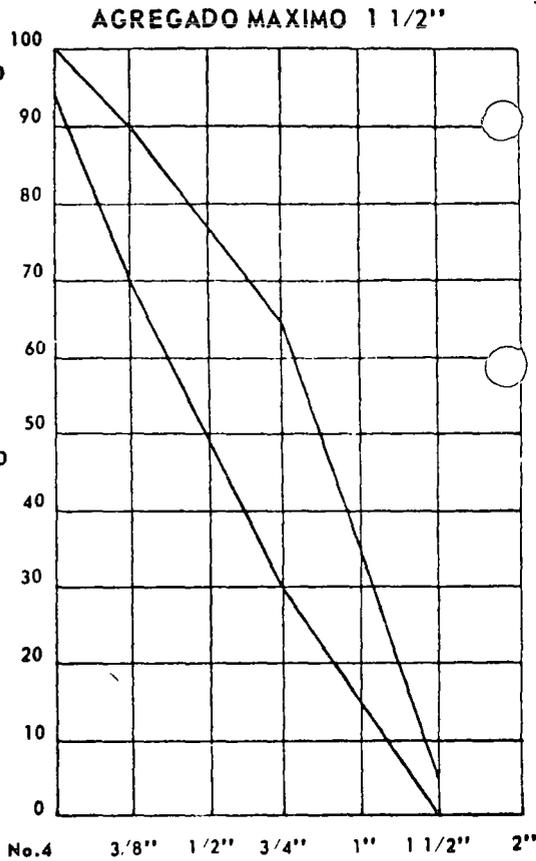


PARA 2"

MALLA	% AGREGADO MAXIMO	RETENIDO MINIMO
2 1/2"	0	0
2"	5	0
1 1/2"	-	-
1"	65	30
3/4"	-	-
1/2"	90	70
3/8"	-	-
No.4	100	95

PARA 1- 1 2

MALLA	% AGREGADO MAXIMO	RETENIDO MINIMO
2 1/2"	-	-
2"	-	0
1 1/2"	5	0
1"	-	-
3/4"	65	30
1/2"	-	-
3/8"	90	70
No.4	100	95

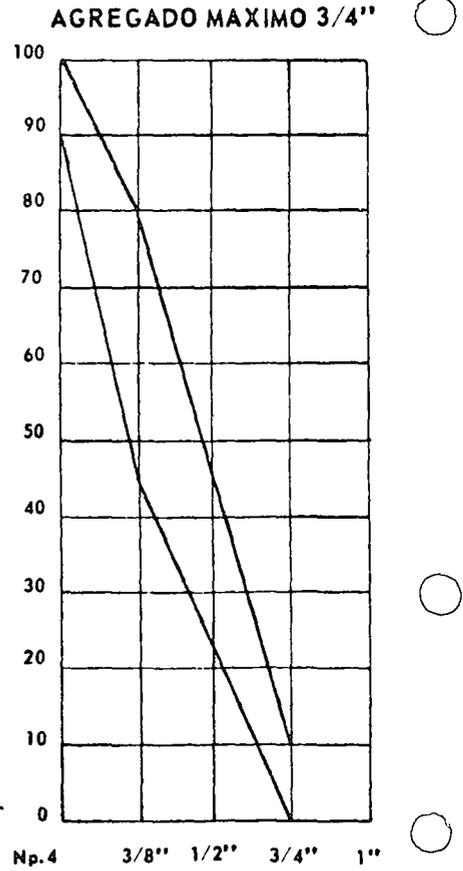


PARA 1"

MALLA	% AGREGADO MAXIMO	RETENIDO MINIMO
2 1/2"	-	-
2"	-	0
1 1/2"	-	-
1"	10	0
3/4"	-	-
1/2"	75	40
3/8"	-	-
No.4	100	90

PARA 3/4"

MALLA	% AGREGADO MAXIMO	RETENIDO MINIMO
2 1/2"	-	-
2"	-	-
1 1/2"	-	-
1"	-	0
3/4"	10	0
1/2"	-	-
3/8"	80	45
No.4	100	90



S. O. P.
 DIRECCION GENERAL DE PROYECTOS Y LABORATORIOS
 DEPARTAMENTO DE LABORATORIOS
ENSAYE DE ARENA PARA CONCRETO

Material _____ Fecha de prueba _____
 Ensaye No _____ Fecha de terminación _____
 Procedencia _____ Ensayó _____
 Cant. Mat. recibido _____ Kg. Revisó _____

PESOS VOLUMETRICOS

ABSORCION

P. (V-2.8 Lt.)	Kg.	P _h =	g.	P _h =	g.	P _h =	g.
P. V _s	Kg./m ³	P _s =	g.	P _s =	g.	P _s =	g.
P. (V-2.8 Lt.)	Kg.	Dif. =		Dif. =		Dif. =	
P. V _c	Kg./m ³	% Abs. =		% Abs. =		% Abs. =	
% Abs. promedio =							

Mat. Org. _____ Mat. Org. lavada _____

ANALISIS GRANULOMETRICO

Peso muestra = _____ Kg. Diferencia _____ Kg.
 Peso grava = _____ Kg. Grava _____ %

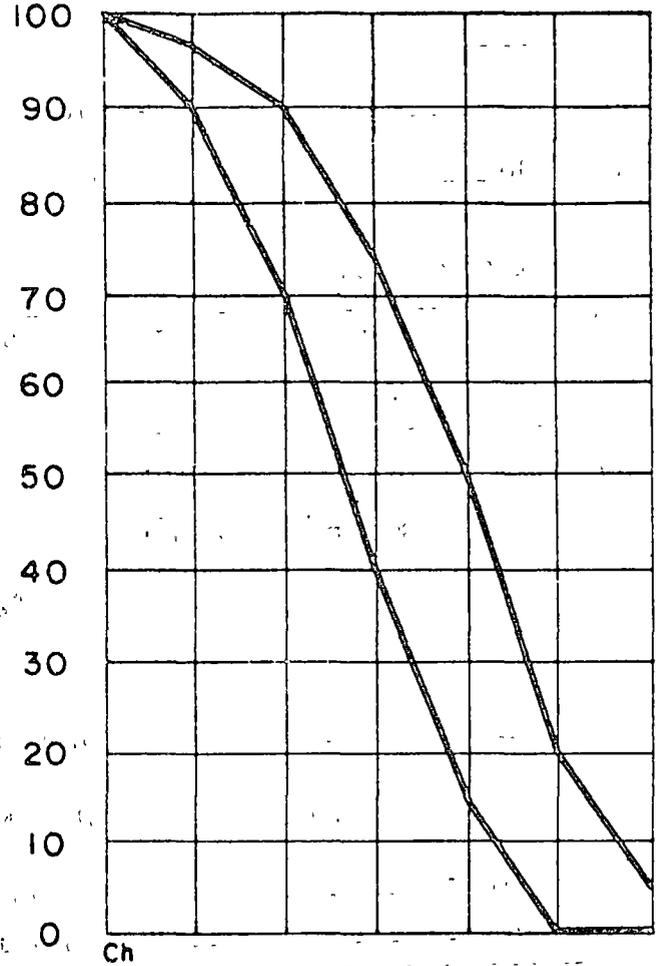
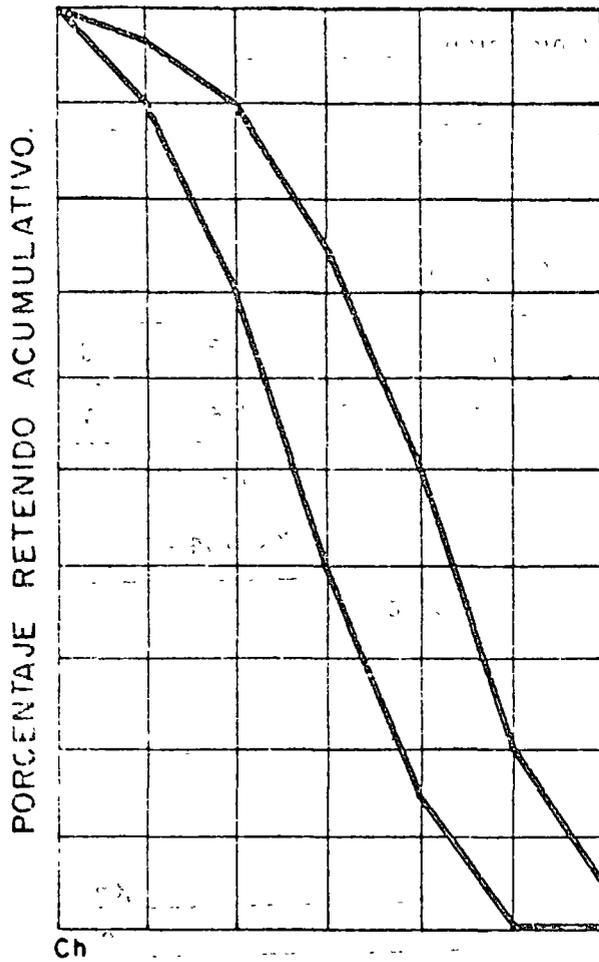
Malla	Peso (Kg.)	Porcientos	% Enteros	% Acum.	Observaciones
Nº 4					
" 8					
" 16					
" 30					
" 50					
" 100					
" 200					
Charola					
Sumas					
Módulo de finura:					

LIMITES EN LA GRANULOMETRIA DE LAS ARENAS

CIEN (100) 25 (25) 20 (20) 15 (15) 10 (10) 5 (5) 0 (0)

BUREAU OF RECLAMATION, U. S. A.

A. S. T. M.



Malla Nº 100 50 30 16 8 4 Malla Nº 100 50 30 16 8 4

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

FRASCO CHAPMAN

PICNOMETRO

$F_1 =$ g. $F_2 =$ g. $F_3 =$ g.
 $A_{s1} =$ g. $A_{s2} =$ g. $A_{s3} =$ g.
 $K_1 =$ g. $K_2 =$ g. $K_3 =$ g.
 $V_F = 450$ g. F = peso frasco vacío.

$P =$
 $A_s = 700$ g.
 $W =$

K = peso (agua + arena + frasco)

$A_s =$ peso arena sat. sup. seco

$$D = \frac{A_s}{P + A_s - W}$$

$$D = \frac{A_s}{V_F - (K - F - A_s)} =$$

$D_1 =$

$D_2 =$

$D_3 =$

$D_{prom.} =$

INFORME DE PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES PARA CONCRETO

PROPORCIONAMIENTO DE MATS. PARA CONCRETO N° _____ PARA USARSE EN: _____ SOLICITADO POR: _____	ENSAYE N°: _____ EXPEDIENTE N°: _____ FECHA DE RECIBO: _____ FECHA DE INFORME: _____
---	---

DATOS PARA EL PROYECTO	CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES					
f'c en Kg/cm ² : _____ Revenimiento: _____ cm. Rel. agua/cemento: _____ Lts. agua/saco cemento: _____ Condiciones de trabajo: _____	Ensaye N° _____ Peso vol. suelto en Kg/m ³ _____ Densidad aparente _____ % Absorción _____ Mod. finura _____ Tamaño máximo _____	CEMENTO	ARENA	ARENA	GRAVA	GRAVA

MATERIALES PARA REVOLTURA DE UN SACO DE CEMENTO DE 50 Kg.
 El proporcionamiento que se reporta es el obtenido después de haber afinado la mezcla de prueba

MATERIALES	Mats. medidos en peso Kg.	Proporciones en peso	Mats. medidos en volumen Lts.	Proporciones en volumen	Volúmenes absolutos de los materiales Lts.	Cantidad por m ³ de concreto Kg.
CEMENTO						
AGUA						
ARENA						
ARENA						
GRAVA						
GRAVA						

Contenido práctico de cemento por m³ de concreto: _____ Kg. Peso volumétrico del concreto fresco: _____ Kg/m³

OBSERVACIONES: Materiales empleados:

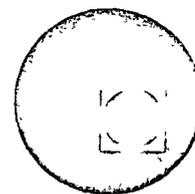
Cemento _____ Grava _____
 Arena _____ Grava _____
 Arena _____ Agua _____
 Adicionante usado _____

La comprobación de este proporcionamiento se efectuó con los ensayos Núms.: _____

EL LABORATORISTA _____	EL JEFE DEL LABORATORIO _____	EL JEFE DEL LABORATORIO REGIONAL _____
---------------------------	----------------------------------	---



centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS
DE CONCRETO

PRODUCCION DE CONCRETO

ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO

FABRICACION DE CONCRETO

INTRODUCCION

1.1 ALCANCE.

En este trabajo se bosquejan métodos y procedimientos para lograr buenos resultados en la medición y mezcla de ingredientes para el concreto. Se revisan también equipos y métodos desarrollados recientemente.

1.2 OBJETIVO.

Al hacer estas recomendaciones, se consideró:

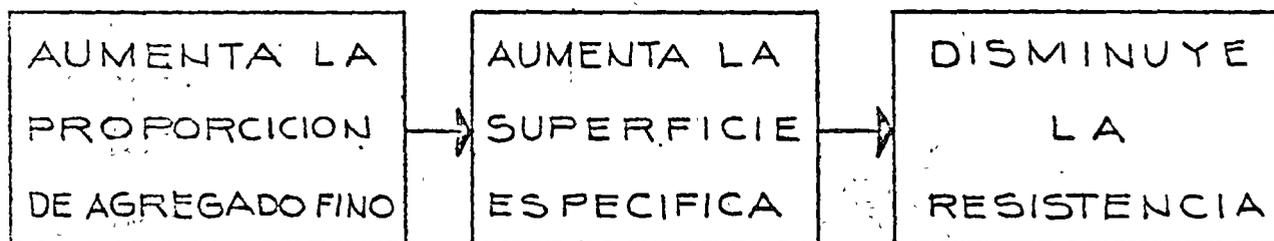
1. Que el adelanto en el mejoramiento de la construcción con concreto, dará un mejor resultado mediante la presentación de altos estándares de uso, en lugar de "prácticas comunes". En este aspecto, algunos consideran que los sistemas inferiores les bastan, pero estas recomendaciones se proponen tomando como base lo que "debería hacerse".
2. Es evidente que los sistemas empleados para producir y colocar concreto de alta calidad, pueden ser tan económicos como aquellos que nos dan un concreto de baja calidad.

1.3 OTRAS CONSIDERACIONES.

Todos aquellos que se ocupan en trabajos de concreto, deben tomar en cuenta la importancia de mantener el contenido unitario de agua tan bajo como lo permitan los requisitos de colocación. Aunque la relación agua-cemento se mantenga constante, un aumento del agua por unidad también aumenta potencialmente el agrietamiento por contracción durante el secado y con este agrietamiento el concreto pierde parte de su durabilidad y otras características deseables, por ejemplo: Su acción monolítica y baja permeabilidad. Cuando se aumenta arbitrariamente agua, se incrementa la relación agua-cemento y tanto la resistencia como la durabilidad se afectan adver-

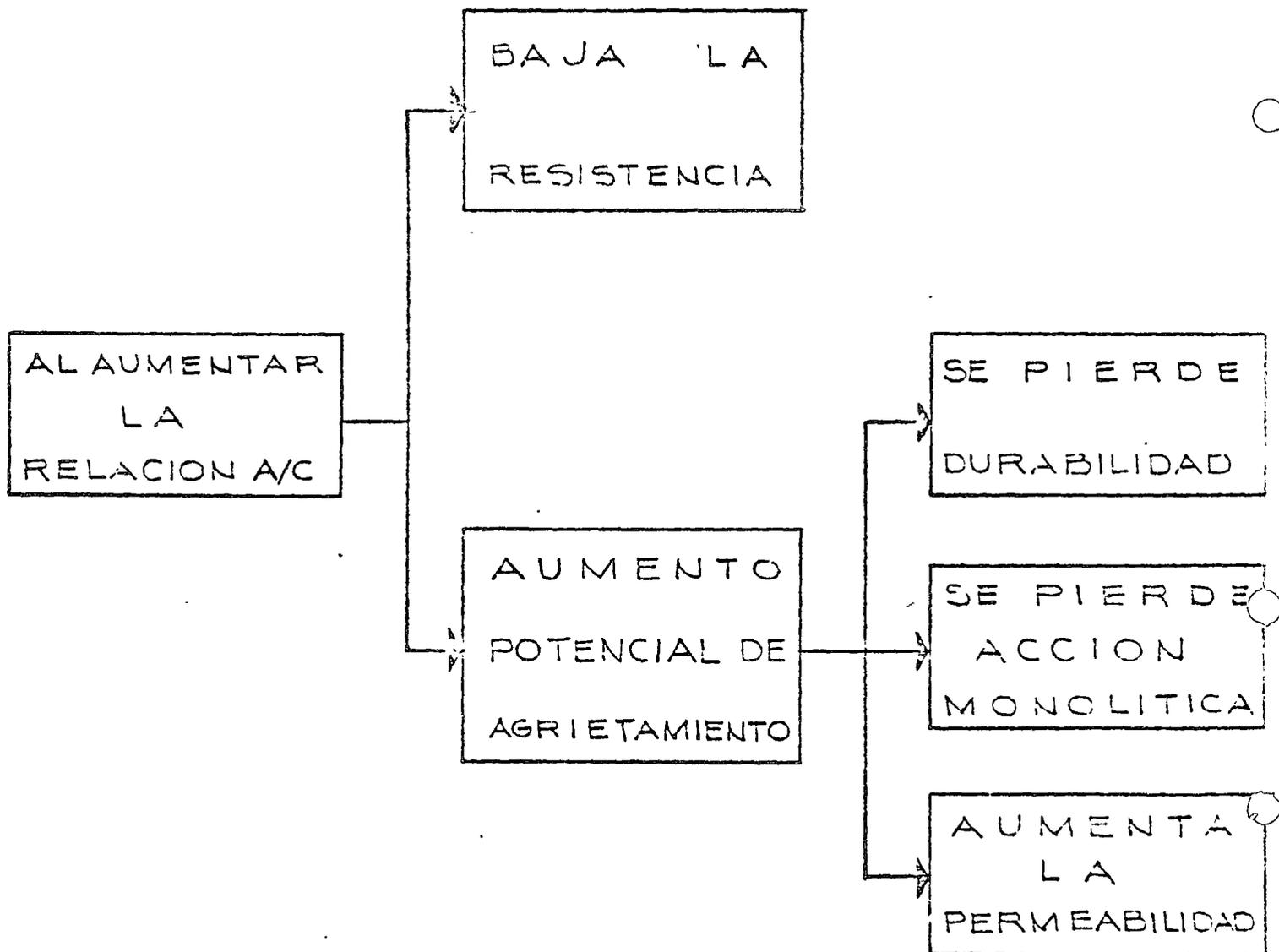
RECOMENDACION

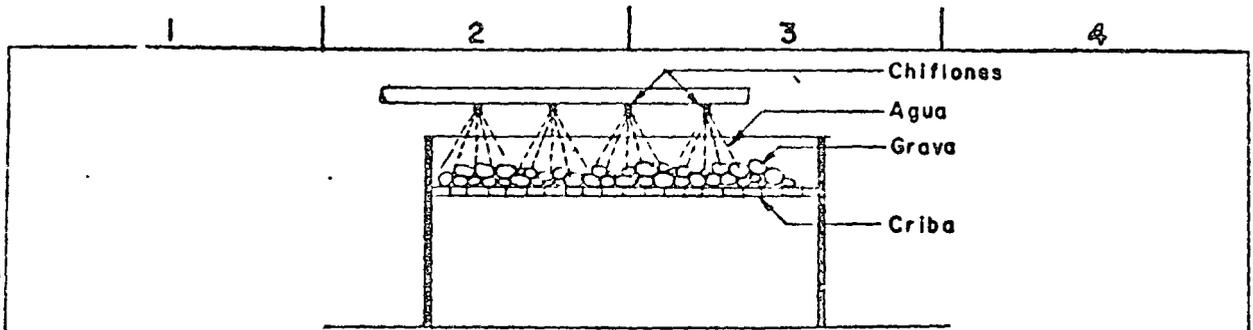
MANTENER AL MINIMO LA
CANTIDAD DE AGREGADO FINO



RECOMENDACION

MANTENER EL CONTENIDO DE AGUA TAN
BAJO COMO SEA POSIBLE

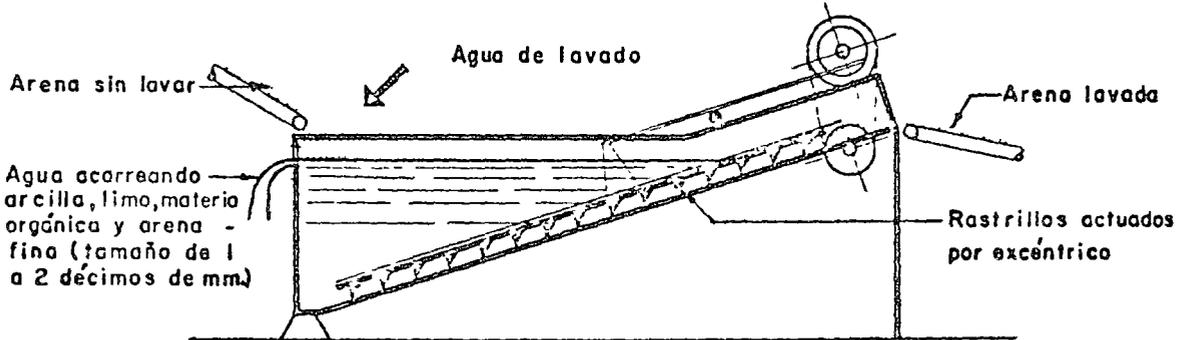




1

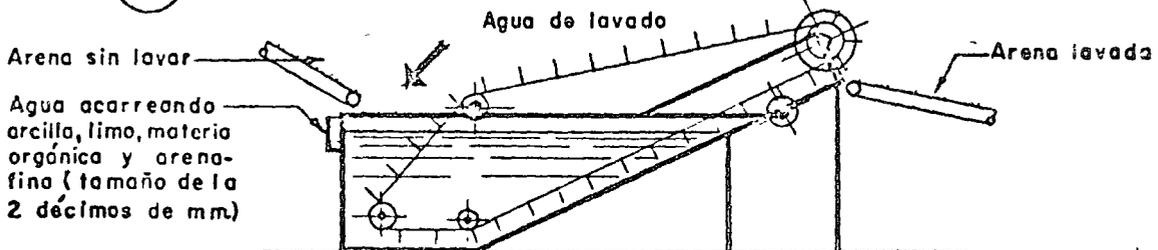
LAVADO DE GRAVA

Se hará durante el cribado de la misma aplicándole chorros de agua a alta velocidad (chiflones) los que les removerán la arena y polvo adheridos a la grava.



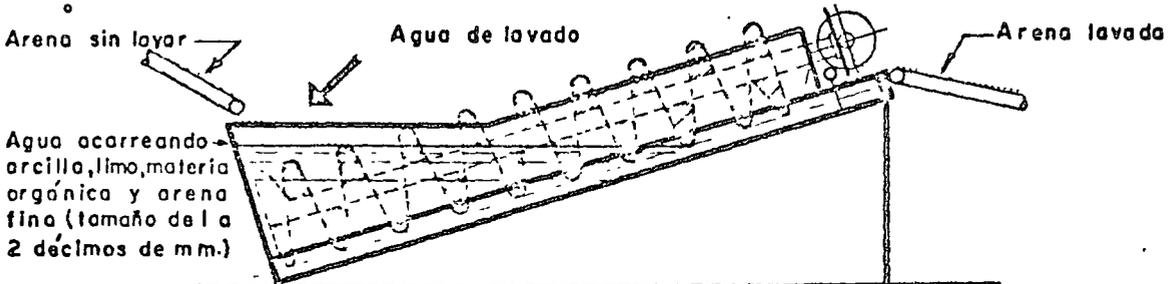
2

RASTRILLOS ACTUADOS POR EXCENTRICO



3

RASTRILLOS EN ESLABON O EN BANDA



4

ELEVADOR DE GUSANO

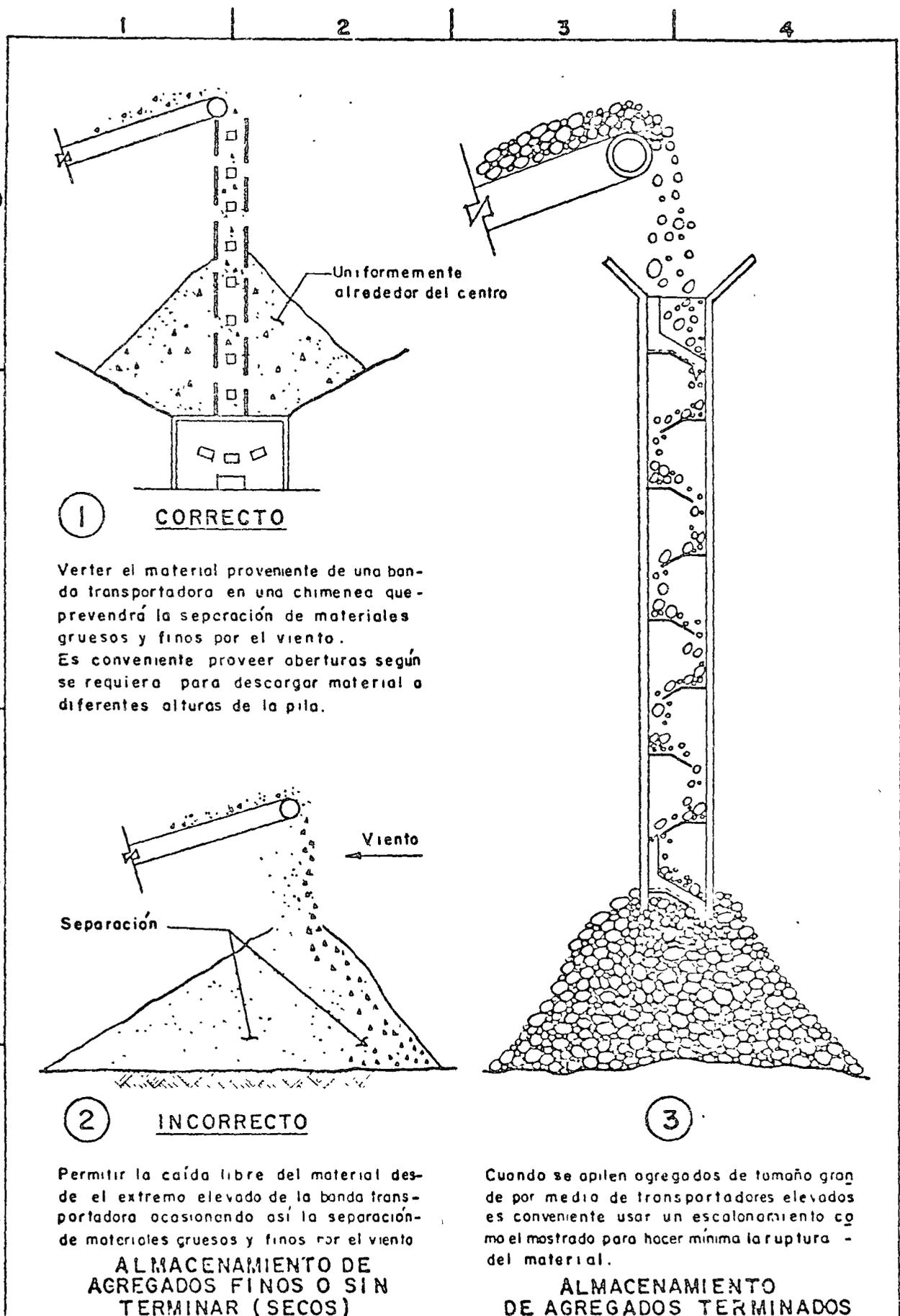
LAVADO DE ARENA

Se hará con chiflones y dispositivos de agitación similares a los mostrados en las figuras 2, 3 y 4.

Se deberá recuperar la arena fina por medio de un ciclón porque es útil para ocupar los espacios comprendidos entre los granos de la arena gruesa y grava, además provee mayor plasticidad y trabajabilidad en las revolturas.

TITULO

LAVADO DE AGREGADOS



1 CORRECTO

Verter el material proveniente de una banda transportadora en una chimenea que prevendrá la separación de materiales gruesos y finos por el viento. Es conveniente proveer aberturas según se requiera para descargar material a diferentes alturas de la pila.

2 INCORRECTO

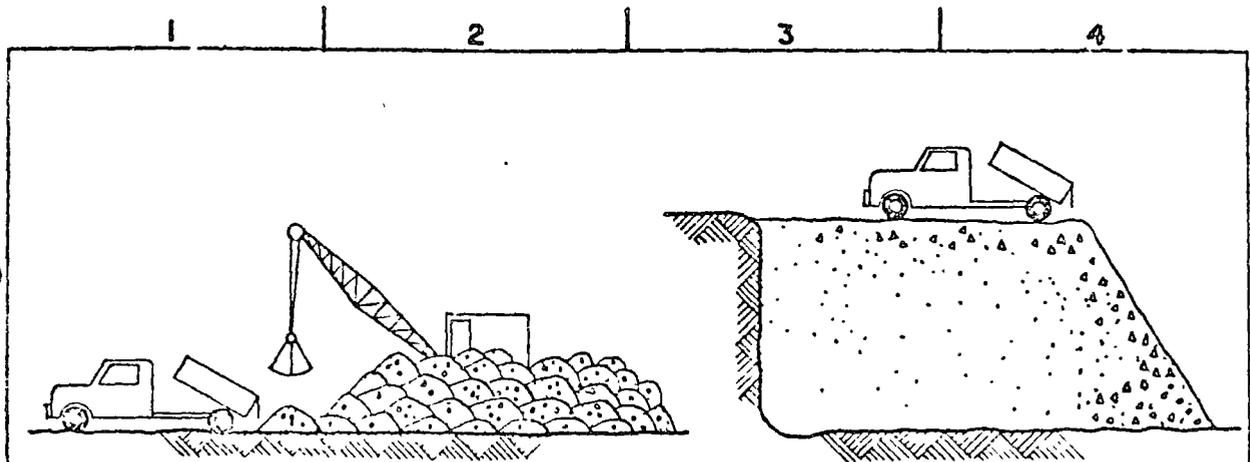
Permitir la caída libre del material desde el extremo elevado de la banda transportadora ocasionando así la separación de materiales gruesos y finos por el viento

ALMACENAMIENTO DE AGREGADOS FINOS O SIN TERMINAR (SECOS)

3

Cuando se apilen agregados de tamaño grande por medio de transportadores elevados es conveniente usar un escalonamiento como el mostrado para hacer mínima la ruptura del material.

ALMACENAMIENTO DE AGREGADOS TERMINADOS

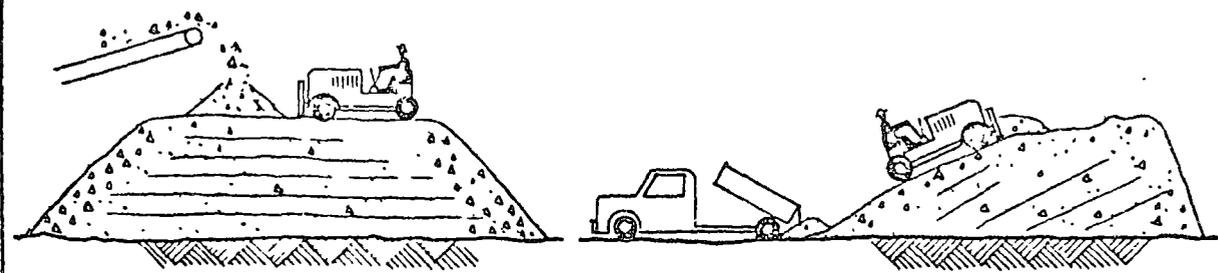


1 PREFERIBLE

El uso de grúas u otros medios para colocar material en pila, en unidades no mayores que una carga de camión la cual permanece donde se coloca sin rodar por la pendiente.

2 OBJETABLE

Emplear métodos que permitan al agregado rodar por las pendientes a medida que se agrega a la pila. Permitir al equipo de acarreo operar sobre el mismo nivel repetidamente.



3 ACEPTABILIDAD LIMITADA

Apilar radialmente en capas horizontales por medio de un bulldozer desde los materiales conforme caen de la banda transportadora. Un acceso de roca puede ser requerido en este arreglo.

4 GENERALMENTE OBJETABLE

Acomodar el agregado por medio de un bulldozer en capas progresivas sobre pendientes no menores de 3 a 1. A menos que el material sea altamente resistente a la ruptura estos métodos son también objetables.

MÉTODOS INCORRECTOS DE APILAR AGREGADOS CAUSANDO SEGREGACION Y RUPTURA

Nota: Se permitirá el apilamiento de agregado grueso cuando en la planta dosificadora se criba al mismo.

samente. A medida que la cimbra se llena con la correcta combinación de sólidos y la menor cantidad posible de agua, mejor será el concreto resultante. Debe practicarse un uso moderado en la cantidad de agua-cemento y agregado fino, junto con el uso del agregado graduado al tamaño máximo permitido por las aberturas de la cimbra y el espacio entre el refuerzo. También debe emplearse la estricta cantidad de cemento que se requiera para obtener la resistencia adecuada y otras propiedades esenciales. Únicamente se empleará la cantidad de agua y agregado fino que se requiera para hacer fácil su manejo, y obtener así un buen vaciado y consolidación por medio de la vibración.

CONTROL, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES

2.1 AGREGADOS.

Los agregados fino y grueso, al descargarse en la tolva dosificadora por peso, deben ser de buena calidad, uniformes en granulometría y contenido de humedad. La producción de un concreto uniforme será difícil, si no se siguen las especificaciones relativas a la selección, preparación y manejo adecuado de los agregados.

2.1.1 Agregado grueso.

2.1.1.1 Tamaños.

La segregación en un agregado grueso se reduce prácticamente al mínimo, mediante la separación del material en fracciones de varios tamaños y de la dosificación de estas fracciones por separado. A medida que la variedad de tamaños de cada fracción disminuye y el número de separaciones por tamaño aumenta, la segregación disminuye aún más. El control eficaz de segregación y de materiales de inferior tamaño que lo normal se logra adecuadamente cuando la proporción de medidas máximas a mínimas en cada fracción se mantiene a no más de cuatro, para agregados menores de 25.4 mm. (1 pulgada) de diámetro, y de dos, para los tamaños mayores.

Ejemplos de algunas maneras de agrupar fracciones de agre-

gados son las siguientes:

EJEMPLO 1.

4.76 hasta 20 mm (Núm. 4 hasta 3/4 de pulgada)
20 hasta 40 mm (3/4 hasta 1-1/2 pulgada)
40 hasta 75 mm (1-1/2 hasta 3 de pulgadas)
75 hasta 150 mm (3 hasta 6 pulgadas)

EJEMPLO 2.

4.76 hasta 125 mm (Núm. 4 hasta 1 pulgada)
25 hasta 50 mm (1 hasta 2 pulgadas)
50 hasta 100 mm (2 hasta 4 pulgadas)

2.1.1.2 Control de material de menor tamaño.

Para un control eficaz de granulometría, es esencial que las operaciones de manejo no aumenten significativamente la cantidad de los materiales de menor tamaño en los agregados, antes de su uso en concreto. La granulometría del agregado al entrar en la revolverdora debe ser uniforme y dentro de los límites especificados. Los análisis de mallas del agregado grueso deben practicarse frecuentemente, para asegurarnos que cumple con los requisitos de granulometría. Cuando se emplean dos o más tamaños de agregado, deben hacerse cambios en las proporciones de los tamaños las veces que sea necesario, para mejorar la graduación total del agregado combinado.

2.1.2 Agregado fino (arena).

El agregado fino debe controlarse para reducir al mínimo las variaciones en la graduación, manteniendo las fracciones más finas uniformes y teniendo cuidado de evitar la excesiva eliminación de los finos durante el proceso.

2.1.3 Almacenamiento.

El almacenaje en montones de agregado debe mantenerse al mínimo, pues aún bajo condiciones ideales los finos tienden a

acumularse. Sin embargo, cuando es necesario almacenar en montones, el uso de métodos incorrectos acentúa problemas con los finos y también causa segregación, rompimiento del agregado y una excesiva variación en la graduación. Los montones deben construirse en capas horizontales o suavemente inclinadas, no por volteo. Sobre los montones no deben operarse camiones, bulldozers, y otros vehículos, puesto que, además de quebrar el agregado, a menudo dejan tierra sobre los depósitos. Debe proveerse una base dura para evitar la contaminación del material en el fondo, y el traslape de los diferentes tamaños debe evitarse mediante muros apropiados o amplios espacios entre los montones. No debe permitirse que el viento separe los agregados finos - secos, y los depósitos no deben contaminarse oscilando cucharones o cangilones sobre los varios tamaños de agregados almacenados en montones.

Los silos de agregados deben mantenerse tan llenos como sea práctico, para reducir al mínimo el resquebrajamiento y los cambios de graduación al extraer los materiales. Los materiales deben depositarse verticalmente en los silos y directamente sobre el orificio de salida.

2.1.4 Control de Humedad.

Hay que hacer un esfuerzo para asegurar un contenido de humedad uniforme y estabilizar el agregado al dosificarlo. El uso de agregados que tienen cantidades variables de agua libre, es una de las causas más frecuentes de la pérdida de control de la consistencia del concreto (revenimiento). En algunos casos puede ser necesario mojar el agregado grueso en los montones de reserva o en las cintas de entrega, para compensar el alto grado de absorción, o suministrar enfriamiento. Posteriormente, los agregados deben pasarse sobre cribas secadoras apropiadas, para impedir que el exceso de agua libre vaya a los silos.

Debe darse tiempo suficiente para el drenaje del agua libre del agregado fino, antes de trasladarlo a los silos de

la planta de dosificación. El tiempo de almacenaje que se necesita depende sobre todo de la graduación y forma de las partículas del agregado. La experiencia ha demostrado que un contenido de humedad libre de hasta el 6% y de vez en cuando hasta del 8%, se mantendrá estable en el agregado fino. Sin embargo, algunas empresas que se dedican a la colocación de concreto a gran escala exigen que la variación de humedad en el agregado fino no sea mayor del 2% en 8 horas, o del 0.5% en 1 hora.

La insistencia en un contenido de humedad estable en el agregado; el uso de medidores de humedad para indicar variaciones en la humedad del agregado fino al dosificarlo; y el uso de compensadores de humedad para el rápido ajuste de peso de la dosificación, pueden reducir al mínimo la influencia de la variación de humedad en el agregado fino.

2.1.5 Muestras para pruebas.

Las muestras representativas de los varios tamaños del agregado que se dosifica deben tomarse lo más cerca posible del punto de su mezcla con el concreto. La dificultad en conseguir muestras representativas aumenta de acuerdo con el tamaño del agregado. Por lo tanto, los aparatos de muestreo que se utilizan requieren un cuidadoso diseño si han de obtenerse resultados de pruebas significativos.

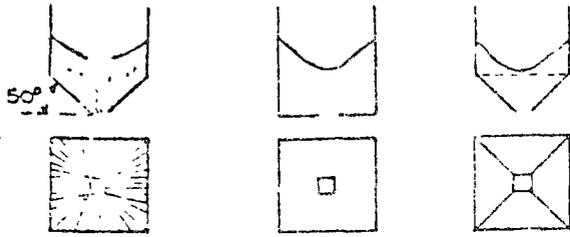
2.2 Almacenamiento del Cemento.

Todo el cemento debe almacenarse en estructuras contra el mal tiempo, apropiadamente ventiladas, para impedir la absorción de humedad.

Las facilidades de almacenamiento para cemento a granel deben incluir compartimentos separados para cada tipo de cemento que se utiliza. El interior de un silo de cemento debe ser liso, con una inclinación horizontal mínima de 50 grados en el fondo para un silo circular, y desde 55 a 60 grados para un silo rectangular. Los silos que no sean construcción circular, deben ser provistos de cojines de deslizamiento, que no se atasquen, por los cuales se pueda introducir a interva-

LA UNIFORMIDAD DE CONCRETO SE AFECTA POR LA DISPOSICION DE LAS TOLVAS DE ABASTECIMIENTO Y DE LAS BASCULAS DOSIFICADORAS

a



CORRECTO

INCORRECTO

FONDO COMPLETO CON INCLINACION DE 50° EN RELACION CON LA HORIZONTAL EN TODOS LOS SENTIDOS PARA LA SALIDA, CON LAS ESQUINAS DE LA TOLVA RESPONDIDAS DE MANERA QUE TODO EL MATERIAL SE DESLICE HACIA LA SALIDA.

DEPOSITOS DE FONDO PLANO O CON CUALQUIER COMBINACION DE PENDIENTES QUE TENGAN ESQUINAS O APUNTA OCASIONANDO QUE TODO EL MATERIAL EN LA TOLVA FLUYA FACILMENTE POR LA SALIDA.

INCLINACION DEL FONDO DE LAS TOLVAS PARA AGREGADOS

b



CORRECTO

INCORRECTO

EL MATERIAL CAE VERTICALMENTE EN LA TOLVA, DIRECTAMENTE SOBRE LA ABERTURA DE DESCARGA, PERMITIENDO LA DESCARGA DEL MATERIAL MAS UNIFORME.

CAICA DEL MATERIAL AL INTERIOR DE LA TOLVA EN ANGULO, EL MATERIAL QUE NO CAE DIRECTAMENTE SOBRE LA ABERTURA NO SIEMPRE RESULTA UNIFORME AL DESCARGARLO.

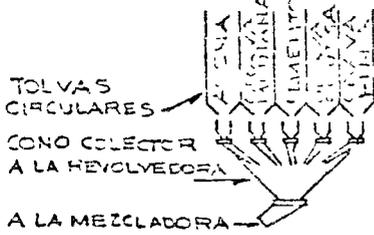
LLENADO DE LAS TOLVAS DE AGREGADOS

c

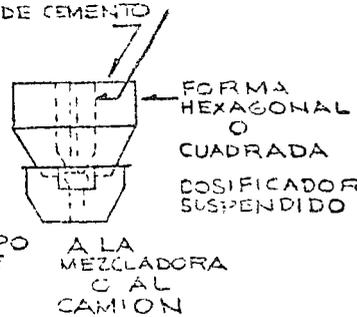
TOLVAS DE GRAVA DISPUESTAS CONCENTRICAMENTE ALREDEDOR DE LAS TOLVAS DE CEMENTO

TOLVA DE AGREGADO COLOCADA ALREDEDOR DEL COMPARTIMIENTO CENTRAL DE CEMENTO

TOLVA DE CEMENTO SEPARADA EN EL CENTRO



LAS TOLVAS PUEDEN ESTAR ALINEADAS CON LA DESCARGA DE LA BANDA TRANSPORTADORA A LA TOLVA DE LA MEZCLADORA. ES BUEN METODO, PERO EL EQUIPO PARA ELLO NO SE PUEDE OBTENER FACILMENTE.



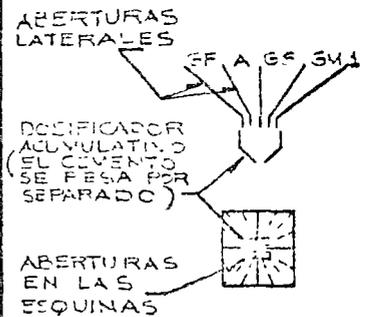
DISPOSICION ACEPTABLE

PESO AUTOMATICO DE LOS AGREGADOS YA SEA SEPARADO O COLECTIVAMENTE, CEMENTO PESADO SEPARADAMENTE, DOSIFICADORES AISLADOS DEL EFECTO VIBRATORIO DE LA PLANTA, EQUIPO DE CONTROL DE PESO, VISIBLE AL OPERADOR, ES NECESARIO A LA SECUENCIA EN EL VACIADO DE MATERIALES. EVITASE LA FLUENCIA DE AGREGADOS SOBRE LA SUPERFICIE DEL MATERIAL EN LA TOLVA.

DISPOSICION DESEABLE

PESO AUTOMATICO DE CADA INGREDIENTE EN DOSIFICADORES SEPARADOS QUE DESCARGAN EN EL CONO COLECTOR DIRECTAMENTE DENTRO DE LA MEZCLADORA CONTROLADA DE LOS DOSIFICADORES DE CEMENTO, DE MANERA QUE ESTE FLUYA EN FORMA SIMULTANEA CON LA DESCARGA DE AGREGADOS LOS DOSIFICADORES PERMANECEN AISLADOS DEL EFECTO VIBRATORIO DE LA PLANTA.

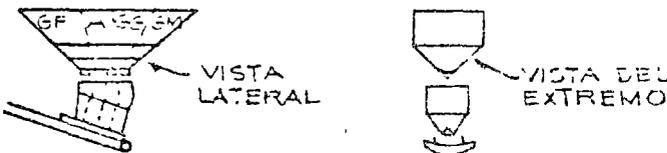
d



ACOMODOS POCO CONVENIENTES

CUALESQUIERA DE LAS DISPOSICIONES (QUE SE VEN ARRIBA) PARA DESCARGA DE TOLVAS CON FUERTES PENDIENTES PROVOCA SEGREGACION Y DETERIORO EN LA UNIFORMIDAD.

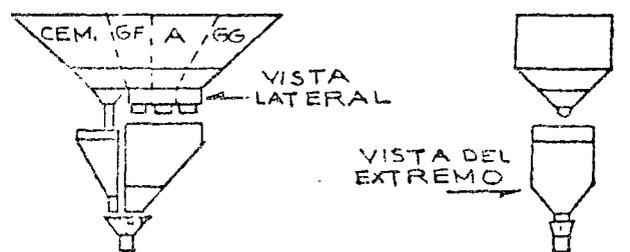
e



DISPOSICION PREFERIBLE

PESADA AUTOMATICA Y ACUMULADA DE AGREGADOS QUE SE LLEVAN A LA MEZCLADORA POR BANDA TRANSPORTADORA, EL CEMENTO PESADO SEPARADAMENTE SE DESCARGA EN FORMA CONTROLADA DE MANERA QUE EL CEMENTO FLUYA MIENTRAS LOS AGREGADOS SE DESCARGAN.

f



DISPOSICION ACEPTABLE

PESADA AUTOMATICA Y ACUMULADA DE AGREGADOS EL CEMENTO PESADO SEPARADAMENTE SE DESCARGA EN FORMA CONTROLADA, DE MANERA QUE EL CEMENTO FLUYA MIENTRAS LOS AGREGADOS SE DESCARGAN.

los, pequeñas cantidades de aire a baja presión de 3 hasta 5 psi (aproximadamente 0.2 - 0.4 Kg/cm².), para soltar el cemento que se haya compactado dentro de los silos.

Los silos de almacenaje deben ser limpiados con frecuencia, preferentemente una vez por mes, para impedir la formación de costras de cemento.

El cemento envasado en sacos debe ser apilado sobre plataformas, para permitir la apropiada circulación de aire. Para un período de almacenamiento de menos de 60 días, se recomienda evitar que se superpongan más de 14 sacos de cemento, y para períodos mayores no deben superponerse más de 7 sacos. Como precaución adicional, se recomienda que se utilice primero (hasta donde sea posible) el cemento más viejo.

2.3 Almacenamiento de materiales puzolánicos.

Las puzolanas y otros materiales cementantes deben manejarse, trasladarse y almacenarse de la misma manera que el cemento.

2.4 Aditivos.

Los aditivos fabricados en forma líquida deben almacenarse en tambores o tanque herméticos, protegidos de la congelación. La agitación de estos materiales durante su uso debe hacerse de acuerdo con las indicaciones dadas por el fabricante.

Con frecuencia es también conveniente licuar aditivos fabricados en forma de polvo para disolverse. Cuando esto se hace, los tambores o tanques de almacenaje, desde los cuales se suministrarán los aditivos, deben estar provistos de equipo de agitación o mezcla, para mantener los sólidos en suspensión.

M E D I C I O N

3.1 Requisitos generales.

3.1.1 Objetivo.

Durante las operaciones de medición, los agregados deben manejarse de tal manera que mantengan la graduación deseada, -

DEPOSITOS DE
A G R E G A D O S

S I L O D E
C E M E N T O

DEPOSITO
D E A G U A

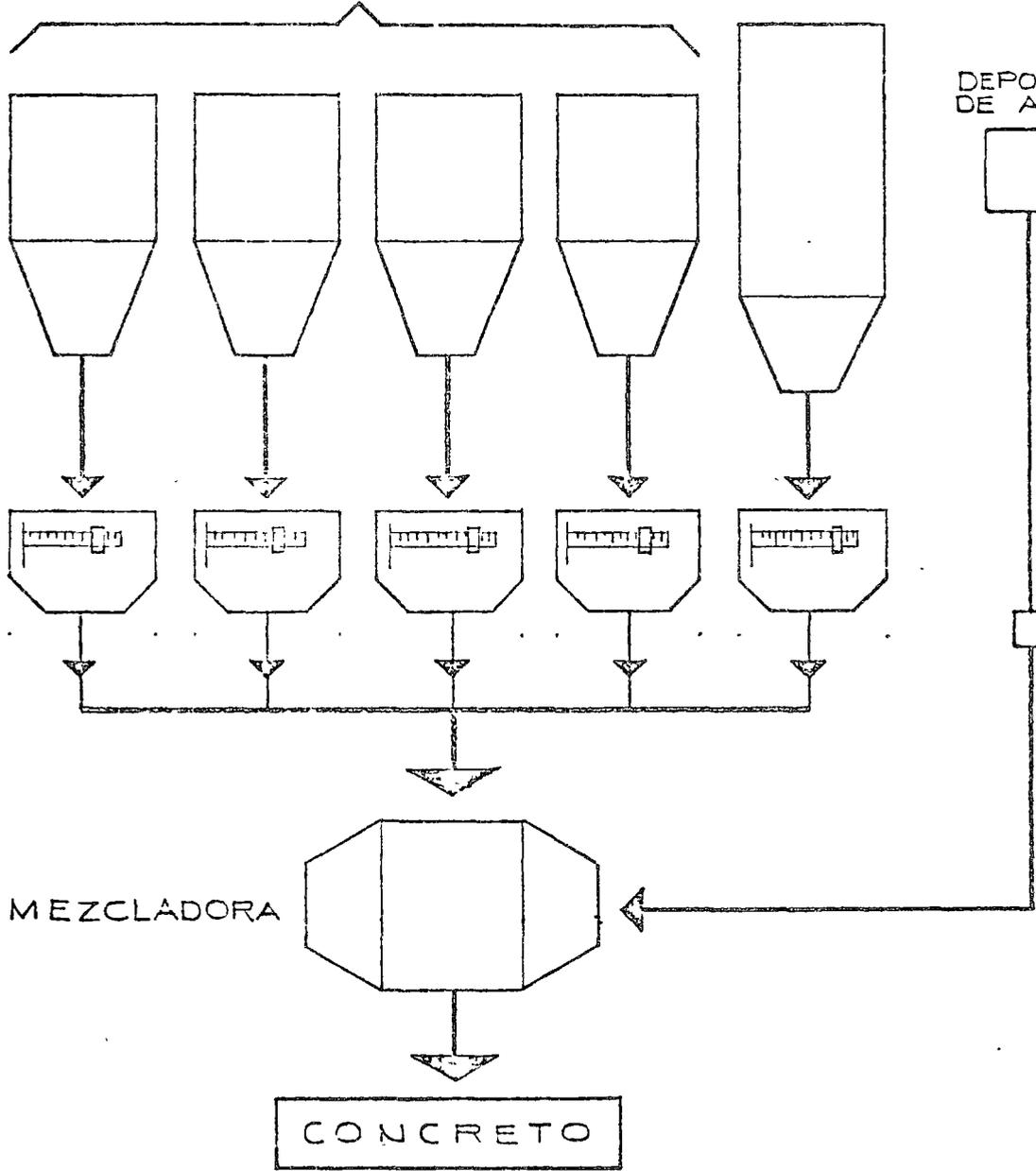
T O L V A S
P E S A D O R A S

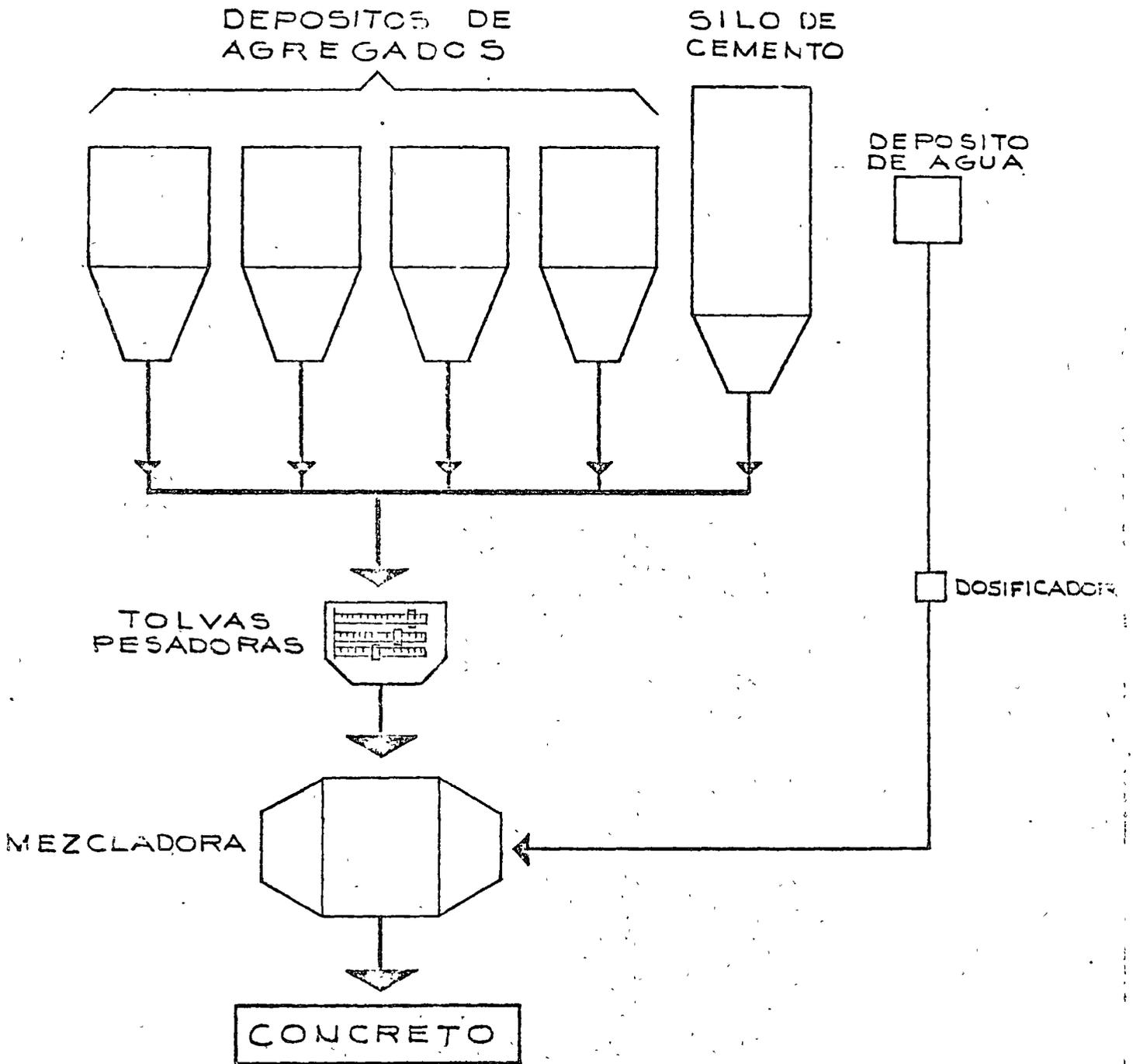
D O S I F I C A D O

M E Z C L A D O R A

C O N C R E T O

DOSIFICACION INDIVIDUAL





DOSIFICACION ACUMULADA

pesándose todos los materiales a la tolerancia requerida para mantener homogéneas las reproducciones de la mezcla de concreto escogida. Además del peso exacto, otro objetivo importante para el éxito del mezclado es la apropiada secuencia y combinación de los ingredientes durante la carga de las revolvedoras. El objetivo final es obtener uniformidad, y homogeneidad en el concreto producido, como lo indican propiedades físicas tales como: peso unitario, revenimiento contenido de aire y resistencia.

3.1.2 Tolerancias.

La mayoría de las organizaciones de ingeniería, tanto públicas como privadas, emiten especificaciones que contienen requisitos detallados para el equipo de dosificación manual, semiautomático y automático de concreto.

El equipo de dosificación, de los que hay actualmente en el mercado, operará dentro de las tolerancias de peso de carga usualmente especificadas, mientras el equipo se mantenga mecánicamente en buen estado.

3.2 Silos de almacenamiento y tolvas pesadoras.

Los silos de la planta dosificadora tendrán el tamaño adecuado para alimentar eficazmente la capacidad productora de la planta. Los compartimientos de los silos deben separar adecuadamente los diversos materiales de concreto, y la forma y disposición de los silos para agregado se harán de tal manera que prevengan la segregación y rotura del agregado. Las tolvas pesadoras deben estar compuestas de cajones de conchas de almeja o tipo socavación radial de fácil operación. Las compuertas empleadas para cargar dosificadores semi o totalmente automáticos deberán estar equipadas con motor y con un apropiado control de "gotas" para lograr la exactitud deseada de peso. Se dispondrán las tolvas pesadoras con el debido acceso para obtener muestras representativas, o para lograr la apropiada secuencia y combinación de agregados durante la carga de la mezcladora.

TOLERANCIAS TÍPICAS DE MEZCLADO

Ingredientes	Dosificación Individual	Dosificación Acumulada
Cemento y otros materiales cementantes	1 por ciento y 0.3 por ciento de la capacidad de la báscula el que mayor sea	
Agua (por volúmen o peso), en por ciento (%)	± 1	No recomendado
Agregados por ciento (%)	± 2	± 1
Aditivos (por volúmen o peso) por ciento (%)	± 3	No recomendado

3.3 Tipo de planta.

Los factores que afectan la selección del sistema apropiado de dosificación son: 1) tamaño de la obra; 2) volumen/hora requerido; y 3) normas de rendimiento que se requieren en la dosificación.

La capacidad productiva de una planta se determina por una combinación de detalles tales como: sistemas de manejo de materiales, tamaño del silo, tamaño de la dosificación y tamaño y número de la mezcladora de la planta.

El equipo disponible se clasifica en tres categorías generales, manual, semi-automático y totalmente automático.

3.3.1 Dosificación manual.

Como su nombre lo indica, todas las operaciones de pesado y dosificación de los ingredientes del concreto se llevan a cabo manualmente. Las plantas manuales son aceptables para trabajos pequeños que no requieren grandes volúmenes de dosificación, generalmente para trabajos hasta de 4,000 m³., a razón de 15 m³./hr., pero al incrementarse el tamaño de la obra, la automatización de las operaciones de dosificación se justifica. Los esfuerzos para aumentar la capacidad de plantas manuales mediante dosificación rápida, conducen invariablemente a excesivas inexactitudes en el peso.

3.3.2 Dosificación semiautomática.

En este sistema, las compuertas de los silos del agregado, para cargar las tolvas medidoras, se operan manualmente mediante botones o interruptores de presión. Las compuertas se cierran automáticamente cuando el peso estipulado del material ha sido entregado. Con un mantenimiento satisfactorio de la planta, la exactitud de la dosificación se mantendrá dentro de las tolerancias. El sistema tiene interruptores que impiden que la carga y descarga de la dosificadora ocurra simultáneamente. En otras palabras, cuando la revoladora está siendo cargada no puede ser descargada, y cuando se está descargando, no puede cargarse.

3.3.3 Dosificación automática.

En este sistema la dosificación automática de todos los mate riales se maneja eléctricamente por medio de un solo control de mando. Sin embargo, hay interruptores que cortan el ciclo de la dosificación cuando el indicador de la báscula no ha regresado a $\pm 0.3\%$ del cero, o cuando se excedieran las tolerancias de peso predeterminadas.

3.3.3.1 Dosificación automática acumulada.

Se requieren controles de interruptores en secuencia para este tipo de dosificación. El pesaje no empezará, y se interrumpirá automáticamente cuando las tolerancias predeterminadas dentro de cualquier secuencia de pesaje excedan los valores especificados.

3.3.3.1 El ciclo de carga.

El ciclo de carga no empezará mientras la compuerta de des carga de la tolva medidora esté abierta, y el ciclo de des carga de la tolva medidora no empezará mientras las compuertas de carga de tolva medidora estén abiertas, o cuando - - cualesquiera de los pesos indicados para los materiales no - estén dentro de las tolerancias aplicables. Los pesos prefi jados deseados para las revolturas, se hacen mediante dispositivos tales como tarjetas perforadas, ó interruptores digi tales.

3.3.3.2 Dosificación individual automática.

Este sistema provee básculas y tolvas medidoras separadas pa ra cada tamaño de agregado y para cada uno de los otros mate riales que entran en la revoltura.

El ciclo de pesaje se inicia mediante un interruptor senci llo, y las tolvas medidoras individuales se cargan simultá neamente.

3.4 Materiales cementantes.

3.4.1 Dosificación de materiales cementantes.

Para una alta producción que requiera una dosificación rápi-

pida y exacta, se recomienda que los cementos y puzolanas a granel se pesen con equipo automático y no semi-automático o manual. Todas las tolvas medidoras deben estar provistas de un acceso para su inspección y estar equipadas para permitir que se tomen muestras en cualquier momento. Las tolvas medidoras deben ser equipadas con dispositivos para ventilación y vibradores para ayudar a lograr una suave y completa descarga de la mezcla.

3.4.2 Descarga de materiales cementantes.

Deben tomarse precauciones eficaces para impedir pérdidas de materiales cementantes al cargar la mezcladora. No debe permitirse la caída libre del cemento de las tolvas medidoras. En plantas múltiples, las pérdidas deben minimizarse descargando el cemento a través de una manguera estrecha.

Para mezcladoras de planta, debe emplearse un tubo de tamaño adecuado para descargar los materiales cementantes en un punto cerca del centro de la mezcladora, después de que el agua y los agregados hayan empezado a entrar en ella.

3.5 Medición del agua.

3.5.1 Equipo de dosificación.

En las obras grandes y en plantas centrales de dosificación y mezclado, donde se requiera una producción alta, sólo puede conseguirse una medición de agua exacta mediante las tolvas pesadoras automáticas o medidores.

El equipo para la dosificación de agua en camiones mezcladores debe inyectar el agua bajo presión dentro del tambor, donde se distribuirá bien en la revoltura.

3.5.2 Determinación y compensación de la humedad del agregado.

Además de la exacta dosificación del agua que se agrega, la medición del total exacto del agua de la mezcla, depende de saber con exactitud la cantidad y variación de humedad en el

agregado (particularmente en la arena), al dosificarlo. Los medidores de humedad en la arena se emplean frecuentemente - en las plantas, y cuando están debidamente calibradas y tienen mantenimiento adecuado, indican satisfactoriamente la - magnitud general y los cambios de humedad en la arena.

3.5.3 Agua de mezclado total.

Mantener uniformidad en la medición del agua para el mezclado total, implica, además del peso exacto del agua añadida, un control de las fuentes de agua adicionales, como son el - agua para el lavado de la revolvedora, y el agua libre en - los agregados. Una de las tolerancias especificadas - - - - (ASTM C 94), para exactitud en la medición del agua de mezclado total de todas las fuentes, es de + 3%. Otra recomendada por el comité, es que la variación en la relación agua/cemento no exceda de + 0.02.

3.6 Medición de los aditivos.

El empleo de aditivos en el concreto, particularmente agentes inclusores de aire, es una práctica universalmente aceptada. La tolerancia de dosificación y la interrelación de - carga y descarga descritos anteriormente para otros ingredientes de la mezcla, deben ser provistos para los aditivos. La dosificación y el equipo de distribución que se usa deben ser fácilmente calibrables.

3.7 Otras consideraciones.

Además de la exacta medición de los materiales, también deben emplearse procedimientos correctos de operación si se - quiere mantener la uniformidad del concreto. Ha de tenerse cuidado de asegurarse que los materiales que se han pesado - estén puestos en la secuencia apropiada, y combinados de manera que se carguen como revolturas uniformes dentro de la - mezcla.

Algunas de las deficiencias comunes que han de evitarse son:

1. Traslapo de revolturas al cargar y descargar.
2. Pérdida de materiales al transferir revolturas a mezcladoras portátiles.

M E Z C L A D O

4.1 Requisitos generales.

Es esencial un mezclado completo para la producción de un - concreto uniforme. Por lo tanto, el equipo y los métodos empleados deben ser capaces de mezclar eficazmente los materiales de concreto.

4.2 Diseño y mantenimiento de las mezcladoras.

Los tipos más comunes de mezcladoras son las de tambor, de tiro vertical y el de aspas en espiral. Una mezcladora de tambor, de diseño satisfactorio, tiene un arreglo de aspas en espiral y una forma de tambor para asegurar de extremo a extremo, el intercambio de materiales paralelo al eje de rotación, y un movimiento envolvente que volteas y esparce la revoltura sobre sí misma al mezclarse. En la mezcladora de tiro vertical, las aspas giran sobre ejes verticales que operan en un recipiente fijo o giratorio que da vueltas en sentido opuesto. Con esta mezcladora, la revoltura puede observarse fácilmente. La mezcladora de paleta en espiral consta de un eje horizontal movido por fuerza motriz con paletas en espirales que operan dentro de un tambor horizontal.

Las mezcladoras fijas deben estar equipadas con dispositivos para regular el tiempo a fin de evitar insuficiencia o exceso en el mezclado de la revoltura.

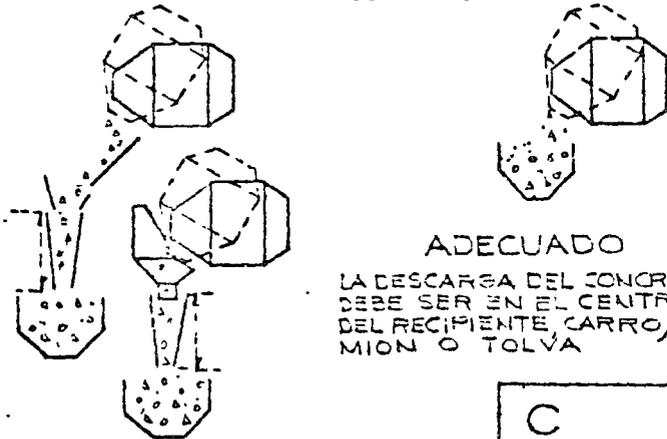
4.3 Carga de la mezcladora.

Es preferible que el cemento se cargue junto con otros materiales, pero debe entrar en la descarga después de que aproximadamente el 10% del agregado haya entrado en la mezcladora.

El agua debe entrar primero en la mezcladora, y continuar - fluyendo mientras los demás ingredientes se van cargando. Las tuberías para cargar el agua deben ser de diseño apropiado y de tamaño suficiente, de manera que el agua entre bien en la mezcladora y termine de introducirse dentro de un 25 % inicialmente del tiempo de mezclado.

A MENOS QUE SE CONTROLE LA DESCARGA DEL CONCRETO DE LAS REVOLVEDORAS, LA UNIFORMIDAD QUE RESULTA DE UN BUEN MEZCLADO SERA DESTRUIDA POR SEPARACION.

a



ADECUADO

LA DESCARGA DEL CONCRETO DEBE SER EN EL CENTRO DEL RECIPIENTE, CARRO, CAMION O TOLVA

b



CORRECTO

CAIDA DEL CONCRETO DIRECTAMENTE SOBRE LA COMPUERTA

INCORRECTO

CAIDA DEL CONCRETO EN LOS LADOS INCLINADOS DE LA TOLVA

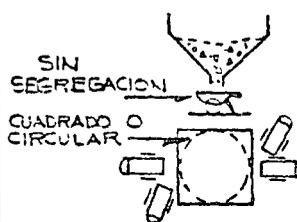
LLENADO DE CONCRETO EN TOLVAS O CUBOS

CORRECTO

CUALESQUIERA DE LOS ARREGLOS A LA IZQUIERDA EVITA LA SEPARACION INDEPENDIENTEMENTE DE LA LONGITUD DE LA CANALETA O DE LA BANDA TRANSPORTADORA SI SE DESCARGA EL CONCRETO EN RECIPIENTES, CARROS, CAMIONES O TOLVAS.

CONTROL DE SEGREGACION AL DESCARGAR CONCRETO DE LAS REVOLVEDORAS

c

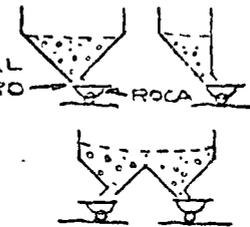


CORRECTO

DESCARGAR POR LA ABERTURA CENTRAL PARA VERTER VERTICALMENTE AL CENTRO DEL CARRO (CARRETON) EL ACCESO ALTERNADO DESDE LADOS OPUESTOS HACE POSIBLE UNA CARGA TAN RAPIDA COMO PUEDA LOGRARSE CON LAS INCONVENIENTES TOLVAS DIVIDIDAS QUE TIENEN DOS COMPUERTAS DE DESCARGA.

DESCARGA DE TOLVAS PARA CARGAR CARROS DE CONCRETO

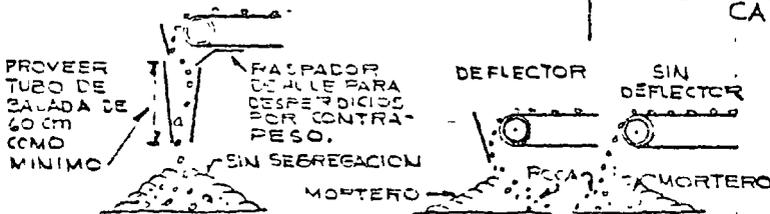
CAIDA VERTICAL MORTERO



INCORRECTO

COMPUERTAS INCLINADAS QUE EN REALIDAD SON CAULETAS SIN CONTROL DE SALIDA CAUSAN UNA SEGREGACION INCONVENIENTE AL LLENAR LOS CARROS.

d



CORRECTO

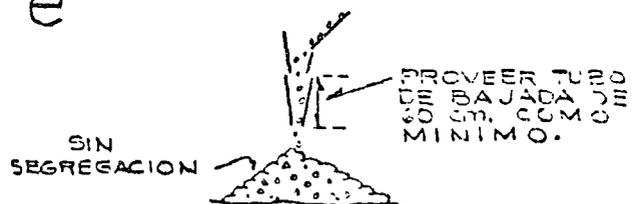
EL ARREGLO SUPERIOR EVITA LA SEGREGACION DEL CONCRETO SIN IMPORTAR SI SE DESCARGA EN TOLVAS, CUBOS, CARROS, CAMIONES O EN CIMBRAS

INCORRECTO

CONTROL INCOMPLETO O CONTROL IMPROPIO AL FINAL DE LA BANDA, GENERALMENTE UN DEFLECTOR O UNA TOLVA BAJA, UNICAMENTE CAMBIAN EL SENTIDO DE LA SEGREGACION

CONTROL DE LA SEGREGACION DEL CONCRETO EN EL EXTREMO DE LA BANDA TRANSPORTADORA

e



CORRECTO

EL ARREGLO QUE SE VE ARRIBA IMPIDE LA SEGREGACION, SIN IMPORTAR CUALESQUIERA SEA EL CANALON, YA SEA QUE SE DESCARGUE EL CONCRETO EN TOLVAS, CUBOS, CARROS, CAMIONES O CIMBRAS.



INCORRECTO

CONTROL INADECUADO, O FALTA DE CONTROL AL FINAL DE CUALQUIER CANALON DE CONCRETO, SIN IMPORTAR CUALESQUIERA SEA, UN DEFLECTOR UNICAMENTE CAMBIA EL SENTIDO DE LA SEGREGACION.

CONTROL DE LA SEGREGACION EN EL EXTREMO DE CANALETAS DE CONCRETO

CONTROL EN EL PUNTO DE TRANSFERENCIA DE DOS BANDAS TRANSPORTADORAS.

ESTO SE APLICA A DESCARGAS INCLINADAS DE REVOLVEDORAS, REVOLVEDORAS DE CAMION, ETC. ASI COMO A CANALETAS LARGAS, PERO NO CUANDO EL CONCRETO ES DESCARGADO A OTRA CANALETA O A UNA BANDA TRANSPORTADORA.

4.4 Tiempo de mezclado para mezcladora fija.

El tiempo del mezclado debe basarse en la capacidad de la mezcladora para producir un concreto uniforme en cada revoltura y mantener la misma calidad en las revolturas siguientes. Las recomendaciones del fabricante y las especificaciones usuales, tal como 1 minuto por yarda cúbica más 1/4 de minuto por cada yarda cúbica adicional de capacidad, pueden utilizarse como guías satisfactorias para establecer el tiempo inicial de mezclado. Sin embargo, los tiempos de mezclado que se determine emplear deben basarse en los resultados de las pruebas de efectividad de la mezcladora que se practiquen a intervalos regulares mientras que dura la obra. El tiempo de mezclado debe medirse a partir del momento en que todos los ingredientes estén dentro de la mezcladora.

4.5 Concreto mezclado en camión.

El mezclado en camión es un proceso en el cual los materiales para concreto previamente dosificados en una planta dosificadora se transfieren a un camión mezclador donde se lleva a cabo la operación de mezclado. Muchos productores dosifican todos los ingredientes en el camión mezclador, funcionando a velocidad de carga, detienen el tambor cuando el camión está cerca de la obra, o bien cuando haya llegado a ella, y entonces llevan a cabo el mezclado. Otro procedimiento consiste en completar todo el mezclado en el camión mezclador, en el patio del productor, haciendo el viaje a la obra con el tambor sin girar.

4.6 Concreto mezclado parcialmente en planta fija y terminando en tránsito.

El concreto transportado por este método se mezcla por poco tiempo, generalmente de 15 a 30 segundos en una mezcladora fija en la planta, y el mezclado se completa en el tambor del camión. Los requisitos para este tipo de concreto son los mismos que para el concreto mezclado en camión, excepto que el tiempo de mezclado dentro del tambor del camión será reducido a lo determinado como satisfactorio por las pruebas de uniformidad.

4.7 Concreto dosificado en seco.

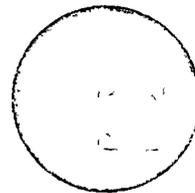
Mediante este método, los materiales secos se transportan al sitio de la obra en el tambor del camión, y el agua de mezclado se lleva por separado, en un tanque montado en el mismo camión. El agua se agrega a presión de preferencia a la entrada y en la parte posterior del tambor que está girando a velocidad de mezclado, y el mezclado se completa con las usuales 70 a 100 revoluciones que se requieren para las mezcladoras de camión.

Este método que evoluciona como una solución para viajes largos y demoras en la colocación, permite con seguridad un mayor tiempo de espera para el transporte y la descarga. Sin embargo, la humedad libre en los agregados, que debe considerarse como parte del agua de mezclado, provoca algo de hidratación en el cemento. Por lo tanto, los materiales no pueden mantenerse indefinidamente de esta manera.





centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE
ESTRUCTURAS DE CONCRETO

ING. IGNACIO RUIZ BARRA

I. MANEJO Y TRANSPORTE DEL CONCRETO

II. BOMBAS DE CONCRETO

III. COLOCACION DEL CONCRETO

IV. CONCRETO Y COLOCACION EN CLIMAS
FRIOS Y CALIENTES.

I. MANEJO Y TRANSPORTE DEL CONCRETO

Después de realizar los preparativos para un colado o colocación de concreto, se debe tener especial cuidado en el manejo y transporte de éste.

Uno de los aspectos que más se debe cuidar es que no se produzca segregación, ya que trae como consecuencia un concreto con una resistencia muy dudosa y distinta en las diferentes capas que se colocan, por lo tanto, se debe cuidar que la vibración que se transmite en el transporte no sea perjudicial.

El método que se seleccione para transporte debe ser el adecuado para que aparte de la segregación tampoco se produzca el secado o endurecimiento.

Con respecto a la segregación, todos sabemos que el concreto no es una mezcla homogénea, sino por el contrario es una combinación de materiales de diferentes tamaños y densidades, ya que los de mayor peso tienden a depositarse.

La humedad que debe tener el concreto debe ser aquella con la que se va a colocar y consolidar ya que dar una humedad mayor, para que el transporte y colocación sea más fácil, trae como consecuencia que la segregación se produzca más fácilmente.

El secado se produce en cualquier concreto, cuando se tenga un secado que afecte sus características que bien pueden ser por clima caluroso o una distancia muy grande de recorrido entre la planta productora y la colocación, esto se puede evitar protegiendo el concreto de los rayos del sol y del viento y también reduciendo la distancia entre la planta y lugar de depósito del concreto.

El concreto se puede transportar por los siguientes medios:

1. CANALONES
2. CARRETILLAS Y BOGUES
3. CUBOS
4. MALACATES
5. CABLE VIA
6. BANDAS TRANSPORTADORAS
7. CAMIONES DE VOLTEO
8. CAMIONES REVOLVEDORES
9. BOMBA PARA CONCRETO

1. CANALONES

Tal vez este sea uno de los medios más económicos para transportar el concreto. La consistencia del concreto generalmente es fluída pero no debe modificarse la de proyecto para usar este medio de transporte. Se debe hacer de tal manera que el concreto en la descarga caiga verticalmente para que no se produzca la segregación. Su empleo es generalmente para acarreo cortos y cuando sea un tramo largo de canalón el que se tenga que utilizar, se deba de cubrir para que la pérdida de humedad no sea fuerte y deteriore el concreto.

Cuando la caída del concreto sea mayor de lo permitido se utilizarán trompas de elefante con la que se puede alcanzar una caída de 8 metros y que ésta sea vertical y retardada.

2. CARRETILLAS Y BOGUES

Para este fin debe tener rueda de hule ya que la vibración en el trayecto será amortiguada por dichas ruedas.

Se utiliza este medio de transporte para volúmenes pequeños y distancias cortas.

Para mayores volúmenes y distancias se podría utilizar bogues motorizados, con lo que se desprende que se tendrán que hacer caminos para el tránsito de estos vehículos los que no tendrán pendientes fuertes, ya que los bogues motorizados no tienen suficientes potencia para vencerla, el costo de esta operación se compararía con otros medios para establecer cuál es el más económico.

3. CUBOS

Los cubos combinados con la torre elevadora y giratoria, es uno de los mejores sistemas para la colocación de concreto, sobre todo si los cubos tienen la descarga de fondo ya que la segregación no se produciría pues la caída sería vertical, también se podría utilizar una grúa montada sobre un camión o bien fija en el terreno para elevar los cubos.

Las torres grúas han tenido un buen rendimiento dentro de la construcción en general y especialmente en edificios de cierta altura y espacios reducidos, ya que su funcionamiento para elevación y su giro son rápidos en cierta medida y pueden colocar materiales en cualquier sitio de la obra.

Otro sistema sería: bogues alimentados por tolvas y ésta alimentada por cubos elevados por grúa o torre.

4. MALACATES

Este elemento nos sirve para el movimiento vertical del concreto, por lo que tenemos que combinarlo con tolvas, bogues y carretillas.

Una de las formas que más frecuentemente se usa es con bogues. Se enganchan en el nivel donde se está produciendo el concreto y se eleva a la altura en que se coloca el concreto. Esto trae como consecuencia que se utilice una mano de obra abundante, ya que se necesita llenar los bogues, transportarlos al pie del malacate, elevarlo y después moverlo al sitio de su colocación.

Otro sistema sería tener un almacenamiento con tolva al nivel del piso un cubo para elevarlo y una tolva en el piso superior para descargar en bogues o carretillas. Este sistema es más eficiente pues establece un flujo constante de concreto.

5. CABLE VIA

Este sistema se utiliza generalmente para manejar grandes volúmenes de concreto por lo que es recomendable para presas. La capacidad de transporte y la velocidad con que se mueve hace de este sistema un magnífico aliado para mover grandes volúmenes y lo que es más con derivaciones de la línea central de un cable vía. Se coloca el concreto en el lugar que uno requiere.

En México se utilizan generalmente cubos bastante grandes con descarga de fondo.

6. BANDAS TRANSPORTADORAS

Existen gran variedad de bandas, pero básicamente hablaremos de:

a) Banda transportadora portátil.

Se utiliza para pequeños volúmenes y distancias, generalmente miden 15 metros de largo y con un ángulo vertical máximo de 30° , la capacidad de estas bandas estriba en el ancho que tengan y la velocidad con que se logre mover o girar, estas bandas se puede decir que dan un rendimiento de hasta 50m^3 por hora.

b. Banda transportadora alimentadora.

Generalmente trabaja horizontal con muy pequeñas inclinaciones, son bastante cortas por lo general midiendo entre 10 y 15 metros. El rendimiento que dan es de 100m^3 - por hora.

c. Banda transportadora de descarga lateral.

Es muy semejante a la alimentadora pero tiene la ventaja de descargar lateralmente y se puede mover hacia atrás y hacia adelante, con esta banda se puede distribuir mucho mejor el concreto dadas las características anteriormente descritas.

Se puede realizar un circuito de bandas para cubrir una gran área, mediante la disposición de descargar una banda en otra, un aspecto mucho muy importante para el rendimiento de estas bandas es que la mezcla no sea fluída, pues se desparrama a los lados y no es conveniente ya que tenemos un desperdicio muy grande y la eficiencia baja considerablemente.

La descarga entre banda y banda se debe hacer a través de un embudo con deflector para lograr una caída vertical y la segregación no se produzca. Otro cuidado que se debe tener es que la banda esté bien tensada para que no cuelgue y pegue en los rodillos y esto produzca una vibración provocando la segregación del concreto.

7. CAMIONES DE VOLTEO.

a. Camiones con caja normal.

Un problema que se tiene en este tipo de vehículos es que el cierre de la tapa no es hermético y produce la salida de lechada, por lo que se debe cuidar que no ocurra, y otro es la forma de la caja que regularmente es cúbica y dificulta la descarga.

Es común que se presente en este tipo de transporte la segregación por el volumen que se transporta y el movimiento que se produce en el trayecto, por esto se utiliza para recorridos relativamente cortos y con mezclas que no sean fluidas.

b. Camiones con caja especial para concreto.

Con estos camiones se evita la salida de lechada, y que a la hora de volteo no se tengan problemas, en lo demás es parecido a un camión con caja normal. Cuando las distancias del acarreo son grandes o el tiempo que va a estar parado sin voltear es largo, se recomienda usar camiones revolvedores.

8. CAMIONES REVOLVEDORES.

Como se menciona en el párrafo anterior, se utiliza para transportar concreto en grandes distancias y que el tiempo que deberá permanecer la mezcla hecha y en estado plástico es de importancia.

Estas unidades operan a baja velocidad de giro para evitar la segregación.

Un problema que se presenta en estas unidades es que cuando el tiempo que permanece revolviéndose es largo, se produce en la mezcla una pérdida de agua por evaporación, provocando que el concreto endurezca, por esto se recomienda conservar cubierto el concreto durante el acarreo, para la reflexión solar, pintar de blanco

la revoladora, hacer la mezcla con materiales fríos, no utilizar cemento de fraguado rápido si es posible.

9. BOMBAS PARA CONCRETO.

Esté tema se desarrolla más ampliamente en el siguiente capítulo.

II. BOMBAS PARA CONCRETO

Existen básicamente tres tipos de bomba según su funcionamiento y estas son:

1. BOMBAS DE IMPULSION MECANICA
2. BOMBAS DE IMPULSION HIDRAULICA
3. BOMBAS DE IMPULSION NEUMATICA

Se empezaron a desarrollar en el año de 1913 siendo C.A. Cornell y M. Kee en E. E. U.U. los que intentaron transportar concreto en tuberío. Esta bomba contaba de un cilindro horizontal y una biela de recorrido fijo.

Esta bomba no funcionó ni para transportar mortero dejandose al olvido. (Fig. 1)

Fué hasta 1927 que M. Giese y F. Hell, que esta patente fué adquirida por la firma Torket G m b H. Se trata de una bomba cilíndrica vertical de embolo sumergido.

(Fig. 2.)

Nuevamente en 1931 los mismos perfeccionaron su bomba dandole otra disposición a los elementos constitutivos. (Fig. 3).

En 1933 la firma Vogel con patente del holandés E. Handle, constituyó una bomba con el cilindro vertical que tenía una valvula de presión controlada, el pistón ejecutaba la función de órgano de impulsión y a la vez controlaba la entrada de concreto.

(Fig. 12).

BOMBAS DE IMPULSION MECANICA

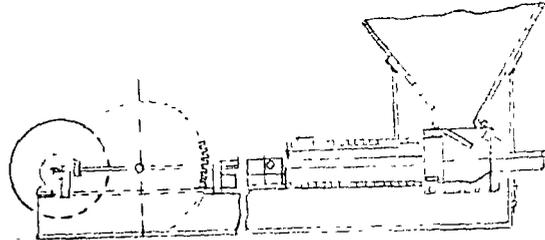


FIG. 1

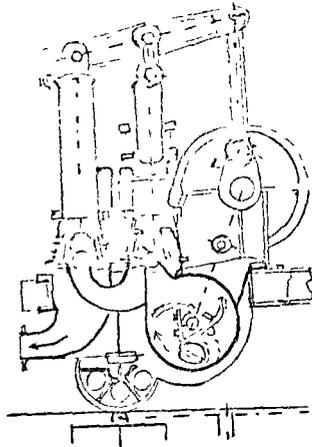


FIG. 2

FIG. 3

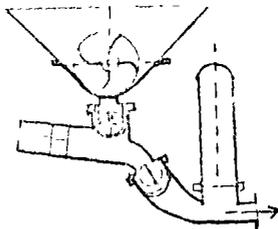
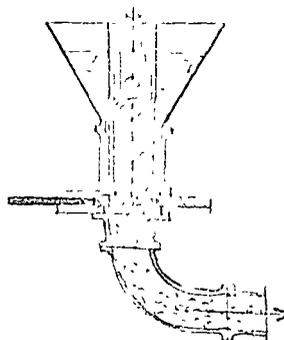


FIG. 12



El austriaco F. Nebel en 1950 solicitó la patente de una bomba con pistón rotativo con aletas concéntricas giratorias.

En 1959 nuevamente E. Handel propone colocar un segundo pistón de una bomba de cilindro horizontal entre la salida del cilindro y la válvula de compresión con la finalidad de transportar un volumen doble con la misma bomba de pistones.

2. BOMBA DE IMPULSION HIDRAULICA.

Estas bombas se empezaron a utilizar durante la II Guerra Mundial por la firma Alpine A. G., estas primeras bombas se utilizaron para distancias cortas.

En 1953 la Torket Ltd. basándose en el proyecto de O. Ballert, en la que separa la bomba del grupo de accionamiento. Consta de un motor eléctrico que acciona una bomba de alta presión que produce el vaiven del pistón. (Fig. 14).

En 1957 en la feria de Hannover la firma Torket Ltd. presentó una bomba de cilindro que mueve alternativamente un embolo no sujeto a ninguna palanca por la presión y aspiración de una bomba centrífuga de varias etapas.

El medio impulsor del embolo es el agua. En el extremo del embolo libre va un conmutador magnético accionado por presión de aceite, mueve una corredora plana que controla el flujo del concreto del cilindro y de esta a la tubería y así mismo regula las válvulas para la inversión del chorro del agua, el cilindro es excesivamente largo siendo curioso observar la guía del rodillo del embolo. (Fig. 15).

Posteriormente la Beton Spritz-Maschinen Sdad. Ltd. y Co. que se integró a la fusión de la Torket Ltd. y S.L. Schwing lanzó una bomba de pistón libre, y varias bombas de acción hidráulica de uno y dos cilindros. Una de estas bombas de dos cilindros de

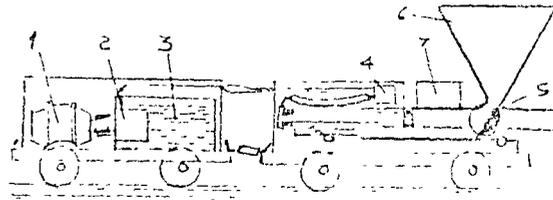


FIG. 14

- 1.- Motor electrico
- 2.- Bomba de aceite
- 3.- Camino para aceite
- 4.- Caja de direccion
- 5.- Mariposa
- 6.- Embudo de Entrada
- 7.- Recipiente de Agua
- 8.- Tubo en Y
- 9.- Pistones
- 10.- Barra de direccion
- 11.- Mariposa
- 12.- Guidera
- 13.- Palanca de direccion

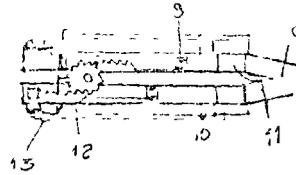
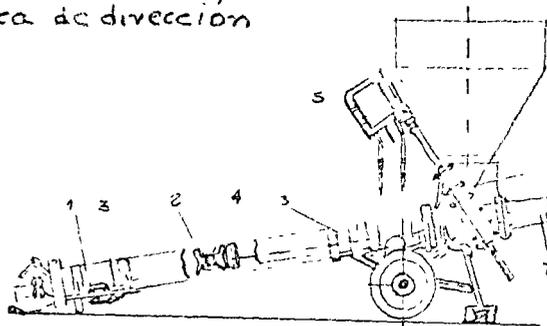


FIG. 15



- 1.- Cilindro
- 2.- Piston
- 3.- Conmutador
- 4.- Magneto
- 5.- Cilindro Hidraulico
- 6.- Corredora
- 7.- Tuberia de acarreo

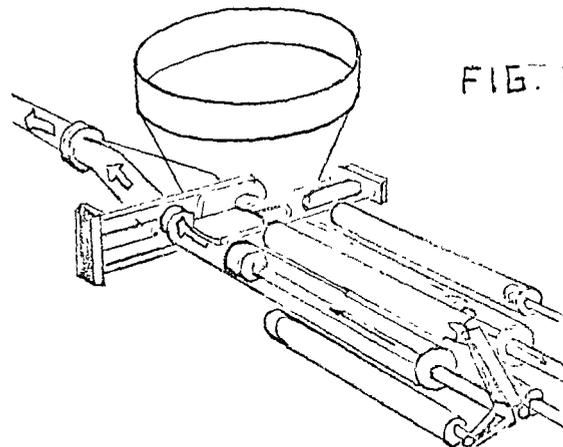


FIG. 17

la firma Schwing tiene dispuestos paralelamente a cada cilindro de arrastre a los dos cilindros hidráulicos, y las bielas de los cilindros de arrastre están unidas a las vielas de los pistones hidráulicos a diferencia de las otras bombas, que los cilindros de arrastre - y los hidráulicos están dispuestos en tandem, estando los embolos de arrastre unidos entre sí por medio de una biela con el embolo del cilindro hidráulico. (Fig. 19).

3. BOMBAS POR IMPULSION NEUMATICA

En 1907 G.A. Wayse intentó transportar por tubería concreto impulsado por aire comprimido. Esta bomba consistía en colocar concreto en un recipiente hermético, se inyectaba aire a presión y el concreto se deslizaba por el recipiente saliendo finalmente por la tubería de transporte. (Fig. 83).

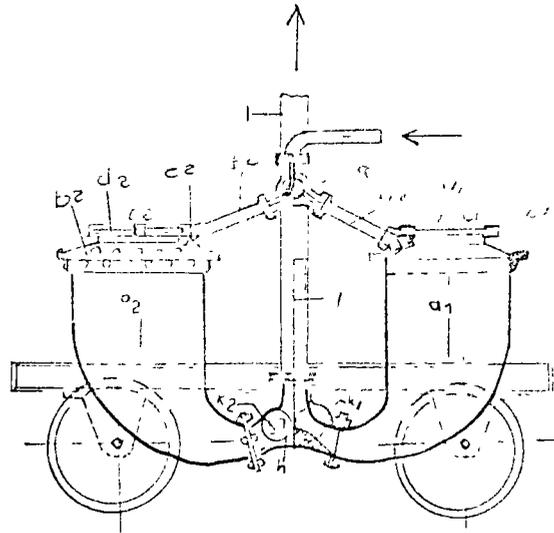
Por la continuidad del transporte Wayse colocaba varios recipientes alternativamente con la tubería de presión. Este método no dió buenos resultados en la obra.

En 1915 la Ransome Concrete Machine y Co. sacó la máquina "Johny" la que trabaja según un proceso dinámico en contraposición a Wayse con un proceso estático. (Fig.- 84).

Esta bomba con un tornillo dispuesto horizontalmente transporta el concreto hasta una abertura de expulsión y este es arrastrado por el aire a presión, que entra por una tubería situada debajo del recipiente. (Fig. 84).

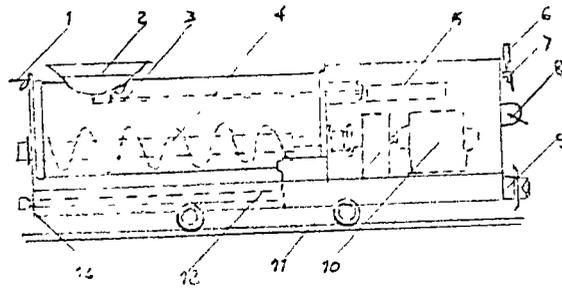
El aire a presión es producido por una caldera que se adapta al sistema de cualquier dispositivo anteriormente descrito.

Estas bombas se siguieron perfeccionando obteniendo mejores rendimientos, pero básicamente trabajan con el mismo sistema.



- a - Caldera.
- b - Tapa acera
- c - Abertura
- d - Tapa de Cierre
- e - Conexión de aire
- f - Tuberia de aire
- g - Grifo Triple
- h - Cierre
- i - Tuberia cerrada
- k - Grifos
- l - Entrada Aire

FIGURA 8.3



- 1 - llave aire
- 2 - Imbudo carga
- 3 - Corredera
- 4 - Tornillo
- 5 - Corredera
- 6 - Manómetro
- 7 - llave corredera
- 8 - Fábrica cambios
- 9 - Conexión
- 10 - Motor
- 11 - Caja cambios
- 12 - llave aire
- 13 - Entrada aire

Se pueden distinguir dos formas de transporte neumático de concreto y estas son:

1. La entrada de aire es regulada en tal forma que la presión crece a ritmo lento y uniforme, hasta una determinada magnitud que es la que necesita para el transporte, al disminuir fuertemente la presión indica que el concreto llegó al final de la tubería y empieza a salir. Se debe cerrar la entrada del aire para que entre otra carga de concreto, y así sucesivamente, a este sistema se le llama, transporte por cargas sucesivas.

2. El concreto es impulsado de la caldera y una vez que se queda vacía se ventila y se carga nuevamente. En este caso queda una columna de concreto dentro de la tubería que será la que tenga que vencer la presión de la caldera.

BOMBAS EN GENERAL

Una recomendación que hace G. Beyer como fines principales de una bomba de concreto:

A. Transporte continuo con la finalidad de disminuir la fuerza de aceleración sin el empleo de un tubo de sifón y régimen uniforme para la carga.

B. Cuidar que el recorrido del concreto dentro de la bomba no forme obstáculos, si es posible igualar el diámetro de la tubería con el del cilindro.

C. Controlar las revoluciones de la máquina para adaptar el trabajo de la bomba con la necesidad de cada momento.

D. Bomba de construcción sencilla.

CONCRETO PARA SER BOMBEADO.

El concreto que se necesita para bombeado debe tener las siguientes características:

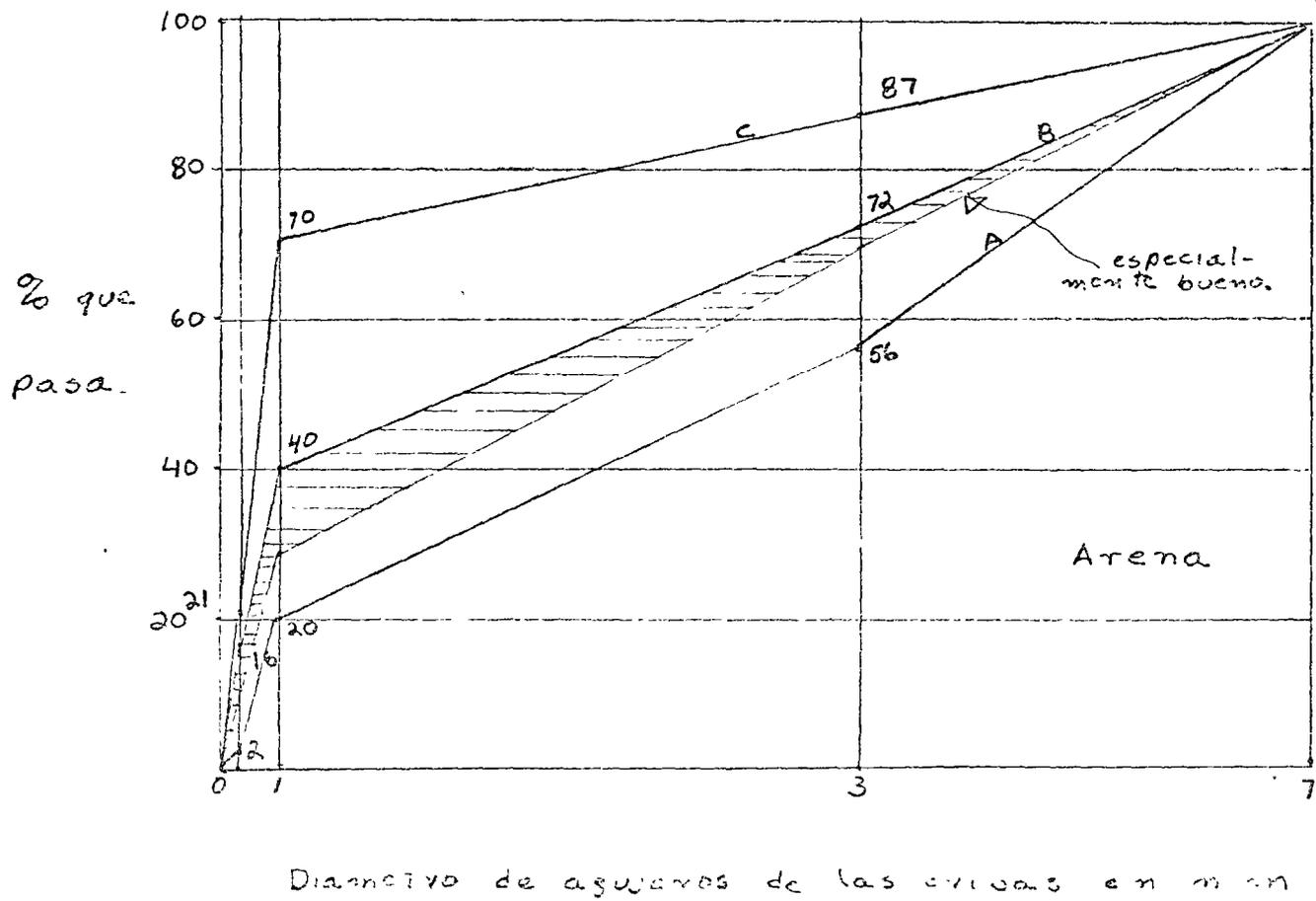
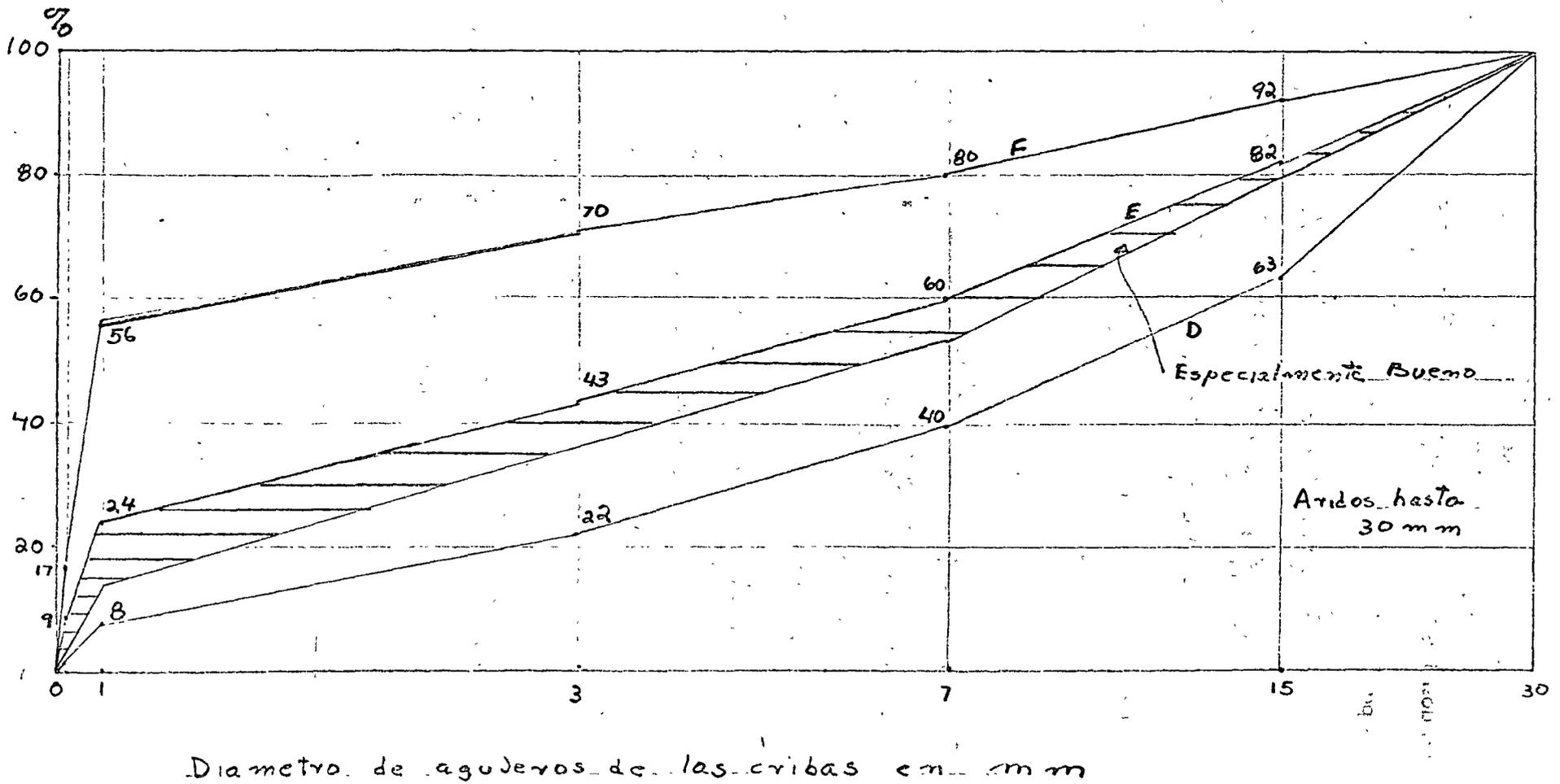


FIG. 5-1

FIG. 5-2



10 L

La dosificación que tenga debe ser tal que permite formar una película lubricante en las paredes de la tubería, la cantidad de lechada debe ser tal que cubra cada grano, se recomienda que un concreto para ser bombeable debe tener un contenido de finos de 350 a 400Kgrs. por m^3 , este contenido de finos y una buena relación agua cemento producen una película lubricadora y la eficiencia del bombeo será mayor.

Se ha estudiado diferentes composiciones granulométricas y las ideales para concretos bombeables son las que según DIN 1045 marca dentro de la zona especialmente buena. (Fig. 5).

Esto debe a que se necesita una menor porcentaje de finos para envolver a cada uno de los granos mayores, la mejor zona según estas gráficas entre las curvas E y D.

También la forma del arido en un concreto es un factor que interviene en la facilidad del bombeo, por ejemplo un arido con grava plana o material de machaqueo - necesita un mayor porcentaje de finos para cubrir toda la superficie del grano.

La consistencia del concreto es otro factor que importa para un bombeo. Como puede verse un concreto seco y que tenga un revenimiento de 2 - 6cm difícilmente puede ser bombeable dada la rigidez que tiene.

Un concreto de consistencia un poco seca a fluida con una medida de ensanchamiento de 36-42cm. con revenimiento de 8-15cm. es apto para bombeo pues se aprecia que sus partículas están ligadas y permanecen así durante el bombeo.

El concreto fluido con un ensanchamiento de 42-50cm. es bombeable, pero presenta dificultades como es el sangrado de la segregación de los materiales precisamente por estar tan fluido y esto trae como consecuencia atascos en la tubería. El motivo está en la alta proporción agua-cemento que forma una película lubricadora --

que no soporta la alta presión de empuje, esta se rompe haciendo que el concreto pierda su plasticidad.

La relación agua cemento adecuada para que un concreto sea bombeable es de 0.4 - 0.6, dependiendo de la calidad de los materiales que lo van a componer.

ADITIVOS .

Los aditivos más comunmente usados para hacer un concreto bombeable son los que dan una mayor plasticidad al concreto y los inclusores de aire. Existen otros aditivos pero los que más interesan son los antes mencionados, para dar una característica al concreto para ser aptos para el bombeo.

Cuando se usa el aditivo plastificante el concreto debe tener o cumplir las siguientes condiciones:

1. El porcentaje de finos debe permanecer igual para que se forme nuevamente la película lubricadora.
2. La granulometría debe permanecer igual.
3. El concreto no debe sangrar.
4. Los plastificantes empleados no deben de ser si es posible aereantes. Esto trae como consecuencia un bajo rendimiento de la bomba y aumenta el desgaste.
5. La tubería no debe ser larga.

El concreto de aereantes desarrolla o genera facilmente pequeñas burbujas de aire (microsporas).

Las bombas de aire producidas artificialmente pueden influir en determinadas veces en el bombeo del concreto, esto es que se produce una camara o colchón y la capacidad de la bomba queda reducida a cero.

Todo mezclado en revolvedoras de ser intenso para que se obtenga un concreto homogéneo y no que el agua y el cemento no se mezclen bien y se produzca el sangrado.

TUBERIA.

La tubería que se emplea perfectamente es de acero de alta calidad sin soldaduras.

Está compuesta por tubos rectos y codos que son unidos con bridas.

Las longitudes más comunes para tubos rectos son de 0.5-1-2 y 3 metros. Pueden utilizarse largos mayores pero dado el peso que tienen son de poca manejabilidad.

Los codos son de 15° - 30° - 60° y 90° con radio de uno o dos metros y las hay de 0.5 metros también se usan tubos de tajadera con cucharilla plana de cierre, tubos de descarga lateral, tubos curvos de retención y tubos reductores para diámetros nominales menores, tubos de soplado con conexión, para el aire comprimido (se usa para limpieza de tuberías) y recogedora de bolas para colocar al final de la tubería.

Para terminaciones flexibles pueden colocarse al final de la tubería mangueras de goma.

Los diámetros más comunes son de 180mm., 150mm., 125mm., 100mm., y 80mm. La selección del diámetro de la tubería depende de:

1. Tamaño y tipo de la bomba
2. De la longitud y altura de elevación exigidas
3. De las características del concreto
4. Del tamaño de los aridos.

1. En general la tubería mínima depende del diámetro del cilindro receptor de la bomba por ejemplo: para 150mm de diámetro del cilindro receptor, el diámetro mínimo posible de la tubería es de 80mm.

2. Se escoge el diámetro nominal mayor que se puede tener según el cilindro receptor por ejemplo: para 180mm de cilindro receptor se recomienda una tubería de 150mm.

Las grandes distancias de transporte exigen grandes diámetros de tubería.

Para el caso de elevación de concreto con tubería se elige un diámetro nominal pequeño para que el peso de la columna de concreto dentro de la tubería sea pequeño.

3. En el interior de la tubería, la masa de concreto se deforma, al reducirse el diámetro. Para que se produzca esta deformación es necesario una fuerza que depende en gran medida de la consistencia del concreto. Un concreto con una medida de ensanchamiento que sea menor de 36cm. no puede ser bombeada en una tubería de diámetro pequeño.

4. Una regla comunmente usada es la que el diámetro de la tubería es tres veces el diámetro máximo de los aridos. En la práctica se ha observado que un concreto con granulometría 0-30 puede ser bombeado sin dificultades en una tubería de 80mm.

El usar tubería de diámetro pequeño representa en ciertos casos una ventaja.

a. Los costos de adquisición son inferiores.

b. La distribución de concreto con mangueras de goma al final de la tubería es más fácil ya que el contenido de concreto en la tubería es menor.

c. La inclusión de aire no afecta tanto en el volumen reducido de la tubería.

d. En el caso del sangrado del concreto no se produce segregación tan fuerte.

e. Se puede bombear concreto con menor contenido de cemento y una relación agua cemento más alta.

Para colocar la tubería debe evitarse en lo posible los cambios de dirección. Dejar cuando sea posible una distancia de 10 metros de tubería horizontal a la salida de

la bomba hasta el primer cambio de dirección especialmente cuando se tiene una columna vertical de concreto en la tubería, ya que este tramo sirve de contrapeso en la columna.

Evitar en lo posible disponer tuberías inclinadas, no colocar tubos de más de tres metros de largo ya que como dijimos anteriormente son poco manejables. En la unión de tubo de una línea, checar que las juntas de goma estén en la ranura que se forma. La tubería debe montarse de tal forma que se pueda quitar fácilmente algunos tubos para distribuir el concreto en otros sentidos o bien añadir más tubos. Las tuberías ascendentes o descendentes se deben sujetar a la estructura del edificio, esta sujeción debe ser sencilla. En los cambios de dirección debe reforzarse el codo para que no soporte todo el peso él solo.

La limpieza de la tubería es de mucha importancia en un bombeo ya que si esta no se efectúa en una forma correcta, quedan partículas que después obstruyen el transporte y provocan atascos en la tubería cuando se vuelve a usar.

La limpieza se puede efectuar con una bomba de agua o aire comprimido.

Cuando se limpia con agua se coloca un tapón de papel humedo entre la bola de limpieza y el concreto, el tapón sirve para impedir que el agua lave la lechada que sirve para lubricar la pared de la tubería.

Cuando se usa aire comprimido se desconecta el tubo de la bomba, se coloca el tubo de soplado que lleva conexiones para aire comprimido y agua, se introduce una bola de hule espuma y enseguida un tapón con papel humedo, se le conecta al final del tubo un recogedor de las bolas de hule espuma, se aplica al aire comprimido que hace que se desplace el tapón y vaya limpiando las paredes del tubo hasta llegar al recogedor que impide que salga disparada la pelota de hule espuma con el tapón de papel humedo.

Este papel tiene como misión proteger a la pelota de hule espuma y evitar que el aire comprimido pase a la columna de concreto.

Para limpiar los restos de concreto que pudieran quedar se colocan dos bolas de goma entre las cuales se forma una cámara de agua.

Existen también bombas con una pluma que se eleva a base de gatos hidráulicos. Esta bomba es muy versátil dada la maniobrabilidad de su tubería o pluma, donde se eliminan muchos problemas como vimos anteriormente.

La tubería se monta sobre la pluma y en los dobleces que efectúa la pluma se coloca tubería de goma para dar elasticidad en este punto.

Para empezar el bombeo es necesario poner en la bomba una mezcla lubricadora, que puede ser de agua cemento o agua cemento arena, antes del concreto para bombear. Esta mezcla lubricadora es muy importante ya que de no ponerse, el concreto pierde agua que utiliza en vencer la fricción del tubo y se produce un atasco.

Para tuberías de 50m. de largo se puede hacer una mezcla lubricadora de agua cemento, con 100kg. de cemento, para tuberías de más de 50m. con 150Kgs. y para más de 100m. de largo 200Kgs.

Para una mezcla de agua cemento arena se dice que para 100m de longitud necesitan de 350 a 500 litros de lechada con una proporción 2:1, para más de 200 metros de largo de 750 a 1000litros.

Los atascos no deben ser comunes en un bombeo pero se presentan casi siempre por los siguientes factores;

1. Concreto que sangra
2. Concreto de consistencia fluida o dura.
3. Concreto con una granulometría inadecuada.

4. Concreto con un porcentaje pequeño de finos
5. Concreto con exceso de aditivos
6. Concreto de fraguado muy rápido

III. COLOCACION DEL CONCRETO

Se puede escoger un sistema de colocación adecuado según las necesidades y recursos de la obra de que se trate. Este debe ser un buen trabajo ya que si queda mal una demolición es muy costosa o puede presentarse una falla en el elemento de que se trate. Es tan delicada la colocación que puede nulificar cualquiera de las características del concreto.

Se debe tener en mente que para la colocación del concreto se debe llevar a cabo un sistema adecuado y no el más económico, ya que por mucho ahorro que haya no es comparable con una corrección en el concreto.

Se debe tomar en cuenta para escoger el sistema de colocación la mezcla y las condiciones de la obra.

De la mezcla se debe conocer tamaño máximo de agregado, la relación arena-grava, revenimiento, el tipo de cemento, el contenido de aire, el aditivo usado para reducir el contenido de agua o dar cualquier otra característica del concreto. Estos detalles se deben conocer para evitar a toda costa que no se presente el más clásico de los males del concreto, que es la segregación de materiales. Este se presenta generalmente en el punto de descarga de cualquier tipo de transporte que se trate; la segregación que se presenta en una etapa muy difícilmente se elimina en la siguiente por eso se debe diseñar una mezcla adecuada y vigilar que la descarga sea regular,

que ésta se verifique verticalmente y reduciendo la vibración que ocurre en ciertos medios de transporte de concreto.

En algunos transportes de concreto se pierde el mortero o pasta de cemento, debido a la gran superficie de contacto entre concreto y pared del transporte, lo que trae como consecuencia un concreto más duro que presenta mayor dificultad para colocarlo y vibrarlo. Debe estar equilibrada la velocidad de colocación con la velocidad de fabricación del concreto para evitar que se presente una junta fría.

El termino colocación lo podriamos enunciar como la operación de depositar y acomodar el concreto de una manera tal que se logre el mínimo de vacios.

El revenimiento que debe tener el concreto debe ser aquel que el estructurista haya especificado y no el que el productor del concreto o el fabricante de una máquina etc. nos fije.

Se debe tener especial cuidado que el concreto quede depositado en el lugar definitivo y no transportarlo con vibradores o por sí solo. La descarga como dijimos anteriormente debe ser vertical, el uso de deflectores, trompas de elefante, embudos, etc., es el adecuado para evitar que el concreto se cribe a través del acero de refuerzo, ni debe tener grandes alturas de caída para así evitar la segregación.

El concreto debe quedar colocado como una masa homogenea y libre de porosidades, para realizar esto es indispensable tener el mayor de los cuidados para evitar problemas.

De una buena colocación depende: que no se desplace la cimbra ni el acero de refuerzo del lugar donde debe quedar, lograr una buena adherencia entre las diferentes capas en que se va colocando el concreto, que se eliminen las grietas debidas al encogimiento de dicha masa, y dejar una buena apariencia.

FORMA DE DEPOSITAR

Este depósito debe ser siempre por capas horizontales cercanas a su localización final para que cuando fluya el concreto por la aplicación de vibradores se evite la segregación, consolidación y planos inclinados debiles. La altura de cada capa depende del tipo de trabajo, pero generalmente son de 15 a 30 cm.

Colocar una capa sobre otra hace que el concreto sea mas uniforme y se debe buscar que el concreto para quedar capa sobre capa esté en un estado plástico para que la adherencia sea mayor.

Cuando se hace un corte de colado el concreto nuevo debe lanzarse contra el colado previo para lograr una buena adherencia en dicha junta de colados. Cuando se trate de un elemento inclinado se debe ir colocando el concreto de abajo hacia arriba para que lo que va fraguado pueda sostener las capas altas.

El colocar concreto debe programarse para realizarse lo más rapidamente posible y en caps que puedan vibrarse lo suficiente. Es recomendable avanzar un colado de los extremos hacia el centro.

En columnas muy altas se debe abrir ventanas que pueden ser a la mitad del tramo de colado de dicha columna y por la que se debe vaciar el concreto e introducir el vibrador para lograr un buen depósito del concreto. Cuando se abren ventanas en muros tiene sus inconvenientes que pueden ser que el concreto se desplaza sobre sí mismo y se produce la segregación, una solución sería: abrir varias ventanas por el lado que no es aparente el muro, pero un inconveniente es el volver a cerrar las ventanas y que generalmente sale la lechada por las juntas de estas.

LLUVIA.

Cuando esta se presente una solución es cubrir los elementos colados y el concreto que se va a colar y esperar a que pase la lluvia. Otras soluciones son: si la lluvia ya ha empezado se fija el corte del colado, si se continua el colado en la lluvia se hará concreto con menor revenimiento, hay que evitar los encharcamientos drenandolos convenientemente, cubriendo el área de trabajo con lonas o plásticos, otra sería inclinar la superficie del concreto para drenar el agua y como último siendo una emergencia, suspender el colado aunque se desperdicie el concreto y hacer una junta de colado, que demoler una parte por baja resistencia.

Si llueve constantemente se dispondrá una estructura móvil para cubrir el área de colado.

PERDIDA DE CONSISTENCIA.

El concreto es una mezcla de áridos con un componente químico que es el cemento que reacciona con el agua.

El revenimiento, es una medida de la consistencia y trabajabilidad del concreto, este se ve afectado por:

1. Agitado: dejándose de agitar el cemento reacciona y provoca la cadena de gel y endurezca.
2. Temperatura: Por la agitación se produce el roce entre partículas, este y la reacción del cemento elevan la temperatura y hacen que se evapore el agua y afecte el revenimiento.
3. Evaporación: al dejar de agitarse y elevarse la temperatura hace que se evapore el agua y afecta el revenimiento.

4. Tiempo: la reacción del cemento se hace a través del tiempo.

Cuando se tenga un revenimiento muy bajo este se puede deber a los factores antes descritos y si se trabaja con concreto premezclado el laboratorista regresará a la olla por no cumplir con la especificación de revenimiento, esto trae como consecuencia un retraso en la obra.

Si el laboratorista supiera cual fué el motivo del revenimiento que dió, se daría cuenta que con solo añadir el agua faltante a costa de bajar un poco la resistencia, solucionaría el problema, también se puede presentar fraguado fácil que se produce a los 3 ó 5 min. de ponerse en contacto con el agua el cemento, se debe a la presencia de yeso de París en el cemento y esto se evita mezclando o agitando más el concreto, en este caso no se agrega agua pues el mal es temporal.

Cuando el revenimiento es muy alto se rechaza el concreto, pero es más conveniente hechar 1, 2 o 3 bultos de cemento a la olla que retrasar la obra.

El mayor problema del concreto premezclado es la consistencia entre el mezclado y la colocación.

El control de la consistencia es difícil ya que no se conoce hasta que es descargado, sin embargo, la variación en el revenimiento puede disminuir si se cumple con lo siguiente:

1. Que no haya variación en la granulometría, y humedad en los agregados.
2. Manejos adecuados.
3. Control de la cantidad de agua mezclada.
4. Conexión telefónica entre planta y camión para hacer fáciles cambios de revolutura

Se ha observado que aproximadamente en 6 hrs. de tiempo entre fabricación y entrega del concreto, y cuando no se necesita más agua para mantener trabajable el concreto no hará efecto en la resistencia de este pero si se agrega agua la resistencia variara.

La especificación sobre concreto premezclado permite la entrega desde la fabricación en una y media hrs. y sin embargo bajo condiciones favorables de temperatura se puede permitir 2 a 3hrs.

IV. CONCRETO Y COLOCACION EN CLIMAS CALUROSOS

Lo más común es que la evaporación del agua del concreto se produzca rápidamente y esto provoca el agrietamiento de la capa de concreto. Debemos protegerlo durante y después de la colocación y operaciones de terminado de manera que la reacción química no se frene, un secado rápido puede provocar problemas como la reducción de la resistencia y como dijimos anteriormente la aparición de grietas plásticas debidas a la contracción.

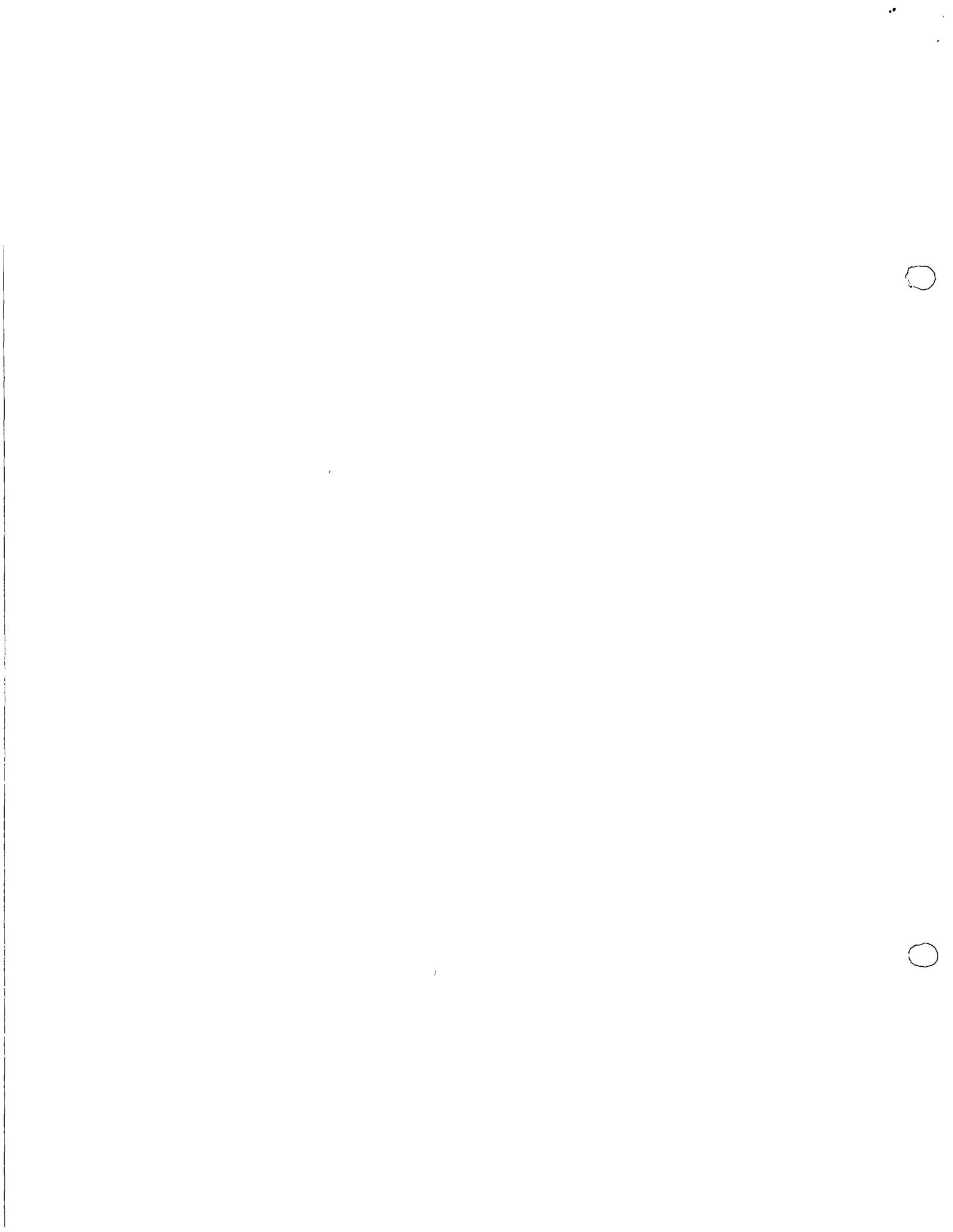
La velocidad de la evaporación del agua del concreto depende de:

1. Temperatura del aire.
2. Humeada relativa
3. Velocidad del viento.

Pequeños cambios de estas condiciones pueden provocar efectos pronunciados en la velocidad de evaporación, sobre todo si ocurre simultaneamente según fig. 1, 2 y 3.

Se observa que hay una gran pérdida de agua cuando la humedad relativa es baja, cuando la temperatura sea alta o cuando la velocidad del viento sea alta.

La combinación del tiempo caluroso, seco y vientos fuertes ocurre normalmente en los meses de verano por lo que es conveniente en estos meses se tenga especial cuidado con la evaporación del agua del concreto.



PERDIDA DE AGUA g/cm²/h

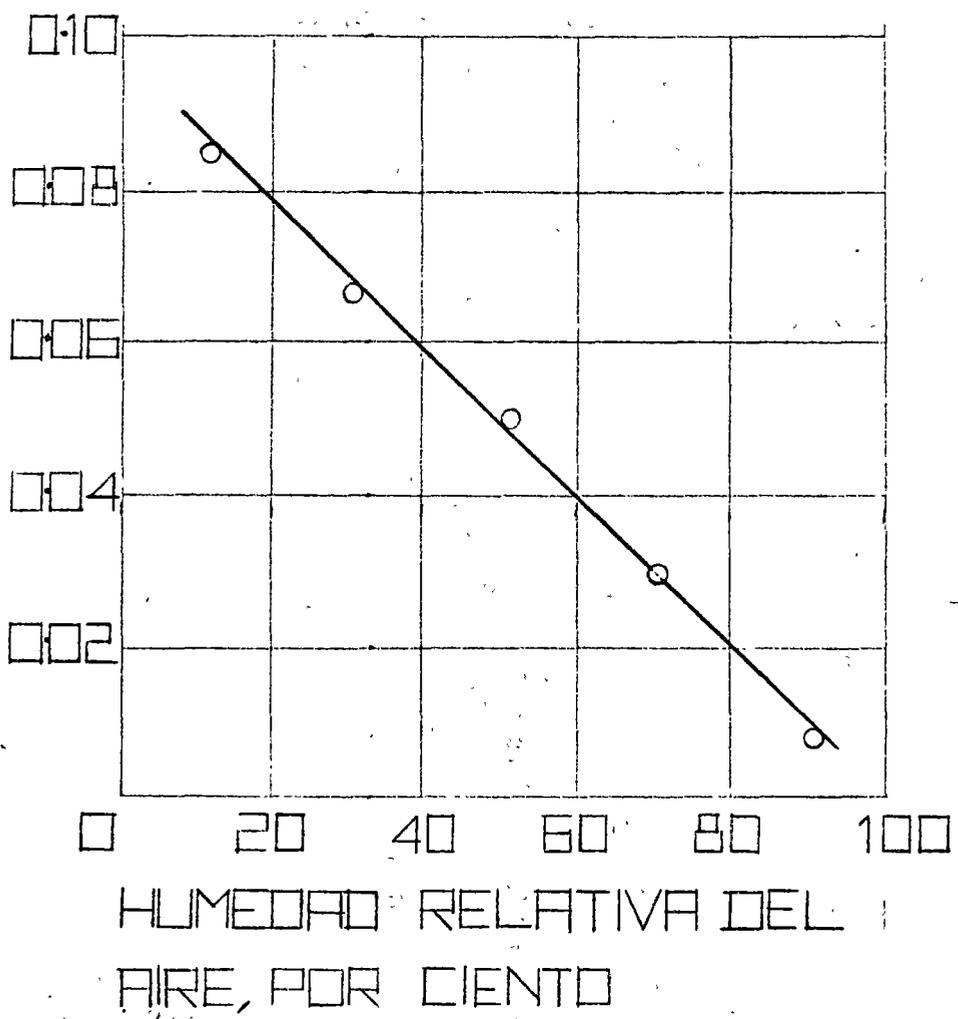


FIG-1: INFLUENCIA DE LA HUMEDAD RELATIVA SOBRE LA PERDIDA DE AGUA DEL CONCRETO (TEMPERATURA DEL AIRE 21° C : VELOCIDAD DEL VIENTO 16 K/h)

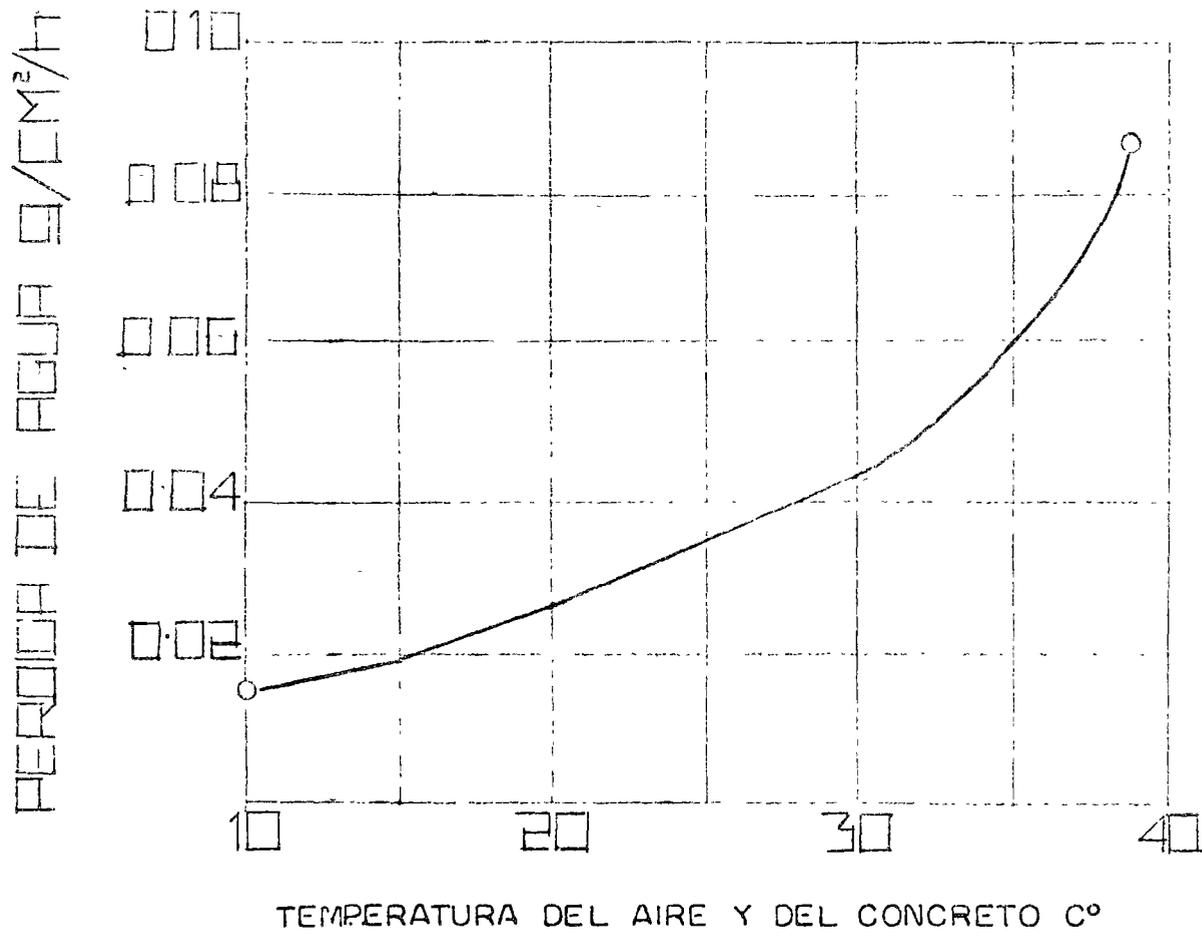


FIG-2 INFLUENCIA DE LA TEMPERA. DEL AIRE Y DEL CONCRE-
TO SOBRE LA PERDIDA DE AGUA EN CONCRETO

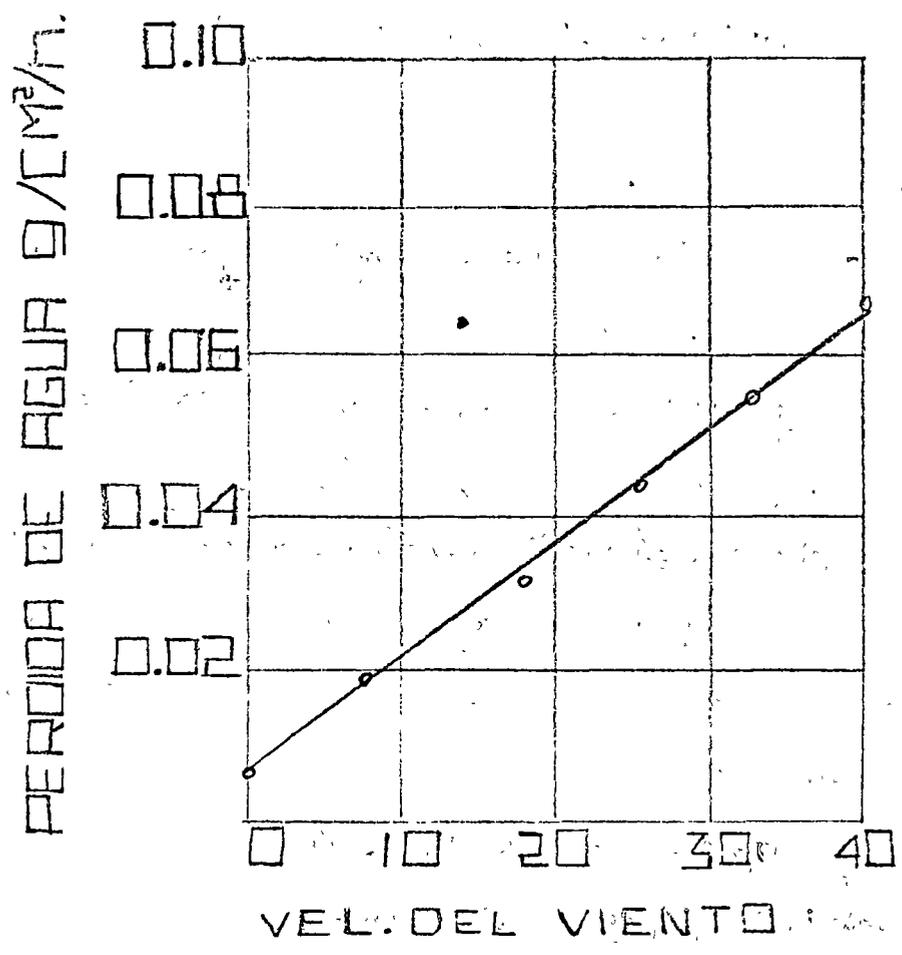


FIG-3 -- KM/H

La temperatura del cemento tiene un efecto minoritario ya que el bajo calor específico del cemento y la cantidad relativa del cemento en la mezcla no hace que influya mucho su temperatura.

Aunque ciertas especificaciones limitan la temperatura que debe tener el cemento -- creemos recomendable especificar una temperatura máxima del concreto fresco y no la de la temperatura de los ingredientes para tener una mejor previsión de este aspecto se puede recomendar:

1. Planear y fijar fecha de los colados que van a realizar y con la ayuda de agencias climatológicas conocer la temperatura, velocidad del viento, humedad relativa, para ver el equipo que se va a utilizar.
2. Contar con suficiente agua para regar sub-bases, cimbra, agregados y para el curado.
3. Tener láminas de algún material para proteger del viento y dar sombra.
4. Que la colocación esté bien organizada para no tener retrasos.
5. De ser posible empezar los trabajos al final de la tarde ya que hay menor temperatura y los vientos son más bajos.
6. Enfriar los agregados dándole sombra, regándole agua para que la evaporación que haya haga disminuir la temperatura del material.
7. Si es posible usar hielo como parte del agua del mezclado para disminuir fácilmente la temperatura de la mezcla.
8. Regando al rededor de donde va a colar, aumenta la humedad relativa, esto no reduce la temperatura del concreto pero ayuda a que no sea tan fuerte la evaporación durante la colocación.

9. El acabado que se tenga que dar a la superficie del concreto debe realizarse lo más rapido posible.
10. Cubrir temporalmente el concreto para que se conserve humedo.
11. Curar el elemento del concreto lo más rapido posible para que la superficie tenga la suficiente resistencia para soportar las membranas de curado porque el agua además enfría el concreto.

El muestreo del concreto debe hacerse en un lugar con sombra que esté humedo y conservar los cilindros un día y ser enviados al laboratorio para que sea curado totd mente. En cietas ocasiones se usa aditivo retardador del fraguado del concreto. Algunos reductores de agua son convenientes siempre que no afecten la resistencia y propiedades del concreto.

CLIMA FRIO

En los meses de invierno se debe tener precaución al respecto, ya que una temperatura menor de 7°C puede crear trastornos especialmente en el período inicial del curado.

Se debe estar previsto para que no se presenten dificultades con la baja temperatura del ambiente y evitar el congelamiento del concreto. Para que no pase lo anterior se puede calentar los materiales del concreto o formar camaras para mantener una temperatura favorable.

El costo de estas medidas para proteger el concreto es elevado pero son inevitables en el caso de temperaturas muy bajas.

Un resultado muy curioso es que los concretos colocados a bajas temperaturas por arriba del congelamiento, pueden tener una resistencia mayor que los concretos colocados a temperaturas mayores pero queda implícito que el curado en temperaturas bajas se debe mantener durante más tiempo.

La temperatura afecta la velocidad de endurecimiento de l concreto, y la velocidad de hidratación del cemento, las temperaturas bajas retardan el endurecimiento y la ganancia de resistencia del concreto.

A temperaturas de 21°C la resistencia a temprana edad es baja, pero en edades siguientes se incrementa considerablemente. Los concretos hechos y curados a una temperatura de 15°C tienen una consistencia^{ms} baja a edades tempranas, pero a las edades subsecuentes su resistencia es mayor que la de los concretos hechos y curados a temperatura de 21°C.

Para evitar que el agua del concreto se congele y esta se expanda destruyendo la masa del mismo, se debe buscar:

Utilizar la menor cantidad de agua.

Utilizar un agente inclusor de aire.

Lo más importante es utilizar un cemento de rápida resistencia, para que soporte el -- congelamiento y la expansión del concreto.

Se pueden combinar varias alternativas para lograr un concreto con rápida resistencia.

La primera sería, como dijimos anteriormente, cemento de rápida resistencia, otra sería emplear mayor cantidad de cemento, utilizar temperaturas altas de curado e inclusive curado a vapor.

El usar acelerantes químicos del fraguado no es lo más recomendable y no se debe confiar en ellos para evitar la congelación del concreto.

El cloruro de calcio es el más empleado para acelerar el fraguado y se recomienda usar un 1% del peso del cemento cuando se tiene menos de 7°C.

Utilizar más del 2% puede tener consecuencias muy graves como son, un fraguado mucho más rápido, incremento del encogimiento por secado, corrosión del acero de refuerzo y otros.

El cloruro de calcio y aditivos que lo contengan nunca deben ser usados en concreto presforzado, ni debe ser usado en concreto con aluminio embebido ya que lo corroe fácilmente, ni debe ser usado para concretos que estén en contacto con suelo o agua que contengan sulfatos.

El congelamiento de un concreto afecta la resistencia al intemperismo y la impermeabilidad de este concreto nunca será igual que la de los concretos que no hayan sido congelados.

Recomendaciones para el Colado:

Contar con suficientes calentadores, materiales aislantes, tener cemento RR. Es recomendable calentar los materiales para que al menos el concreto tenga una temperatura de 15°C cuando se esté colando.

Si la temperatura del aire está entre 0°C y 7°C es recomendable calentar el agua de mezclado y cuando la temperatura es inferior a los 0°C se debe calentar tanto el agua de mezclado como la arena y en algunos casos el agregado grueso. No debe usarse agregados congelados o viceversa los agregados no deben sobrecalentarse y la temperatura máxima del agua debe ser de 55°C.

El concreto nunca debe ser colocado sobre suelo congelado.

Siguiendo las indicaciones anteriores con respecto a aditivos que contengan cloruro

de calcio y después que se ha colocado el concreto, deberá conservarse una temperatura de curado de 21°C durante los 3 primeros días ó 12°C en los 5 primeros días, si se usa cemento normal, pero si se usa cemento RR los 21°C pueden ser en los 2 primeros días y los 12°C en los 3 primeros días y no permitir durante los 4 días siguientes que se congele el concreto.

Se debe estar checando cual es la temperatura ambiente para cuando sea necesario se pueda acondicionar una cámara o cámaras para conservar una buena temperatura de curado.

Las cámaras pueden ser de madera, plástico papel impermeable, etc., donde debe circular aire humedo y caliente para no reseca el concreto.

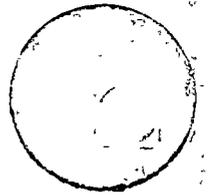
El mejor método para curado en climas fríos es el curado a vapor, ya que éste proporciona calor y humedad.

El curado a edad temprana con membrana, podrá ser usado en una superficie de concreto que esté dentro de cámaras calentadoras, pero es recomendable curar previamente con agua o vapor y después colocar la membrana.

El utilizar braseros que producen bioxido de carbono que se combina con el hidróxido de calcio en el concreto fresco, tiene sus desventajas pues forma una capa débil de carbonato de calcio y este provoca que la superficie del concreto se desgaste fácilmente, para este fin no se debe usar más de 36hrs., o si se utiliza más tiempo, se debe ventilar bien la cámara que conserva la temperatura.



centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS
DE CONCRETO

EFFECTOS DE REVIBRADO DEL CONCRETO

ING. FRANCISCO CANOVAS C.

Effects of Revibrating Concrete*

By C. A. VOLLIKT†

SYNOPSIS

Tests were made to determine the effect of revibration at intervals of 1 to 4 hr after placing on properties of hardened concrete. Results show effect of vibration on compressive strength of concretes designed with varying cement contents and different admixtures. Effect on bleeding and hardening time is also given.

INTRODUCTION

Vibration of concrete has been the subject of many papers and individual research reports. Most writers agree that vibration has been one of the most important developments in placing high quality concrete. Much less is known about revibration, and many engineers have expressed the opinion that partially set concrete should not be disturbed.

The first reported experience with revibration occurred during World War II. The American Bureau of Shipping supervised the design and construction of several concrete tankers and cargo ships, and revibration is credited with having removed water entrapped beneath longitudinal reinforcement, and increasing bond of concrete to reinforcing steel. It is also reported that revibration was used in the construction of New York City's Pier 57 and the Tappan Zee Bridge. A set retarder was used in the concrete in these structures so that each lift of concrete could be combined with the underlying lift and form a homogeneous structure without cold joints.¹

This paper reports on tests made to determine some of the effects of revibration at predetermined intervals after placing on the properties and appearance of plastic and hardened concrete. Ready-mixed concrete was used in one set of tests. Two series of mixes were made in the laboratory, one containing 4½ sacks, the other containing 5½ sacks of cement per cu yd. Mixes in each series of tests included plain concrete, air-entrained concrete, set-retarded concrete, and concrete containing both an air-entraining agent and a retarder.

MATERIALS AND CONCRETE MIXES

Ready-mixed concrete

Concrete obtained from a local ready-mixed concrete plant was placed in wood boxes measuring 1 x 1 x 2 ft and vibrated. The period of vibration was varied from 6 to 60 sec; from

*Received by the Institute Mar 7 1957. Title No. 54-39 is a part of copyrighted JOURNAL OF THE AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, V. 29, No. 9, Mar 1958, Proceedings V. 54. Separate prints are available at 50 cents each. Discussion (copies in triplicate) should reach the Institute not later than June 1, 1958. Address: P. O. Box 1774, Bedford Station, Detroit 16, Mich.

†Member American Concrete Institute, Research Engineer, Sika Chemical Corp., Passaic, N. J.

observations of the effect on the concrete, it was decided that 40 sec was sufficient to consolidate the concrete.

Four mixes of 1 cu yd each, were obtained from the ready-mixed concrete plant. All contained natural sand, New Jersey crushed traprock graded to 1-in. maximum size, and approximately 6 sacks of Type I cement per cu yd. The plant obtained aggregates from more than one source, and materials used in the mixes were not identical.

Water was adjusted at the site to provide 3-in. slump. Three of the mixes contained admixtures which were added to a portion of the mixing water. Mix 1 did not contain an admixture; a set retarder was added to Mix 2; Mix 3 contained an air-entraining agent and a set retarder; and Mix 4 contained an air-entraining agent. The concrete plant added hot water to the air-entrained mix and the water required for 3-in slump was therefore above the amount normally required. The air-entraining agent used was a neutralized Vinsol resin solution and the set retarder was of the hydroxi-adipic acid type in solution form. Table 1 summarizes properties of the fresh concrete.

The concrete was mixed 5 min after all water and admixtures were added. Approximately one wheelbarrow load, containing the first concrete discharged from the mixer, was discarded. Slump and air content were then determined and a portion of the concrete was screened through a No. 4 sieve for rate-of-hardening tests. The remaining concrete was placed in 2 ft high boxes which had dividers spaced at 1-ft intervals. Concrete blocks obtained measured 1 x 1 x 2 ft.

Laboratory mixes

Two series of mixes were made in the laboratory, one series containing 4½ sacks cement per cu yd, and one containing 5½ sacks cement per cu yd. Type I cement, crushed traprock graded to 1-in. maximum size, and natural sand were used in all mixes. Aggregate grading was as follows:

Rock		Sand	
Sieve size	Cumulative percent retained	Sieve size	Cumulative percent retained
1-in.	0	No. 4	1
¾-in.	24	No. 8	11
½-in.	70	No. 16	26
¼-in.	95	No. 30	50
No. 4	100	No. 50	81
		No. 100	95
		Pan	100
		Fineness modulus	2.64

The coarse aggregate was sharp and contained little No. 4 to ¾-in. size. Although the gradings were not ideal, the aggregates represented locally available material.

All mixes were proportioned for 3-in. slump. Each series included plain concrete, air-entrained concrete, retarded concrete, and air-entrained concrete with retarder. Vinsol resin air-entraining agent and hydroxi-adipic acid retarder were used, as in the ready-mixed concrete. Table 1 summarizes properties of these mixes.

Before each test mix was made, the mixer was charged with similar concrete and this concrete discarded. All materials were then placed in the mixer and the concrete mixed 3 min. Concrete was discharged into a mixing pan and turned over with a shovel to insure uniformity. Slump, air content, and unit weight were determined. Cylinders (6 x 12 in.) to be used for compressive strength tests were filled in one lift without rodding. Five 2-gal metal containers were filled to a depth of 9 in. in one lift for bleeding tests.

TABLE 1—PROPERTIES OF FRESH CONCRETE USED IN THE TESTS

Kind of concrete	Laboratory-mixed						Ready-mixed					
	4½ sacks per cu yd			6½ sacks per cu yd			6 sacks per cu yd			6 sacks per cu yd		
	None	Air	Retarder	Air and retarder	None	Air	Retarder	Air and retarder	None	Air	Retarder	Air and retarder
Admixture	3%	4	3%	3%	3	2%	3%	2%	3%	2%	3%	3
Slump, in.	1.2	0.1	1.0	5.0	1.1	5.0	1.5	5.1	2.0	4.6	2.6	3.8
Air content before vibration, percent	155.2	146.8	150.9	—	155.0	151.0	155.8	151.0	154	149.6	152.7	150.9
Unit weight of fresh concrete, lb per cu ft	0.75	0.70	0.71	0.61	0.62	0.51	0.58	0.50	0.63	0.63*	0.56	0.54
W/C ratio, by weight												

*100 water

TABLE 2—COMPRESSIVE STRENGTH TEST RESULTS

Cement content, mix type	25-day compressive strength, psi, average of two 6 x 12-in. cylinders						28-day compressive strength, psi, indicated by impact hammer					
	4½ sacks per cu yd, laboratory-mixed			5½ sacks per cu yd, laboratory-mixed			6 sacks per cu yd, laboratory-mixed			6 sacks per cu yd, ready-mixed		
	None	Air	Retarder	Air and retarder	None	Air	Retarder	Air and retarder	None	Air	Retarder	Air and retarder
Admixture	2690	2480	2020	3720	3480	3530	4000	4830	4000	3710	4550	4500
Vibration 40 sec initial, 20 sec revibration at 1 hr	2800	2830	3120	3740	3730	3770	4170	4990	4650	3930	5200	4750
20 sec initial, 20 sec revibration at 2 hr	2650	2860	3200	3820	4130	3900	4330	5350	5000	4070	4800	4900
20 sec initial, 20 sec revibration at 3 hr	2690	2830	3420	4020	3590	4180	4170	5350	4500	3900	4880	4900
20 sec initial, 20 sec revibration at 4 hr	2920	2080	3200	4290	3620	3760	4340	5220	4200	3470	4000	4600

VIBRATION PROCEDURE AND LABORATORY TESTS

Vibration of test blocks

Concrete in the 1 x 1 x 2-ft blocks was vibrated with an electric vibrator operating at a proximately 6000 rpm. The spud was first inserted 3 in. from the front and 3 in. from the right side. The second insertion was 3 in. from the back and 3 in. from the left side. The period of vibration for each insertion was 20 sec.

The first block in each series of tests was vibrated once in each location for a total of 40 sec immediately after the concrete was placed. All other blocks were vibrated once for 20 sec. After 1 hr one block was vibrated in the second location for 20 sec. Other blocks received the second vibration after 2, 3, and 4 hr delay.

The blocks were covered with canvas, kept moist to prevent rapid drying. After 7 days the canvas and forms were removed and the blocks allowed to air dry until 28 days, at which time they were tested with the impact hammer.

Vibration of 6 x 12-in. cylinders

Laboratory-mixed concrete was placed in 6 x 12-in. cardboard cylinder molds in one lift and vibrated with an electrically driven vibrator having a 1-in. spud. Two cylinders in each series received an initial vibration of 40 sec each with one insertion of the vibrator. All other cylinders were vibrated 20 sec with one insertion of the spud immediately after placing, and were revibrated after 1, 2, 3, and 4 hr respectively. Total vibration of each cylinder was 40 sec.

All concrete cylinders were stored in lime water after they had been removed from their molds. They were tested in compression when they were 28 days old.

Rate of hardening of concrete

The hardening time of all concrete was determined by the Proctor needle penetration test.² Concrete was wet-screened through a No. 4 sieve and the mortar placed in five 1-gal metal containers. The mortar in one container was vibrated 40 sec by two insertions of the 1-in. spud vibrator. The mortar in the remaining containers was vibrated 20 sec initially with one insertion of the vibrator. After 1 hr, mortar in the second container was revibrated an additional 20 sec by one insertion of the vibrator; and mortar in the remaining containers was revibrated after 2, 3, and 4 hr respectively.

All containers were covered immediately after wet-screening and remained covered except when the concrete was vibrated or penetration tests were made. Penetration resistance was measured every 30 min until the Proctor needle penetration resistance was 4000 psi.

Bleeding of concrete

Five metal containers measuring 8 in. in diameter and 10 in. high were filled to a depth of 9 in. in one lift with concrete from each mix. Weight of the concrete in each container was determined and the quantity of mixing water present was calculated from the original mix. Concrete in one container was vibrated 10 sec with two insertions of the 1-in. spud vibrator; concrete in the remaining containers was vibrated 20 sec with one insertion of the vibrator. Immediately after vibration, the surfaces of the concrete were lightly troweled.

The containers were covered and placed on blocks so that the front of each container was approximately 2 in. lower than the back. Every 30 min until bleeding stopped, water was removed from containers with a pipette and measured. Concrete in containers which had been vibrated 20 sec initially, was revibrated an additional 20 sec at 1, 2, 3, and 4 hr respectively. After revibration, the bleeding test was continued.

TEST RESULTS**Strength measurement of concrete blocks**

Lines spaced 2 in. apart were drawn across the face of each test block. When the blocks were 28 days old, ten readings were taken with the impact hammer in each 2-in. interval, representing 24 sq in. Approximately 120 readings made on the face of each block were averaged to determine the strength indicated by the hammer.

Strength results as indicated by the hammer are given in Table 2 and Fig. 1. Apparent strength was increased a maximum by revibration at 1 or 2 hr. Revibration at 3 or 4 hr showed less strength gain. Concrete made with en-

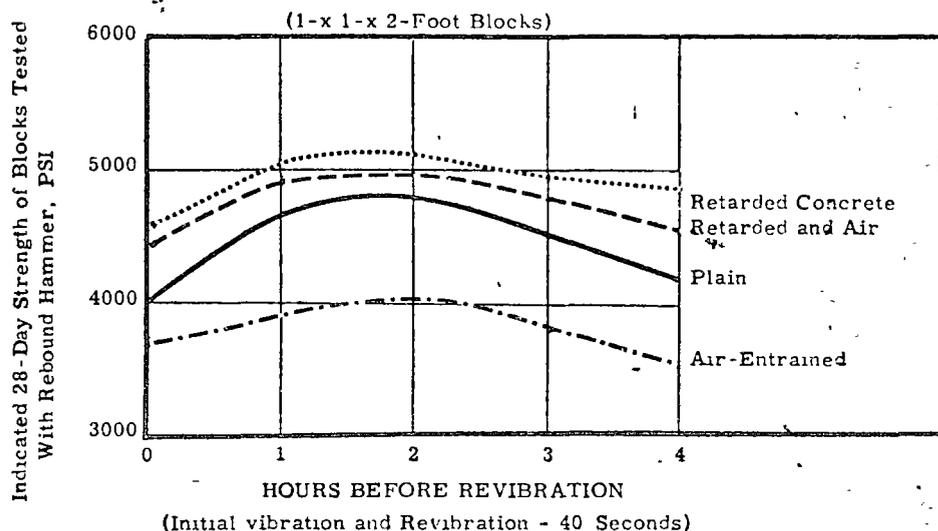


Fig. 1—Effect of revibration on strength indicated by impact hammer

trained air and revibrated at 4 hr had slightly less strength than similar concrete vibrated the same length of time initially. In all other cases revibrated concrete had higher strength. The air-entrained concrete was made with hot water and it hardened more rapidly than the other mixes which may account for the slight strength reduction. Hardening time was measured with the Proctor needle and the vibration limit suggested by Tuthill and Cordon² was reached in approximately 4 hr. Maximum increases in strength resulting from revibration varied from 8.9 to 22.5 percent and averaged 13.9 percent in all of the mixes.

Compressive strength of 6 x 12-in. cylinders

The concrete cylinders were removed from lime water when they were 28 days old. They were capped with a mixture containing three parts rock flour and one part sulfur, and tested for compressive strength according to standard procedure.

Results of the compressive strength tests are given in Table 2 and are plotted in Fig. 2. Revibration produced higher strengths than the same amount of initial vibration. Maximum strength increase resulting from revibration varied from 8.5 percent to 17.1 percent and averaged 14.0 percent for the mixes containing $4\frac{1}{2}$ sacks of cement per cu yd. Maximum strength increase of the $5\frac{1}{2}$ -sack mixes varied from 6.9 percent to 18.7 percent and averaged 13.7 percent.

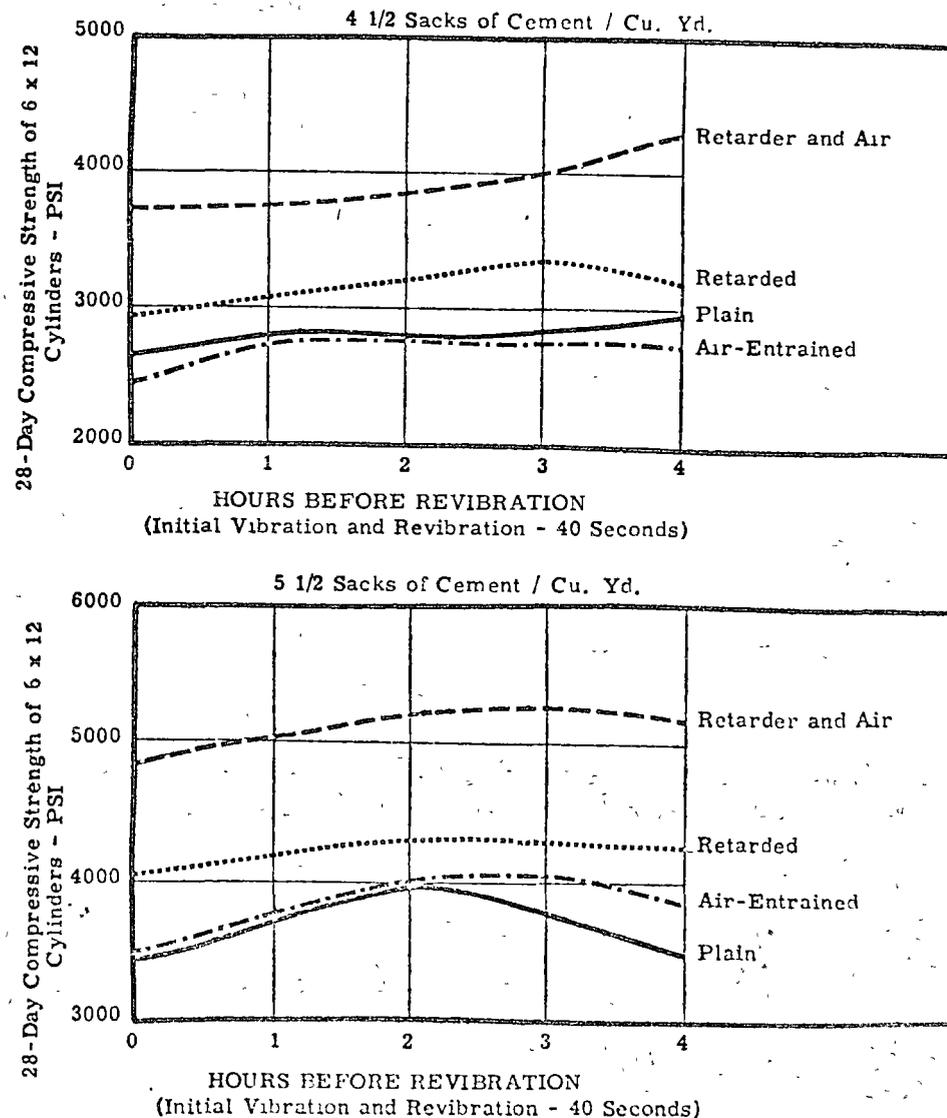


Fig. 2—Effect of revibration on compressive strength of laboratory-mixed concrete

Water requirement was reduced by the use of an air-entraining agent or a retarder. Air entrainment also improved the appearance of the somewhat harsh mixes used, and the combination of air entrainment and retarder resulted in much higher strengths than any of the other mixes.

Sawyer and Lee³ reported maximum increase in 28-day compressive strength caused by revibration to be 24 percent for plain concrete and 13 percent for air-entrained concrete. They also noted an increase in flexural strength of revibrated concrete, but the increase was considerably less. In their procedure the vibration time was increased progressively after greater intervals of

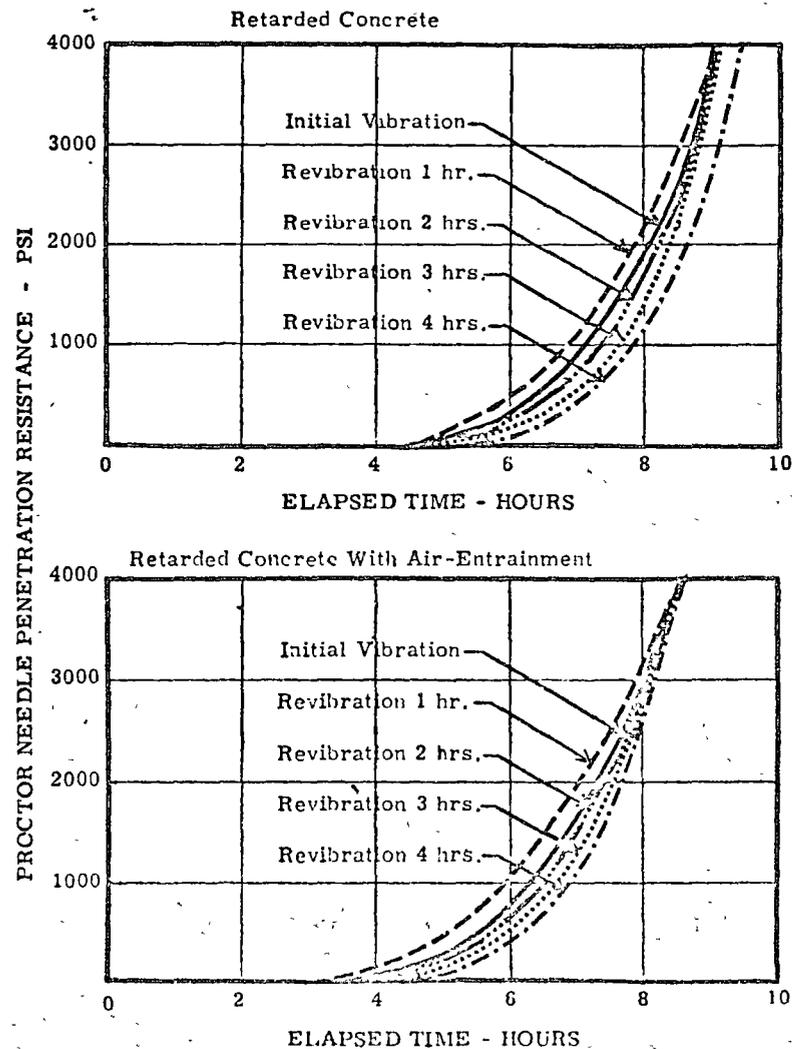


Fig. 3—Effect of revibration on final hardening time of retarded concrete

delay in order to obtain similar consistency of the concrete after revibration. Their specimens were revibrated for periods of 12 to 120 sec each.

M. F. Bastian⁴ compared the strength of cubes which were vibrated once with the strength of cubes vibrated several times at later ages. A table vibrator was used in these experiments and the reported increase in compressive strength of specimens vibrated several times was 38 percent at 2 days, 27 percent at 3 days, 12 percent at 5 days, and 10 percent at 28 days. Flexural strength of prisms was also increased.

Tests reported in this paper show that concrete revibrated up to 4 hr after placing has higher compressive strength than concrete vibrated the same

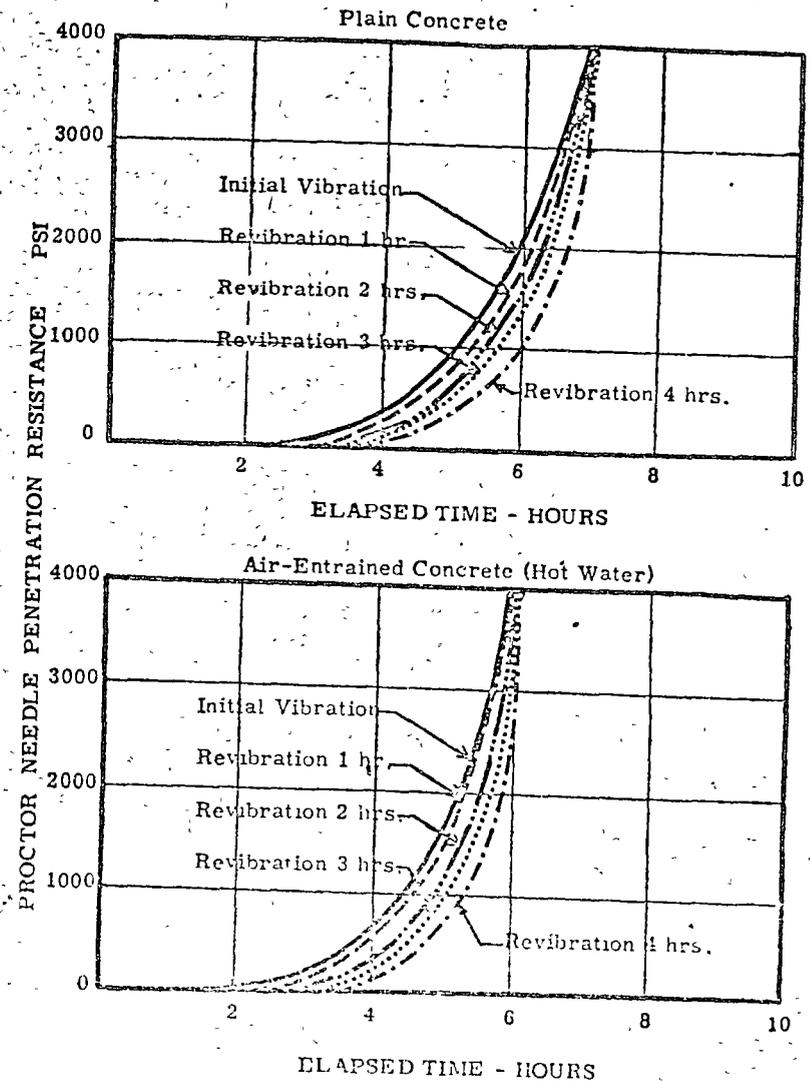


Fig. 4—Effect of revibration on final hardening time of plain or air-entrained concrete

length of time initially. If the period of revibration were increased to make the concrete plastic and similar in consistency to the initially vibrated concrete, the strength increase might be even greater.

Hardening time of mortar

Proctor needle penetration resistances of the mortars wet-screened from the various concretes are plotted in Fig. 3 and 4. Revibration made the mortars more plastic at delayed periods and penetration resistance was reduced immediately after vibration. The initial set of retarded concrete and concrete made with both retarder and air entrainment, was slightly accelerated by revibration at 1 hr, and the time required to reach 500 psi was reduced approximately 30 min. Revibration after 1 hr increased the time required to obtain a penetration resistance of 500 psi. Revibration of plain or air-entrained concrete at any period increased the time required to reach 500 psi. Maximum delay was approximately 1 hr.

Final hardening time is considered to be the time required to reach a penetration resistance of 4000 psi. Revibration did not have a significant effect on the final hardening time of any of the mixes.

Bleeding of concrete

Bleed water removed from the specimens was calculated as a percentage of original mixing water. Results of the bleeding tests are plotted in Fig. 5.

Specimens that were vibrated 40 sec initially had less bleeding than specimens vibrated only 20 sec initially and vibrated an additional 20 sec after 1, 2, 3, or 4 hr. These results are similar to results published by Higginson,⁶ who found that increased vibration reduced bleeding.

Air-entrained concrete had a greater percentage increase in bleeding due to revibration than plain or retarded concrete. Increases in bleeding appeared to be accompanied by increases in compressive strength. In general, delays in revibration that resulted in maximum bleeding also resulted in maximum increases in compressive strength.

Uniformity of concrete

The influence of revibration on uniformity of concrete was considered. It could be reasoned that revibration could either cause heavy materials to settle to the bottom of a concrete lift and cause more paste to rise to the surface, or it could bring the cement and aggregate into more intimate contact and distribute the ingredients more uniformly throughout the concrete.

In order to determine the effect of revibration on uniformity as indicated by strength near the top and bottom of the blocks previously made and tested with the impact hammer, apparent average strength 2 in. from the top and 2 in. from the bottom of each block was calculated. The standard deviation and coefficient of variation was also calculated from all of the strength readings made at 2-in. intervals from top to bottom on the face of each block.

Test results are shown in Table 3. Revibration does not appear to influence the uniformity significantly. \bigcirc blocks that were only vibrated initially

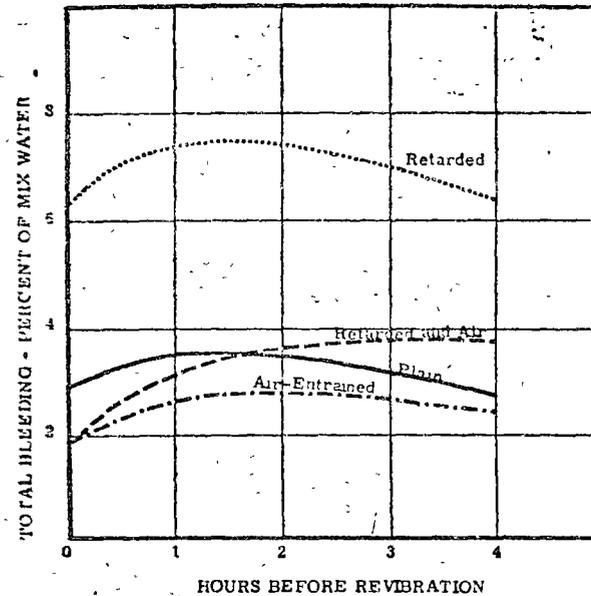


Fig. 5—Effect of revibration on bleeding of concrete

had higher strength at the bottom than at the top. Ten of the 16 blocks that were revibrated 1 to 4 hr after placing had higher strength at the top and one block had the same strength at top and bottom.

The coefficient of variation of revibrated plain concrete is less than the coefficient of variation of similar concrete vibrated only once initially, indicating the uniformity was improved by revibration. However, revibration increased the coefficient of variation of both air-entrained concrete and retarded concrete. The uniformity, as measured by the coefficient of variation of concrete that contained both the retarder and entrained air, was essentially unchanged.

After tests were completed with the impact hammer, 2 x 2 x 24-in. bars were cut from the face of each block with a concrete saw to observe the distribution of aggregate on the cut surfaces. Examination of all bars indicated revibration does not cause segregation or influence aggregate distribution.

Appearance of concrete surfaces

A box 24 in. high and 12 in. square was fitted with a glass plate on one side in order to observe behavior of concrete during vibration and revibration. The box was filled with concrete in one lift and vibrated by two 20-sec insertions of the laboratory vibrator, one insertion in the back corner, one in the front corner. This amount of vibration consolidated the concrete and removed most of the voids and pockets appearing against the surface of the glass. After the vibrator was removed, water began to collect in the voids remaining against the surface, and some pockets appeared to enlarge. Revibration 1 hr later in the same locations previously used removed some of the entrapped

5. Revibrated concrete bleeds more than concrete given the same total amount of vibration initially.

6. Revibration does not cause segregation, but it has no significant effect on uniformity of compressive strength measured at 2-in. intervals from top to bottom of 24-in. block.

7. Appearance of concrete can be improved by revibration.

8. The delay between placement and revibration of concrete can be increased if a set retarder is added to the concrete.

9. The delay between placement and revibration that is necessary to increase compressive strength of concrete is less critical if a set retarder is added to the concrete.

ACKNOWLEDGMENT

The tests were made in the laboratory of Sika Chemical Corp., Passaic, N. J. The writer is indebted to Emil Schmid for valuable criticisms and to the laboratory personnel for valuable assistance in conducting the tests.

REFERENCES

1. Barrett, Cornelius R., "Revibration Puts More Life in Concrete," *Engineering News-Record*, Mar. 10, 1955.
2. Tuthill, Lewis H., and Cordon, William A., "Properties and Uses of Initially Retarded Concrete," *ACI JOURNAL*, Nov. 1955, *Proc. V. 52*, pp. 273-286.
3. Sawyer, D. H., and Lee, S. F., "The Effects of Revibration on Properties of Portland Cement Concrete," presented at 1956 Annual Meeting of the American Society for Testing Materials.
4. Bastian, M. F., "Note Sur La Vibration Du Beton au Cours De Sa Prise," *Circulaire*, Institut Technique du Batiment et des Travaux Publics (Paris), Series F, No. 18, Jan. 8, 1944.
5. Higginson, Elmo C., "Some Effects of Vibration and Handling on Concrete Containing Entrained Air," *ACI JOURNAL*, Sept. 1952, *Proc. V. 49*, pp. 1-12

Discussion of this report should reach ACI headquarters in triplicate by June 1, 1958, for publication in the Part 2, September 1958 JOURNAL.

TABLE 3—UNIFORMITY OF CONCRETE BLOCKS AS INDICATED BY IMPACT HAMMER

Hr before revibration	Plain concrete					Air-entrained concrete				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Strength 2 in. from top, psi	4250	4300	4450	4800	3750	3650	4150	4100	3830	330
Strength 2 in. from bottom, psi	4700	4500	5500	4700	4800	3700	4200	3850	3150	355
Average strength of entire block, psi	4000	4650	5000	4500	4200	3710	3930	4070	3800	347
Standard deviation of entire block, psi	207	142	176	162	154	53	124	176	140	16
Coefficient of variation, percent	5.2	3.1	3.5	3.6	3.7	1.4	3.1	4.3	3.7	4.0

Hr before revibration	Retarded concrete					Retarded concrete with air entrainment				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Strength 2 in. from top, psi	4300	6100	4400	4800	3900	4650	4750	5000	4700	4600
Strength 2 in. from bottom, psi	4900	4950	4600	5700	5100	5200	4150	5200	4700	4700
Average strength of entire block, psi	4550	5200	4800	4880	4000	4500	4750	4900	4900	4600
Standard deviation of entire block, psi	163	228	207	223	331	147	127	155	207	128
Coefficient of variation, percent	3.6	4.4	4.3	4.6	6.8	3.3	2.7	3.2	4.2	2.6

water and improved the appearance of the concrete. Additional vibration after 2 and 3 hr improved the appearance of the concrete even more.

In another test, a harsh concrete mix having a 2-in. slump was placed in a box, vibrated initially, and revibrated after 1, 2, 3, and 4 hr. After the forms were removed, the concrete was honeycombed on the surface. Revibration may have been responsible for some improvement in the appearance of this concrete, but the appearance would have been considerably better with a more workable mix.

CONCLUSIONS

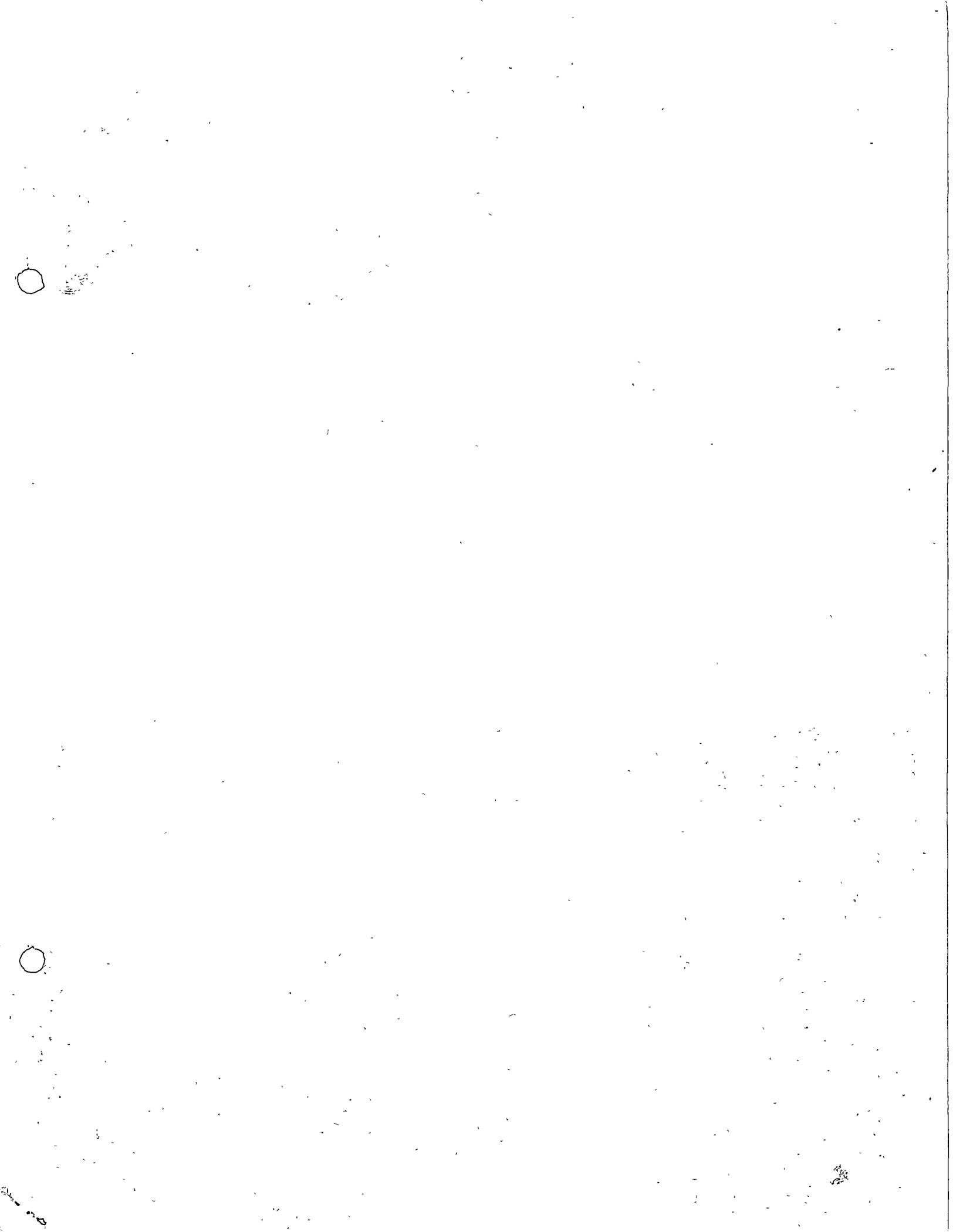
These conclusions are based on the results of tests performed on mixes discussed in the paper, in which revibrated concrete was vibrated the same total length of time as concrete vibrated only once. Different combinations of materials and increased vibration or revibration may produce different results.

1. Concrete that is to be revibrated must be properly proportioned with suitable materials. All other factors relating to good concrete practice must be followed.

2. Revibration increases the 28-day strength of concrete. Average maximum increase in strength is 13.8 percent.

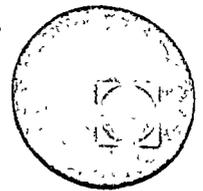
3. Revibration increases the apparent strength indicated by the impact hammer at 28 days. Maximum strength gain is obtained when the concrete is revibrated 1 or 2 hr after placing.

4. Revibration up to 4 hr after placing has no effect on the final hardening time of concrete as measured by a reading of 4000 psi with the Proctor needle. Revibration may increase the time required to obtain a reading of 500 psi on the Proctor needle as much as 1 hr.





centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS
DE CONCRETO

VIBRADO, REVIBRADO Y CURADO.

ING. FRANCISCO CANOVAS CORRAL.

Tacuba 5, primer piso. México 1, D.F.
Teléfonos: 521-30-95 y 513-27-95

CENTRO DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM

PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

VIBRADO, REVIBRADO Y CURADO

ING. FRANCISCO CANOVAS CORRAL

1.- HISTORIA

Cuando el concreto fue inicialmente adoptado por la industria de la construcción, la práctica consistía en colocarlo en capas relativamente poco profundas, con una consistencia parecida a la de la tierra húmeda. Se compactaba con pesados pisonés a costa de mucha labor manual.

El término "tierra húmeda" es el más descriptivo para identificar mezclas de concreto que son escasamente húmedas, y contienen considerablemente menos agua que el concreto de revenimiento casi nulo.

Con la introducción del concreto reforzado aparecieron secciones más delgadas y la necesidad de usar concreto de consistencia plástica.

Puesto que las mezclas más trabajables requerían menos labor, el cambio fue muy popular, y cuando se descubrió que las nuevas mezclas podrían transportarse por canales inclinados, se hicieron aun más húmedas.

Aun los constructores que apisonaban el concreto inicial de consistencia de tierra húmeda reconocieron el hecho de que mezclas más secas son más resistentes. Como el conocimiento de los principios fundamentales de fabricación de concreto ha aumentado, las cualidades indeseables de mezclas aguadas son más aparentes. No obstante, las mezclas secas de bajo revenimiento, que en los ensayos demostraron que producían mejor concreto, no fueron completamente favorecidas debido al esfuerzo extra y al costo que requerían para su completa consolidación.

Entonces se descubrió que el concreto fresco, aunque fuera seco y áspero, adquiere propiedades reológicas completamente diferentes cuando se sacude o sujeta a impulsos vibratorios de alta frecuencia.

La fricción entre las diversas partículas de la mezcla se reduce, por rápidas vibraciones, en tal magnitud que la masa total se hace más fluida. Cuando las vibraciones se suspenden la fricción nuevamente inmoviliza al concreto.

Con este descubrimiento, se presentó una forma económica para consolidar concreto seco, rígido, y no manejable.

II.- GENERALIDADES

Una masa de concreto fresco, al colocarse en la cimbra o molde tiene el aspecto de panal de abejas, debido al aire atrapado. Si se le permite endurecer en esta condición el concreto no será uniforme y por tanto, débil, poroso y deficientemente adherido al refuerzo. Su apariencia será defectuosa. La revoltura deberá densificarse si se desea que el concreto tenga las propiedades normalmente deseadas.

La compactación, también conocida como consolidación, es el proceso de eliminación del aire atrapado del concreto fresco en la cimbra. Para lograr la consolidación existen diversos métodos y técnicas disponibles. La elección depende principalmente de la trabajabilidad de la revoltura, de las condiciones de colado y de la proporción de aire que se desee.

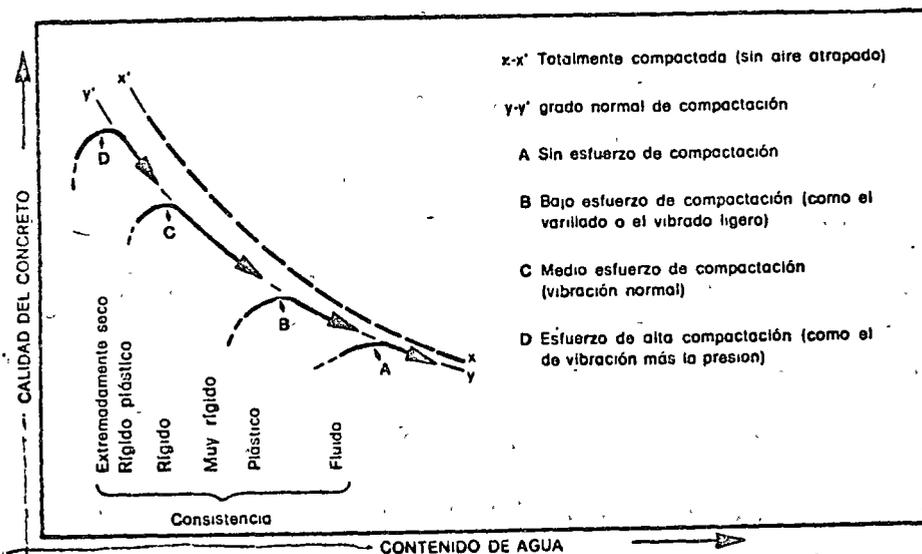


Fig. 1a. Efecto del esfuerzo de compactación en la calidad del concreto.

Los beneficios de la compactación se observan cualitativamente en la fig. 1a. Entre mayor sea el esfuerzo de compactación, la mezcla por vaciarse podrá ser más seca y más rígida.

Al reducir el contenido de agua del concreto, éste mejora su calidad (resistencia, durabilidad y otras propiedades), siempre y cuando esté adecuadamente compactado. O bien puede reducirse la proporción de cemento al disminuir la revoltura, bajando el costo mientras se logra la misma calidad. Esta figura también revela que si el concreto es demasiado seco para el esfuerzo de compactación realizado, su calidad disminuye rápidamente.

Trabajabilidad y consistencia

La trabajabilidad es la propiedad de la revoltura de concreto fresco que determina la facilidad con la cual puede manejarse, consolidarse y acabarse. Esto incluye factores tales como la fluidez, moldeabilidad, cohesividad y compactibilidad.

La trabajabilidad está afectada por la graduación, la forma de las partículas y las

proporciones de los agregados, por el contenido de cemento, por los aditivos, si se usan, y por la consistencia de la revoltura.

La consistencia es la facultad de la revoltura de concreto fresco para fluir. Esta también determina ampliamente la facilidad con la cual el concreto puede ser consolidado. Una vez que los materiales y proporciones de la revoltura han sido seleccionados, el primer control sobre la trabajabilidad se hace mediante cambios en la consistencia efectuados con el cambio del contenido del agua.

El ensaye de revenimiento es ampliamente utilizado para determinar la consistencia de las revolturas que se usan en la construcción normal; para revolturas más rígidas generalmente se recomienda el ensaye Vebe.

En la tabla siguiente se muestran los valores de revenimiento y el tiempo Vebe para la serie completa de consistencias que se utilizan en la construcción.*

Tabla I. Valores de revenimiento y tiempo Vebe

Consistencia	Revenimiento cm. (pulg.)	Tiempo Vebe seg.
Extremadamente seca	_____	18 a 32
Muy rígida	_____	10 a 18
Rígida	0-2.5** (0 a 1)	5 a 10
Rígida plástica	2.5-5.0 (1 a 2)	3 a 5
Plástica	8.0-10.0 (3 a 4)	0 a 3**
Fluido	13.0-18.0 (5 a 7)	_____

Las consistencias que mejor se adaptan a la mayoría de los trabajos son la rígida, rígida plástica y la plástica.

* Tomado del ACI 211-65 con modificaciones mínimas.

** El método de ensaye es de un valor limitado en este intervalo.

Requisitos de trabajabilidad

El concreto deberá ser suficientemente dócil para que los modernos equipos de compactación, adecuadamente empleados, le den una consolidación apropiada. Sin embargo, cualquier exceso de trabajabilidad es indeseable porque tiende a aumentar el costo de la revoltura y puede hacer disminuir la calidad del concreto endurecido. Cuando el exceso de trabajabilidad es el resultado de una consistencia demasiado húmeda, la revoltura será también inestable y probablemente se segregará durante el proceso de consolidación.

Por otro lado, no es aconsejable utilizar revolturas que sean demasiado rígidas para las condiciones de colado. Requerirán gran esfuerzo de compactación e incluso entonces pueden no estar consolidadas adecuadamente.

Es la trabajabilidad de la revoltura en la cimbra la que determinará los requisitos de consolidación. Esta puede ser considerablemente menor que en la revolvedora a causa de la pérdida de revenimiento debido a la alta temperatura, fraguado falso, retrasos y otras causas.

III. - METODOS DE COMPACTACION

Métodos manuales

A causa de la acción de la gravedad se obtiene un cierto grado de consolidación cuando se cuela el concreto en la cimbra. Esto es particularmente cierto para mezclas fluidas en las que es necesaria muy poca compactación adicional (como un varillado ligero). Sin embargo, la calidad mecánica de dicho concreto es bastante baja debido a su alto contenido de agua, lo cual lo hace impráctico para ser utilizado en la mayoría de las construcciones.

El compactado a mano puede utilizarse para consolidar revolturas rígidas. El concreto se coloca en capas delgadas y cada tapa es cuidadosamente apisonada y compactada. Este es un método efectivo de consolidación, pero laborioso y costoso.

Métodos mecánicos

El método de consolidación más ampliamente usado hoy en día es el de vibración y recibirá una mayor atención en esta práctica recomendada. La vibración se adapta especialmente a las consistencias más rígidas que van asociadas al concreto de alta calidad. La vibración puede ser interna o externa. Los compactadores de potencia pueden utilizarse para compactar concreto rígido en unidades precolados. Además del efecto de apisonado o compactado, hay una "vibración" de baja frecuencia que ayuda a la consolidación.

Barras apisonadoras operadas mecánicamente son adecuadas para consolidar revolturas rígidas en algunos productos precolados, incluyendo los bloques de concreto. La fuerza centrífuga es capaz de consolidar desde un concreto de revenimiento moderado a uno alto, en la fabricación de tuberías de concreto, postes, pilotes y otras secciones huecas.

Muchos tipos de vibradores de superficie están disponibles para la construcción de losas incluyendo reglas vibratorias, rodillos, vibratorios, apisonadores vibratorios de placa o enrejado y herramientas vibratorias para acabado.

Bajo ciertas condiciones una combinación de dos o más métodos de consolidación da los mejores resultados.

La vibración interna y externa puede a menudo combinarse ventajosamente en los precolados y ocasionalmente en concreto colado en el lugar.

IV. - COMPACTACION POR VIBRACION

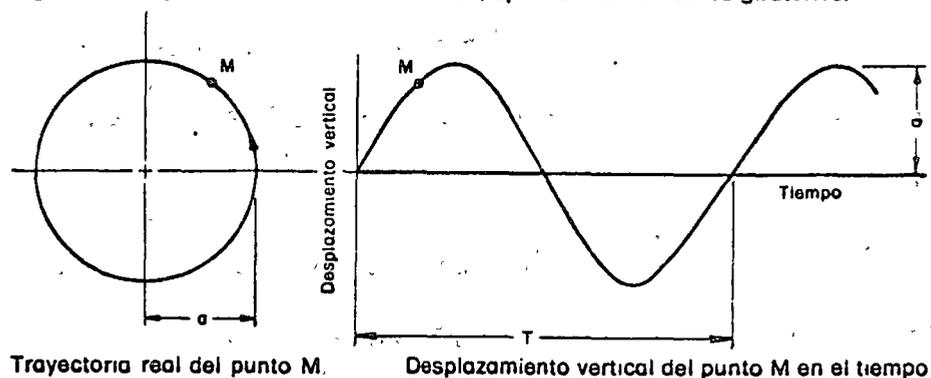
En términos simples, la vibración consiste en someter el concreto fresco a rápidos impulsos vibratorios los cuales "licúan" el mortero y reproducen drásticamente la fricción interna entre las partículas de agregado. Mientras se encuentra en esta condición, el concreto se asienta por la acción de la gravedad (algunas veces - auxiliado por otras fuerzas). Cuando se detiene la vibración, la fricción se restablece.

Movimiento vibratorio

Un vibrador para concreto tiene un rápido movimiento oscilatorio el cual se transmite al concreto fresco. El movimiento oscilatorio está descrito básicamente en términos de frecuencia (número de oscilaciones o ciclos por unidad de tiempo), y amplitud (desviación del punto de reposo).

El movimiento de un vibrador giratorio para concreto del tipo interno, es esencialmente un movimiento armónico que se caracteriza por una onda de forma sinusoidal, como se ilustra en la fig. A.1.

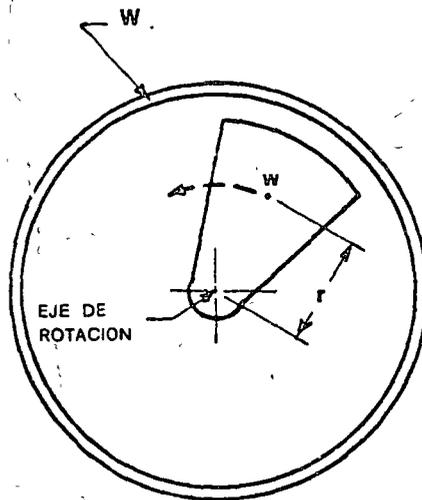
Fig. A.1 Principios del movimiento armónico, aplicados a vibradores giratorios.



La figura muestra la trayectoria de cualquier punto en la cabeza de un vibrador en operación y la relación entre frecuencia, amplitud y aceleración.

La rotación del excéntrico dentro de la cabeza del vibrador o de la caja, origina que la cabeza gire en órbita; esto es, cualquier punto en la caja sigue una trayectoria circular cuyo radio es la amplitud del vibrador. La figura A.2 muestra la acción de un vibrador giratorio y da los parámetros significantes, por ejemplo, peso, momento excéntrico, frecuencia, fuerza centrífuga y amplitud promedio computada.

Fig. A.2 Acción de un vibrador giratorio.



A.3 Movimiento vibratorio en el concreto

Cuando la cabeza vibratoria está inmersa en el concreto (bajo carga) tiene una amplitud algo menor que cuando opera en el aire. El concreto queda sujeto a impulsos vibratorios, los cuales producen ondas de movimiento que parten en ángulo rec

to, con relación a la cabeza. De estas ondas de presión depende primordialmente la compactación.

Las ondas se extinguen rápidamente al alejarse de su punto de partida, debido al área de expansión del frente de la onda y a la absorción de energía ejercida por el concreto. Esta reducción en amplitud causa una disminución en la aceleración (intensidad del vibrado).

Proceso de compactación

Cuando el concreto de bajo revenimiento se coloca en la cimbra queda en forma de panal de abeja, consistente en partículas de agregado grueso recubiertas de mortero y bolsas de aire atrapado distribuidas irregularmente. El volumen de este aire atrapado depende de la trabajabilidad de la revoltura, tamaño y forma de la cimbra, cantidad de acero de refuerzo y método de vaciado del concreto. Su valor alcanza de un 5 a un 20%. La finalidad de la compactación es eliminar la totalidad de este aire atrapado.

Para entender el fenómeno de la consolidación por vibración, nos ayuda el considerarlo en dos etapas: la primera que comprende el principal desplome o "revenido" del concreto, y la segunda una deaeración (eliminación de las burbujas de aire atrapado). De hecho las dos etapas pueden ocurrir simultáneamente, con la segunda etapa ocurriendo cerca del vibrador antes de que la primera etapa se haya completado a mayores distancias.

Cuando se inicia la vibración, los impulsos originan movimientos muy rápidos y desorganizados de las partículas de la revoltura dentro del radio de influencia -

del vibrador. El mortero se licúa momentáneamente. La fricción interna que permitía al concreto sostenerse por sí mismo en su condición inicial de panal de abeja, se reduce drásticamente. La revoltura se vuelve inestable y busca un nivel inferior y a la vez una condición más densa, el concreto fluye lateralmente contra la cimbra y alrededor del acero de refuerzo.

Al concluirse la primera etapa, el panal de abeja ha sido eliminado; los grandes huecos entre el agregado grueso quedan ahora llenos de mortero. El concreto se comporta como un líquido que contiene partículas de agregado grueso suspendidas. Sin embargo, el mortero contiene aún muchas burbujas de aire atrapado, alcanzando quizás un tamaño de 2.5 cm (1 pulg) de diámetro que representa un cierto porcentaje del volumen de concreto. No es deseable dejar estos huecos en el concreto por tener efecto adverso en la resistencia (cada uno por ciento de aire reduce la resistencia en cerca de un 5 por ciento), y en otras propiedades del concreto que dependen de la densidad, y también de la apariencia de las superficies -- cuando esto es de importancia.

Después que la consolidación ha alcanzado un punto en donde el agregado grueso se mantiene en suspensión en el mortero, la agitación adicional de la revoltura -- por vibración origina que las burbujas de aire atrapadas se eleven a la superficie. Las grandes burbujas de aire son más fácilmente eliminadas que las pequeñas debido a su mayor flotación. También aquéllas cercanas al vibrador se eliminan -- antes que aquéllas situadas en los límites del radio de acción.

La vibración debería continuarse hasta que suficientes burbujas de aire se hayan

escapado y el concreto haya alcanzado una densidad consistente con la resistencia y otros requisitos de la revoltura. Eliminar la totalidad del aire atrapado no es usualmente factible lograrlo con equipo normal de vibrado.

Las ventajas de la consolidación del concreto por vibración incluyen: disminución del costo del concreto, debido a la facilidad de colocación y a la reducción en el contenido de cemento; mayor densidad y homogeneidad del concreto; mayor resistencia; aumento de adherencia con el refuerzo; mayor adherencia en las juntas de construcción; mayor durabilidad; y reducción de los cambios de volumen o contracciones.

V. - EQUIPOS DE CONSOLIDACION Y APLICACIONES

Equipo de consolidación

El equipo de consolidación puede dividirse en cinco categorías generales, cada tipo diseñado para satisfacer un propósito específico:

- a) Vibradores de inmersión, para introducirse directamente en el concreto.
- b) Vibradores de cimbra, para sujetarse a las cimbras o moldes,
- c) Reglas o discos vibratorios, para aplicarse a las superficies de concreto,
- d) Pisones de superficie,
- e) Pisones y sacudidores diversos.

La tabla 1 da un resumen de la información relativa a todos los tipos de vibradores.

TABLA I - CARACTERISTICAS Y APLICACIONES DE LOS VIBRADORES DE CONCRETO.

Tipo *	Frecuencia mínima recomendable rpm †	Elemento vibratorio, cm		Capacidad de consolidación m ³ /hr.	No. de operarios	Aplicación
		Longitud	Diámetro			
Cabeza de inmersión, de operación manual.	9000	Hasta	2.2-4.4	1.5-3.8	1	Concreto plástico, trabajable en miembros muy delgados y sitios confinados, y para fabricación de especímenes para ensayos de laboratorio. Conveniente como auxiliar de vibradores más grandes - en trabajos preesforzados, donde muchos cables y ductos causan congestión en las cimbras.
Cabeza de inmersión, de operación manual.	9000	25.4-50.8	4.8-6.4	3.8-15.3	1	Concreto plástico, trabajable, en muros delgados, columnas, traveses, pilas precoladas, pisos y techos ligeros, cubiertas ligeras de puentes, y a lo largo de las juntas de construcción.
Cabeza de inmersión, de operación manual.	7000	25.4-71.1	6.0-7.6	11.5-19.1	1	Concreto plástico, trabajable, con menos de 7.5 cm. de revenimiento, en construcción general tal como muros, columnas, traveses pilas precoladas, pisos pesados, cubiertas de puente y losas de techo. Vibración auxiliar adyacente para cimbras de concreto masivo y pavimentos.

Cabeza de inmersión, montados en grupo.	7000	25.4-71-1	6.0-7.6		0 a 1	Equipo de vibradores para pavimentos, pueden unirse a un marco en la parte posterior del extendedor, o en un carro parado, o en un marco adelante del primer escantillón del acabador.
Cabeza de inmersión, de operación manual.	7000	30.5-45†	7.9-11.4	19.1-26.8	1	Concreto estructural y en masa de 0 a 5 cm de revestimiento, depositado en incrementos hasta de 1.5 m ³ en construcción pesada en cimbras relativamente abiertas, en casas de máquinas, pilas de puentes y cimentaciones y para vibración auxiliar, en construcción de cortinas, cerca de las cimbras y alrededor de objetos ahogados y acero de refuerzo.

* Los vibradores de cabeza de inmersión puede ser de transmisión de eje flexible o del tipo de motor a la cabeza. El de transmisión de eje flexible puede ser con máquina de aire, motor eléctrico o de gasolina. Los tipos de motor a la cabeza son eléctricos o neumáticos.

† Por claridad, el comité recomienda que la velocidad debe mostrarse en rpm más bien que en ciclos, vibraciones, u otras unidades que puedan prestarse a confusión. Esos valores se refieren a la velocidad cuando el vibrador está sumergido en el concreto.

|| Se ha hecho uso algunas veces de los equipos montados de grandes vibradores para la consolidación de concreto en masa.

& Los tubos vibratorios para pavimentos pueden consistir de cinco unidades separadas, que cubren anchos de losa de 7.5 m.

TABLA 1 (Continúa) - CARACTERISTICAS Y APLICACIONES DE LOS VIBRADORES DE CONCRETO

Cabeza de inmersión, de operación manual.	6000	20.3-48.3	14.0 17 2	19.1-38.2	2	Concreto en masa con agregado de 15.2 cm, depositado en incrementos hasta de 6.0 m ³ en cortinas de gravedad, grandes pilas, muros masivos, etc. Se requieren dos o más vibradores que operen simultáneamente para fluidizar y consolidar incrementos de concreto de 3.0 m ³ o de mayor volumen depositados a la vez en la cimbra. II
Tubo de inmersión, unido a máquina pavimentadora.	5000	Hasta 7.6 m &	7.5	—	0	Pavimentos de concreto para toda la profundidad de la losa, dependiendo del número de unidades, profundidad de inmersión, etc.
De superficie, discos o reglas	3000	Hasta 12.82 m de largo y 45 cm. de ancho	—	—	0 a 2	Superficie de carreteras y pavimentos de aeropuertos. Losas menores de 30 cm de espesor. Superficies de concreto en masa para ahogar cantos rodados y para compactar superficies horizontales. Efectiva a una profundidad máxima de 30 cm, aprox. []

De superficie disco giratorio.	1800	—	—	—	1	Superficies expuestas a desgaste de concreto con 5 cm. de revestimiento en pisos pesados, rampas, plataformas, losas de puente y losas de cubierta. También se usa para vibrar superficies de concreto expuestas al desgaste para integrarlas con agregado graduado, ya sea metálico o natural, para obtener superficies más duras.
Externo, para sujetarse o encañarse a la forma. ] [	3600	—	—	—	—	Productos de concreto como tubos, bóvedas de tumbas, unidades de mampostería, cimbras, en plantas de productos, mesas vibrantes, etc. Usados frecuentemente para aplicar vibración en áreas inaccesibles a la vibración interna en construcción general como revestimiento de túneles, o en cimbras congestionadas como miembros de concreto preesforzado; también para consolidación por vibración de agregado grueso antes del inyectado en el método de preempacado de fabricación de concreto.

[] El vibrador de superficie para pavimentos está unido al extendedor o a la acabadora. Si el pavimento es reforzado, se sujeta al extendedor o a la acabadora cuando operan en la capa superior.

] [Los vibradores para la aplicación externa de la vibración varían desde menos de 11 kg. a más de 90 kg. de peso. Los vibradores ligeros son, en general, convenientes para usarse en cimbras de masas pequeñas como bóvedas de sepulcros y tubos hasta de 91 cm de diámetro, — aproximadamente. Los más grandes se usan apropiadamente en máquinas de bloques de albañilería. Se necesitan baterías de esos vibradores de acuerdo con la naturaleza del tratamiento requerido en la obra, por ejemplo, una gran trabe preesforzada de puente.

VI. - PRACTICAS RECOMENDABLES PARA EL VIBRADO

Después que el equipo adecuado ha sido elegido, deberán utilizarse los servicios de operarios responsables y bien entrenados, capaces de mantener constantes el espaciamiento y el tiempo del vibrado adecuados, que sepan cuándo el concreto está ya consolidado.

Procedimiento para vibrado interno

El concreto deberá depositarse normalmente en capas de 30 a 45 cm (12 a 18 pulg) de espesor (esto dependerá de la cabeza del vibrador y de otros factores). Las capas deberán estar niveladas tanto como sea posible, de manera que el vibrador no necesite mover el concreto lateralmente, puesto que ello puede causar segregación.

Aunque el concreto haya sido colocado cuidadosamente en la cimbra, hay la probabilidad de que aparezcan algunos pequeños terrones o puntos elevados. Para mezclarlos con la revoltura basta un ligero vibrado en el centro de estos puntos.

Después de que se ha logrado una superficie bien nivelada, el vibrador deberá introducirse verticalmente a espacios uniformes sobre el área total del colado. Generalmente la distancia entre las inmersiones podrá ser de 1 1/2 veces el radio de acción, siempre que el área visible afectada por el vibrador se empalme en algunos centímetros con el área adyacente previamente vibrada. (En losas el vibrador puede inclinarse hacia la horizontal lo necesario para que opere en una posición completamente sumergida.

El vibrador deberá penetrar rápidamente hasta el fondo de la capa, y cuando menos 15 cm (6 pulg) dentro de la capa precedente si tal capa existe. Deberá mantenerse estacionario (generalmente de 5 a 15 seg) hasta que la consolidación se considere

adecuada. Entonces el vibrador deberá retirarse lentamente.

Cuando el colado consta de varias capas, cada capa deberá vaciarse en tanto que la capa precedente esté aún plástica con el fin de evitar juntas frías. Si la capa inmediata inferior se ha endurecido más allá del límite en que puede penetrar el vibrador, aún podrá obtenerse la incorporación mediante vibrado total y sistemático del concreto nuevo, en contacto con el viejo. Sin embargo, una inevitable junta aparecerá en la superficie, al retirar la cimbra.

Apreciación sobre la eficacia de la vibración interna

En la actualidad no existe un indicador rápido y seguro para determinar cuándo se ha logrado una buena consolidación. La eficacia de un vibrado interno en la obra se juzga principalmente por la apariencia de la superficie de cada capa. Los principales indicadores de un concreto bien consolidado son:

1. Incorporación del agregado mayor, nivelación general de la revoltura, -mezclado claro del perímetro de la revoltura con el concreto colado previamente, una película delgada de mortero brillante en la superficie, y pasta de cemento observable en la unión de la cimbra y el concreto.

2. Cese general de la aparición en la superficie de grandes burbujas de aire atrapado. Las capas más gruesas requieren más tiempo de vibrado que las delgadas porque las burbujas más profundas requieren más tiempo para llegar a la superficie. Algunas veces el zumbido del vibrador es una guía que ayuda. Cuando un vibrador de inmersión se sumerge en el concreto hay usualmente una baja de frecuencia, -- luego una elevación de la misma y finalmente el zumbido llega a ser constante, -- cuando el concreto queda libre de aire atrapado. Un operador experimentado tam_

bién aprende a "sentir" por medio del vibrador cuándo la consolidación se ha completado.

Vibrado del refuerzo

Cuando el concreto no puede ser alcanzado por el vibrador, como en el caso de áreas congestionadas de refuerzo, es conveniente vibrar las partes expuestas de las varillas de refuerzo. Algunos ingenieros atribuyen un posible detrimento de la adherencia del concreto con el acero a la vibración transmitida a través del refuerzo al concreto que se halla en las capas inferiores y que ha fraguado parcialmente.

Sin embargo, un examen cuidadoso del concreto endurecido, consolidado de esta manera, ha demostrado que no hay base para tales temores.

El vibrador de inmersión no debe sujetarse a una varilla de refuerzo, porque se puede dañar.

Imperfecciones

Las imperfecciones más serias que resultan de un vibrado incorrecto son: "panales de abeja", excesivos huecos de aire atrapado, vetas de arena y líneas de escurrimiento.

Panal de abeja

Esto ocurre cuando el mortero no llena los espacios entre las partículas del agregado grueso. La presencia de un panal de abeja indica que la primera etapa de consolidación no se consumió totalmente en este lugar. Los panales de abeja son causados generalmente por el uso de vibradores inadecuados o deficientes, o por malos

procedimientos de vibrado. Inmersiones sin sistema en ángulos al azar, son causa de una acumulación de mortero en la parte superior, en tanto que la parte inferior de la capa puede resultar escasa de vibrado.

Algunas veces hay otros factores que contribuyen a la formación de panales de abeja, tales como insuficiencia de pasta para llenar los huecos entre el agregado, proporción inadecuada de arena en relación con el agregado total, mala graduación del agregado, revenimiento inadecuado para las condiciones. Al calcular el espaciamiento del acero, tanto el calculista como el constructor han de tener en mente que el concreto debe consolidarse.

Exceso de huecos de aire atrapado

El concreto que esté libre de panales de abeja aún contiene huecos de aire atrapado, porque es poco factible una eliminación total del aire atrapado. La cantidad de aire atrapado que permanece en el concreto después de la vibración depende en su mayor parte, del equipo vibratorio y del procedimiento utilizado, pero está también sujeto a las propiedades de la revoltura de concreto, localización del colado y otros factores. Donde no se utiliza equipo y procedimientos adecuados, o hay otras condiciones desfavorables, el contenido de aire atrapado será alto y los huecos superficiales -picaduras o agujeros- serán excesivos.

Para reducir los huecos de aire en las superficies de concreto, la distancia entre las inmersiones de los vibradores internos deberá reducirse y aumentarse el tiempo de cada inmersión. También deberá hacerse una hilera de inserciones en la vecindad de la cimbra (pero sin tocarla). Donde el contacto con ella sea inevita-

ble, el vibrador utilizado deberá tener hule en su regatón; aun así cualquier contacto deberá evitarse lo más posible, porque esto puede estropear la cimbra y desfigurar la superficie de concreto.

Vetas de arena

Estas son originadas por un fuerte sangrado a lo largo de la cimbra, como resultado del tipo y proporciones de los materiales y del método de vaciar el concreto. Las revolturas ásperas y húmedas, deficientes en cemento y con agregados mal graduados, particularmente aquéllos deficientes en tamaños entre el Núm. 50 a 100 (0.297 a 0.149 mm) y menores del Núm. 100 (0.149 mm) pueden causar vetas de arena, así como otros problemas. Dejar caer el concreto al través del acero de refuerzo y depositarlo en espesores gruesos sin un vibrado adecuado puede también originar vetas de arena así como panales de abeja. Otra causa es la de fijar vibradores a cimbras con fugas, lo cual tiene acción de bombeo, con la consiguiente pérdida de finos o una introducción de aire por las juntas.

Líneas de escurrimiento

Estas son líneas oscuras. Comúnmente indican que cuando se vibró una capa, el vibrador no penetró lo suficiente en la capa inferior.

Falta de vibrado y exceso de vibrado

La falta de vibrado es más común que el exceso de vibrado. El concreto de peso normal que ha sido bien proporcionado y tiene el revenimiento recomendado no es fácilmente susceptible al exceso de vibrado. Consecuentemente, si hay alguna

duda de haber logrado una consolidación adecuada, ésta deberá resolverse con vibrado adicional.

El exceso de vibrado puede ocurrir debido a descuido en la operación o debido al uso de equipo de vibrado demasiado grande, el vibrado resulta ser varias veces la proporción recomendada. Tal exceso puede dar como resultado:

a) Asentamiento del agregado grueso. Un examen mostrará en la superficie una capa de mortero que prácticamente no contiene agregado grueso. La superficie del concreto puede también tener una apariencia espumosa, especialmente si la revoltura tiene aire incluido. Esta condición es más común en las revolturas húmedas y donde hay una gran diferencia entre los pesos específicos del agregado grueso y del mortero. Un control adecuado de la consistencia podrá atenuar el problema.

b) Vetas de arena. Son más comunes en revolturas ásperas y pobres (como en cierta clase de concreto arquitectónico).

c) Pérdida de casi todo el aire incluido en el concreto con algún aditivo inclusor de aire. Esto puede reducir la resistencia del concreto al congelamiento y deshielo.

d) Con el uso de vibradores externos pueden resultar deflexiones excesivas de la cimbra o deterioro de ésta.

VI.- MANTENIMIENTO

El mantenimiento preventivo es un sistema organizado de inspecciones, ajustes, reparaciones y reacondicionamiento.

El equipo vibratorio debe recibir un mantenimiento preventivo si se desea que opere con toda efectividad y se quiere evitar la suspensión del trabajo.

Este requisito comprende atención a ciertas unidades, las cuales necesitan vigilancia diaria y otras que han de menester de servicio a intervalos menos frecuentes, de acuerdo con las indicaciones del fabricante.

Por lo general, el contratista es el responsable del mantenimiento de los vibradores. Algunas veces, como en el caso de ciertos vibradores para concreto masivo, él lleva a cabo únicamente el mantenimiento diario y los otros servicios los deja para el fabricante.

Programa de mantenimiento preventivo

Se recomienda llevar una tarjeta de archivo que contenga los datos de uso y requisitos de servicio de cada vibrador. Estos se obtienen -principalmente- del manual de servicio del fabricante y de la lista de partes y accesorios. Deberá contener parte o todo lo siguiente:

- a) Marca, número de serie y fecha de compra.
- b) Requisitos de voltaje y amperaje para vibradores eléctricos, volumen de aire por consumir en el caso de unidades operadas por aire, dimensiones mínimas de cable o de tubería y alguna otra información pertinente.
- c) Accesorios de repuesto, susceptibles de desgaste rápido. Si éstos son de difícil obtención, el propietario deberá tenerlos en bodega.
- d) Hojas con descripciones precisas del servicio del equipo incluyendo -todas sus partes. Se enumeran las piezas susceptibles de desgaste y las sujetas

a lubricación e inspección, así como los lubricantes adecuados y la frecuencia con la que deben aplicarse.

La tabla 17.1 es una hoja de servicio que puede usarse tratándose de un vibrador de eje flexible. Debe establecerse un programa sujeto a calendario, a partir de la fecha en que el vibrador, revisado ya, sale de bodega.

Para obtener mejores resultados este programa deberá seguirse separadamente, por una sección de mantenimiento, en lugar de por una línea de operación.

Tabla 17.1 Modelo de hoja de servicio para un vibrador de eje flexible

Modelo Núm. de Serie.....
 Fecha de compra
 Fecha de revisión del equipo en bodega
 Uso estimado, horas por día

Parte	Frecuencia de mantenimiento preventivo		
	Limpieza e inspección.	Lubricante	Reposición
	Motor eléctrico		
Filtro	.....	.....	.....
Escobillas	.....	.....	.....
Arrancador	.....	.....	.....
Armadura y campo	.....	.....	.....
Baleros	.....	.....	.....
	Eje flexible		
Eje	.....	.....	.....
	Cabeza vibratoria		
Sellos	.....	.....	.....
Baleros	.....	.....	.....
Cambio de aceite	.....	.....	.....

1.- Revibración.- La revibración puede definirse como la vibración retardada del concreto previamente colocado y consolidado.

2.- Es usual vibrar el concreto inmediatamente después de que ha sido colocado de tal manera que la compactación se complete antes de que el concreto se endurezca.

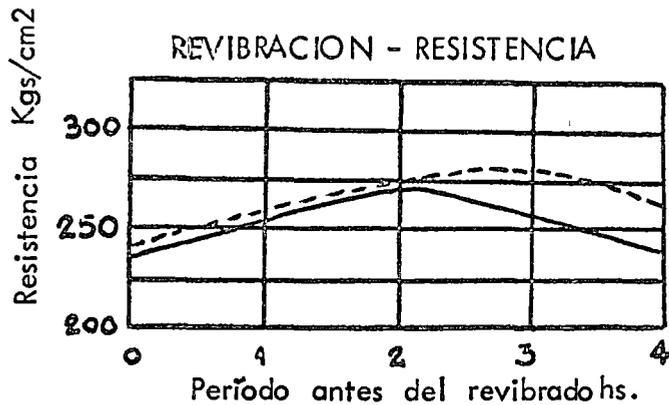
Ha sido mencionado sin embargo que para asegurar una buena liga entre colados, - debiera revibrarse la parte superior de la primera capa colada, dado que la capa inferior puede todavía adoptar un estado plástico; las fracturas de asentamiento y los efectos internos del sangrado pueden así eliminarse.

De esta aplicación exitosa de la revibración, surge la pregunta si la revibración puede usarse más comunmente. En base a ensayos realizados por varios investigadores, - se ha demostrado que el concreto puede revibrarse con buenos resultados hasta cerca de 4 horas después de haberse mezclado.

3.- Sin embargo, la Portland Cement Association previene: "En unas obras expuestas de concreto en la cual la apariencia es importante, debe tenerse cuidado en evitar - que los vibradores penetren a través del concreto fresco hasta el interior de una capa inferior de concreto endurecido. Si esto se permite puede aparecer en la superficie una línea ondulada de demarcación entre las capas.

Aunque la calidad del concreto no se afecta, la línea ondulada será objetable desde el punto de vista de la apariencia.

Con la revibración entre 1 y 2 horas después de colado, se determinó que se incrementa la resistencia a la compresión a los 28 días de acuerdo a la gráfica siguiente:



La compactación está hecha en base al mismo período total de vibración, aplicado ya sea inmediatamente después de vaciado o vibrado parcialmente en el momento de colar y terminar en un tiempo específico posterior. Ha sido reportado un incremento de resistencia de aproximadamente un 15%, pero los valores últimos dependerán de la trabajabilidad de la mezcla y de los detalles de procedimiento de vibrado utilizado.

En general, el mejoramiento de la resistencia es más pronunciado a edades tempranas y es mayor en concretos con características con tendencia al sangrado, dado que el agua atrapada es expulsada en la revibración. Por la misma razón, la revibración mejora grandemente la adherencia entre concreto y acero. También lo posible que parte del incremento de resistencia se deba al alivio de los esfuerzos plásticos de contracción alrededor de las partículas de agregado.

A pesar de todas estas ventajas, la revibración no se usa ampliamente ya que implica un paso adicional en la fabricación del concreto y por lo tanto aumenta el costo.

Vibradores de Concreto

MANUAL DE INSTRUCCIONES Y PARTES

Los vibradores de aguja tipo AA constan de cuatro partes principales:

- 1.- Motor.
- 2.- Cabezal vibratorio
- 3.- Chicote y manguera de protección.
- 4.- Acoplamiento del eje.

CARACTERISTICAS

Tipo		AA 36	AA 48	AA 62
Frecuencia v.p.m.	50 Hz.	12000	12000	11000
	60 Hz.	12000	12000	11000
Diámetro del Tubo	mm.	37	45	63
Longitud del Tubo	mm.	385	440	494
Longitud del Eje	mm.	4200	4200	4200
		6000	6000	6000
	pies.	14'	14'	14'
		20'	20'	20'

NOTA:

El tubo para estos vibradores de aguja pueden obtenerse en dos versiones, para 50 ciclos y 60 ciclos - (velocidad del motor eléctrico 2900 y 3450 r.p.m.). La frecuencia esta estampada en la parte superior - del cabezal.

El motor de gasolina trabaja con cabezal para 50 ciclos (2900 r.p.m.).

NO DEJAR QUE UN CABEZAL DESTINADO A 50 CICLOS, TRABAJE CON 60 CICLOS.

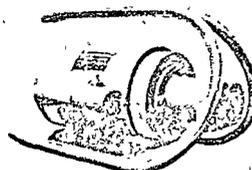
MOTORES DE ACCIONAMIENTO

Para el accionamiento de los vibradores de aguja se emplean motores eléctricos, motores diesel, motores de gasolina o motores de aire comprimido.

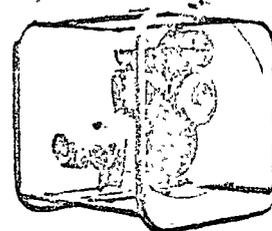
Los motores eléctricos desarrollan una velocidad de 2900 r.p.m. a 50 ciclos y de 3450 r.p.m. a 60 ciclos.

La velocidad de los motores de gasolina, diesel o aire comprimido es de 2900 r.p.m.

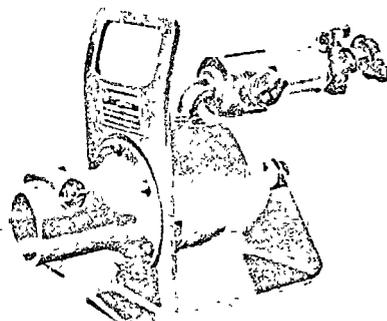
MECSA / Vibro-Verken



Motor Eléctrico



Motor de Gasolina



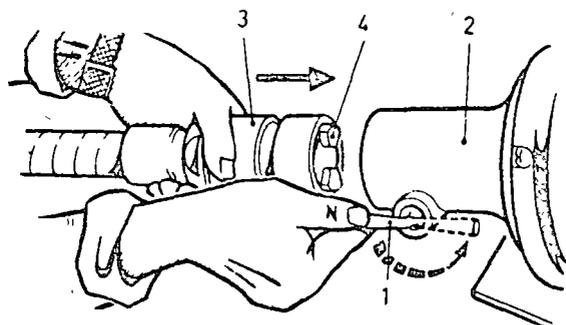
Motor de Aire Comprimido

ACOPLAMIENTO DEL MOTOR

El acoplamiento del eje es idéntico para todos los vibradores de aguja y puede conectarse fácil y rápidamente a los motores de accionamiento.

El acoplamiento se efectúa llevando hacia adelante una manecilla de cierre 1 en el manguito del motor 2 y luego se hace entrar el acoplamiento 3 del eje flexible dentro del manguito de guía.

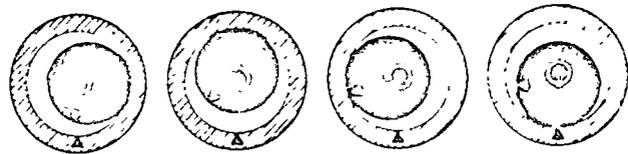
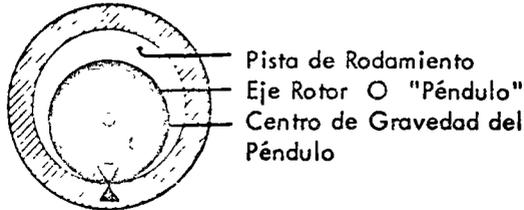
Los talones de conexión 4 deberán coincidir con los del motor para que la manecilla de cierre 1, después de la conexión pueda volver a su posición inicial.



IMPORTANTE: NO ACOPLAR NUNCA EL VIBRADOR CON EL MOTOR FUNCIONANDO.

PRINCIPIO DEL PENDULO

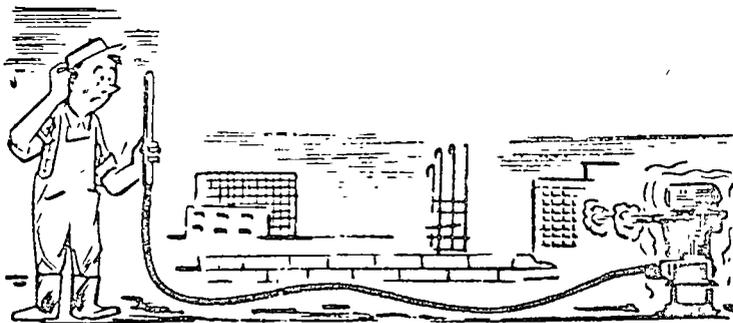
Las vibraciones son producidas por un eje rotor ("Péndulo") el cual gira en un balero de rótula en la parte superior del tubo y es accionado por el eje flexible. Cuando el eje gira, su parte inferior libre es impulsada por la fuerza centrífuga contra una pista de rodamiento situada dentro de la punta del tubo. La parte inferior del eje gira por lo tanto por la pista de rodamiento describiendo un movimiento pendular 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 rodamiento y el diámetro del eje rotor, así como por el número de r.p.m. del eje.



El principio del péndulo queda ilustrado por las figuras de arriba. Cuando el péndulo, cuyo centro de gravedad queda marcado por un punto blanco, describe una vuelta completa en la pista de rodamiento, el péndulo solamente ha girado $\frac{1}{4}$ de vuelta al rededor de su propio eje. Por tal razón con una velocidad de eje de 3000 r.p.m. la frecuencia de vibración será por lo tanto de 12,000 vibraciones por minuto.

MANTENIMIENTO

- 1.- Mantener el vibrador de aguja y el motor lo más limpios posible. El dispositivo de desembrague deberá mantenerse siempre escrupulosamente libre de óxido y suciedad.
- 2.- Cuando se pone en marcha el motor, a veces puede ser necesario dar un golpe lateral al vibrador de aguja para comenzar a vibrar.
- 3.- El eje flexible no deberá trabajar con dobleces o formando bucles, ya que de hacerse así se aumenta el desgaste del eje flexible.

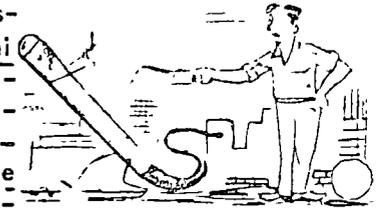


IMPORTANTE:

EN CASO DE QUE EL VIBRADOR NO FUNCIONE CON EL MOTOR EN MARCHA, DE UN PEQUEÑO GOLPE LATERAL EN LA PUNTA DEL TUBO PARA INICIAR LAS VIBRACIONES.

LUBRICACION

Las piezas del cabezal vibratorio no deberán lubricarse bajo ninguna circunstancia y la pista de rodamiento y el péndulo deberán mantenerse completamente limpios y secos. De no hacerse así, la grasa, la humedad o la suciedad pueden ocasionar un deslizamiento entre la pista de rodamiento y el péndulo, resultando un cese vibratorio.



IMPORTANTE:
NUNCA LUBRIQUE EL TUBO VIBRATORIO

REVISION



Después de aprox. 300 horas de funcionamiento deberán desmontarse los vibradores de aguja para su control y para el posible cambio de las piezas desgastadas, todos los "O" rings y sellos deberán cambiarse al efectuarse cada revisión. Limpiar al mismo tiempo el chicote y lubricarlo con grasa.

Grasa Recomendable:

TEXACO Molytex Grease 2M
MOBIL OIL Lithim Grease Special

El chicote se entrega con grasa del tipo por arriba mencionado o similar y no necesita ser lubricado hasta después de 300 horas de funcionamiento, para lo cual el chicote se limpiará y se lubricará con la siguiente cantidad de grasa.

Largo del Chicote

Cantidad de Grasa

4200 mm (14 pies)

84 gramos

6000 mm (20 pies)

120 gramos

LOCALIZACION DE AVERIAS

AVERIA	CAUSA	MEDIDAS A TOMAR
Cesan las vibraciones.	El sentido de rotación del motor es erróneo (se aplica únicamente a los motores eléctricos) Ha penetrado grasa en la pista de rodamiento a través de la junta en la parte superior de tubo vibratorio. Se ha formado agua de condensación entre el cuerpo de rodadura y el péndulo.	Intercambiar dos de los conductores en la clavija de conexión. Limpiar el péndulo y la pista de rodamiento, para la limpieza se desenroscara la punta del tubo en la junta A y el tubo vibratorio en la junta B (IMPORTANTE: SON ROSCAS IZQUIERDAS)

CURADO

I. - GENERALIDADES

Definición:

El término "curado del concreto" se usa para referirse al mantenimiento de un ambiente favorable para la continuación de las reacciones químicas del concreto. Esto puede realizarse ya sea conservando la humedad interior o bien suministrando humedad al concreto a la vez que protección contra las temperaturas extremas. Es muy importante el curado a edades tempranas, pues es cuando se constituye la estructura interna del concreto que le permite adquirir resistencia e impermeabilidad. Un "concreto bien curado" indica que la reacción química ha progresado hasta el punto que asegura una conducta satisfactoria del concreto en la estructura.

No existe ninguna medida para medir la perfección o eficacia del curado. La eficacia puede ser juzgada con referencia a la resistencia o alguna otra propiedad que se pueda medir. Una superficie desmenuzable o agrietada es frecuentemente una indicación de un curado inicial inadecuado.

Bajo condiciones normales, el agua del concreto no se pierde inmediatamente y la resistencia aumenta durante cierto tiempo. La magnitud y la duración de tal aumento dependerán de la riqueza de la mezcla, de las dimensiones de la pieza y de sus condiciones de exposición al secarse. Bajo una falta total de humedad, el concreto no continúa endureciéndose o aumentando su resistencia. El efecto de un curado húmedo continuo se ilustra con la comparación entre concretos curados

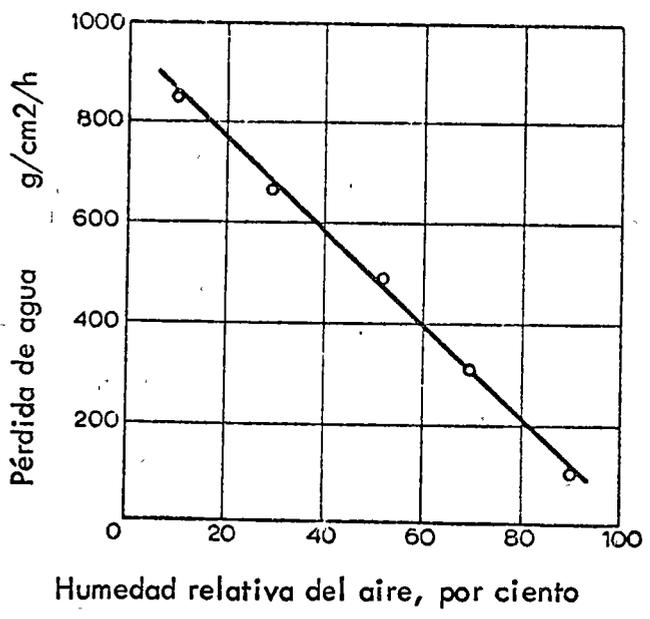
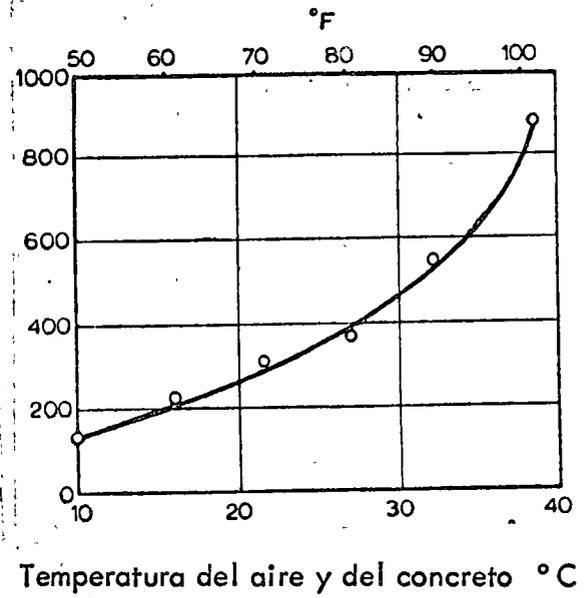
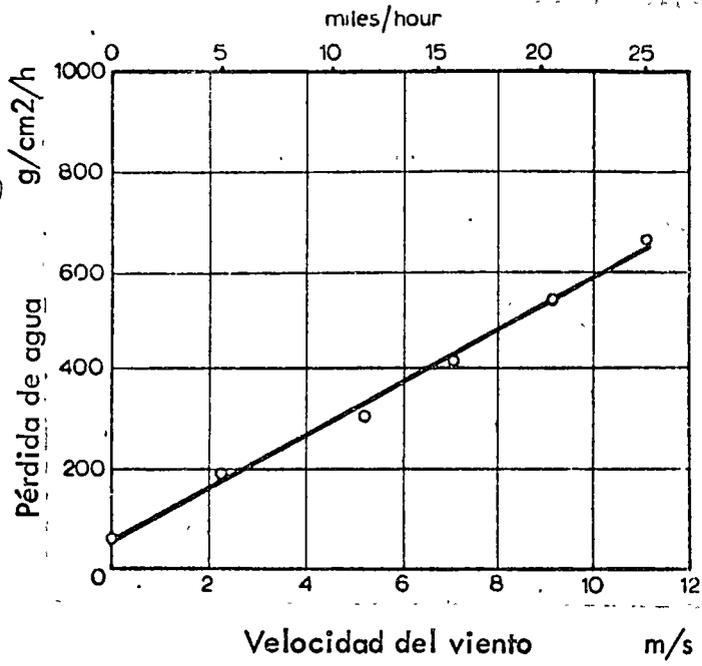
al aire y en humedad, y cuyos resultados se muestran en la gráfica.

Requisitos básicos para el curado.

Se requieren cinco condiciones fundamentales para lograr un curado del concreto adecuado. Cada uno de ellos se modificará de acuerdo al volumen, la distribución de la masa y el grado de exposición del concreto y la extensión del trabajo en que se usará. Estos cinco requisitos son:

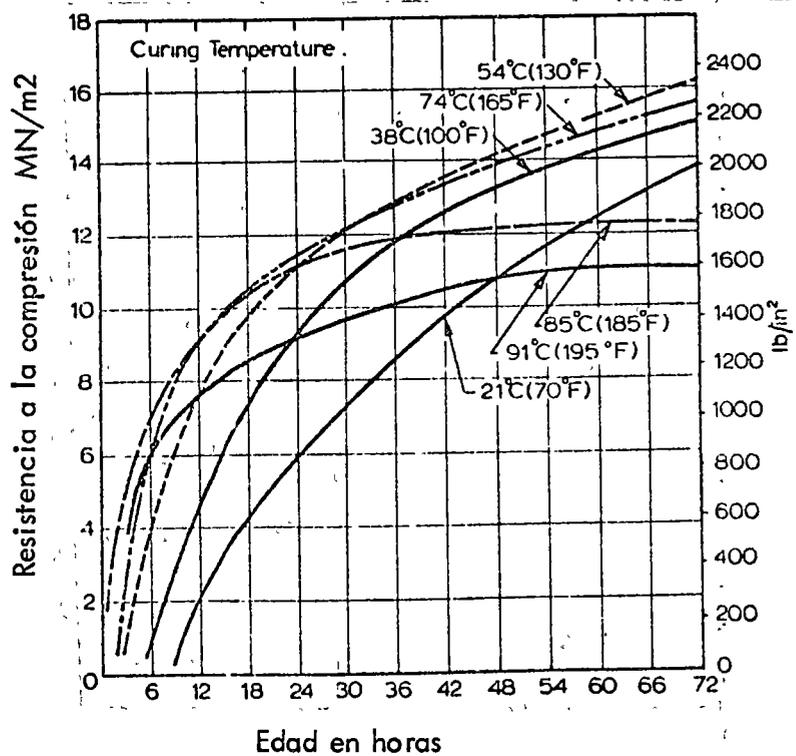
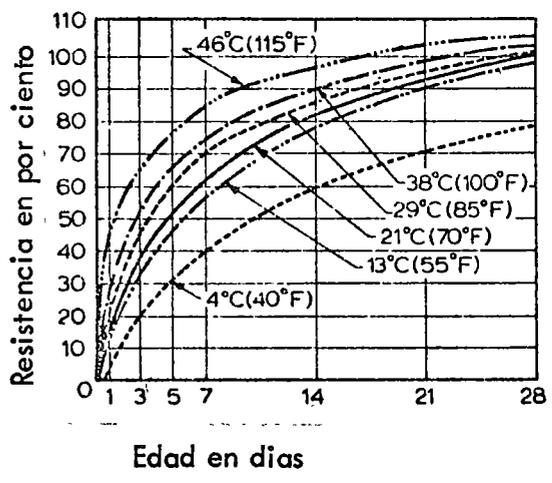
1. La conservación de un contenido adecuado de agua en el concreto.
2. El mantenimiento de la temperatura del concreto a un valor superior a la de congelamiento y tan constante como sea practicable durante el período de curado.
3. La conservación de una temperatura razonablemente uniforme en toda la masa de concreto.
4. Protección de la estructura contra daños de tipo mecánico, particularmente cargas pesadas, choques fuertes, excesiva vibración, especialmente durante la primera fase del período de curado.
5. El paso del tiempo para la hidratación del cemento y endurecimiento del concreto al grado necesario para la segura utilización de la pieza o estructura que forma.

La evaporación rápida del agua del concreto depende de la temperatura, humedad relativa y velocidad del viento. Una indicación de la influencia que tienen estos 3 conceptos se puede obtener de las gráficas siguientes:

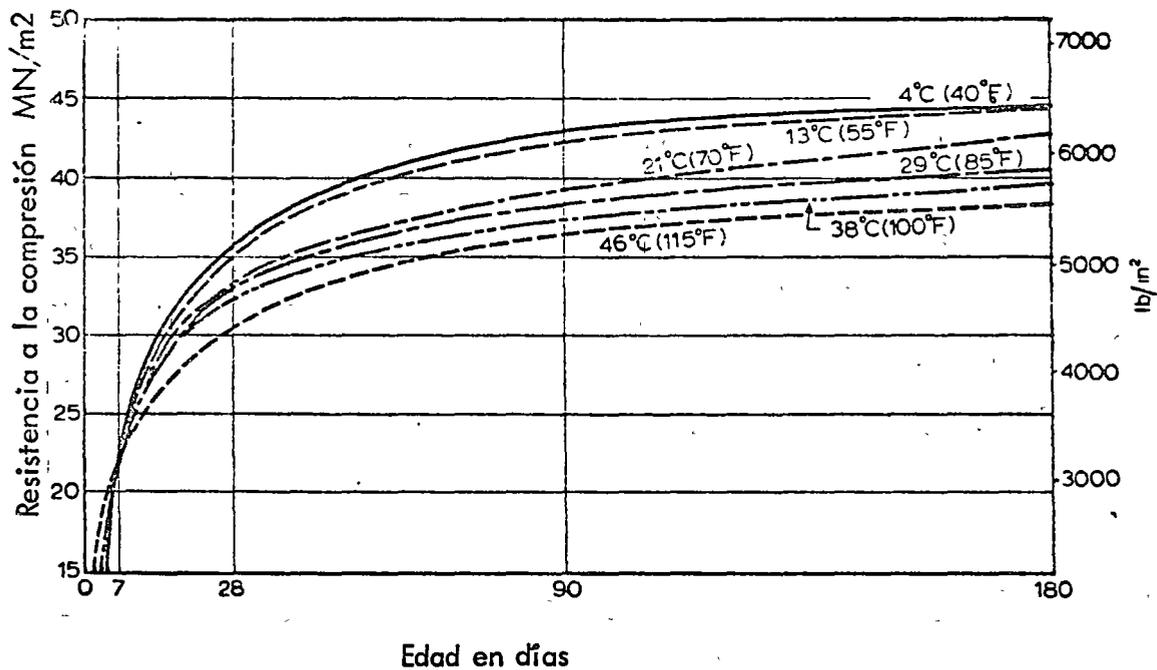


Varios estudios se han realizado para determinar en que forma afecta la temperatura a los concretos durante el curado.

La gráfica 6 nos muestra las diferentes curvas de resistencia alcanzadas a los 28 días con curados a diversas temperaturas. Las temperaturas más perjudiciales en esta fase son evidentemente las bajas que en ocasiones pueden provocar la congelación que es capaz de agrietar la masa disminuyendo permanentemente la resistencia.



W.H. Price estudió el efecto de las 2 primeras horas de curado aplicando a dos especímenes temperaturas de 4 a 46° C y curando todas las muestras a 21° C después de las 2 horas. El resultado fue que los especímenes curados a altas temperaturas presentaban una resistencia mayor solo en los primeros días y posteriormente se reducía.



II.- Métodos de Curado

Para mejorar la calidad del concreto se requieren dos condiciones: (1) Presencia de humedad y (2) Una temperatura favorable. El concreto puede mantenerse húmedo

y a temperaturas favorables por medio de métodos de curado, que se clasifican de la siguiente manera:

- 1.- Los métodos que proporcionan humedad adicional a la superficie del concreto, en el primer período de endurecimiento. Estos métodos incluyen almacenamientos pequeños de agua, rocío y uso de cubiertas de material húmedo. Tales métodos, previenen enfriamiento a través de la evaporación, lo cual es beneficioso en tiempo caluroso.
- 2.- Métodos que evitan la pérdida de humedad sellando la superficie por medio de láminas plásticas y compuestos líquidos que forman membranas.
- 3.- Métodos que aceleran la resistencia, suplen el calor y a la humedad del concreto.

Esto se logra generalmente con vapor y agua.

Almacenamiento de Agua

En superficies tales como pavimentos, aceras y pisos, el concreto puede ser curado por medio de depósitos de agua. Estos depósitos se forman por medio de diques de tierra alrededor del perímetro de la superficie de concreto.

Este método es muy efectivo para prevenir la pérdida de humedad, pero poco práctico por la considerable mano de obra que requiere. No es recomendable, si el concreto fresco se expone a congelamiento temprano.

Rociamiento

El rociamiento continuo con agua es un método óptimo para el curado. El riego

fino de agua aplicada continuamente por medio de boquillas asegura una humedad constante. La desventaja que presenta es que requiere un suministro adecuado de agua.

Cubiertas húmedas

Las cubiertas húmedas de tela de yute, algodón o cualquier otro material en capas para retener humedad son usadas ampliamente para el curado.

Las cubiertas deben ser colocadas tan pronto como el concreto ha endurecido lo suficiente para evitar así daños que afecten a la superficie. Se deben mantener continuamente húmedas para que la superficie del concreto se mantenga siempre igualmente húmeda.

El cubrir el concreto con arena es un sistema muy efectivo pero costoso, ya que se debe colocar una capa de 2 pulgadas de espesor y mantenerla con humedad constante. La desventaja que nos presenta la arena es que puede causar la decoloración del concreto.

Papel Impermeable

Este es un medio eficiente para el curado de superficies horizontales y de superficies relativamente sencillas. Para este sistema no se requieren riegos - periódicos de agua. El papel debe ser aplicado tan pronto como el concreto ha endurecido suficientemente para prevenir daños en la superficie. En tiempo caluroso, es más recomendable usar papel cuyo lado exterior sea blanco.

Compuestos para Curado

Estos son compuestos líquidos que forman membranas para el curado del concreto

y que previenen la evaporación de humedad del concreto, tanto en el concreto fresco como una vez removida la cimbra.

Los compuestos para el curado se dividen de la siguiente forma: claros o traslúcidos, blanco-pigmentados, gris claro pigmentados y negros. Los traslúcidos pueden tener un tinte que desaparece después de ser aplicados, los blancos pigmentados reflejan considerablemente los rayos del sol, reduciendo así la temperatura del concreto.

Los compuestos para el curado pueden afectar la adherencia entre el concreto endurecido y el fresco. Por consiguiente, no deben usarse donde sea necesaria la adherencia.

Curado a Vapor

El curado del concreto a vapor se emplea cuando se busca una mayor resistencia a temprana edad.

En la actualidad se emplean dos tipos de curado a vapor: curado a vapor de agua por presión atmosférica y curado a vapor por autoclaves de alta presión.

El curado a vapor, por presión atmosférica es generalmente llevado a cabo en un cuarto con vapor u otros métodos semejantes para evitar la pérdida de la humedad, tal como la aplicación de telas alquitranadas. Se aplicará el vapor por lo menos 2 horas después, para así dejar endurecer algo al concreto recién colocado.

Tiempo de curado

El lapso en que el concreto debe ser curado, depende del tipo de cemento, las

proporciones de la mezcla, resistencia requerida, condiciones de clima y condiciones futuras en la exposición del concreto. Para los usos en estructuras en general, el período de curado para concretos colados en el lugar es de 3 días a 2 semanas dependiendo de condiciones tales como temperatura, tipo de cemento y proporciones de la mezcla.

Los períodos de curado a vapor son más cortos dado a que todas las propiedades deseables del concreto son mejoradas por medio del curado, por lo tanto el período de curado debe ser lo más largo posible.

Durante el tiempo de frío, se requiere calor adicional para mantener las temperaturas del curado favorables. Este calor puede ser proporcionado por calentadores de aceite, serpentines de calentamiento, o vapor de agua. En todos los casos, se debe tener cuidado para prevenir la pérdida de humedad del concreto.

El período mínimo de curado para obtener una adecuada resistencia al descascaramiento por efecto de los deshieladores químicos corresponde generalmente al tiempo requerido para desarrollar la resistencia de diseño del concreto.

III. - PRACTICAS RECOMENDADAS PARA CURADOS OPTIMOS

1. - En elementos horizontales: pavimentos, banquetas, canales, presas pequeñas y losas.

Curado inicial

Inmediatamente después de terminadas las operaciones de acabado, el concreto deberá cubrirse con 2 cubiertas de yute, algodón o similar que conserve la humedad. Estas cubiertas deberán mantenerse saturadas hasta que el punto de tempe

ratura máxima producida por el calor de hidratación haya pasado. Este período va_ riará según la temperatura inicial del concreto, la temperatura del aire y el índice de hidratación del cemento usado.

Para el período de curado se puede utilizar un agente para curado aplicándolo in- mediatamente después de remover las cubiertas.

Curado Final

Para después del curado inicial y para el curado final se puede utilizar:

- a) Las cubiertas utilizadas para el curado inicial.
- b) Cinco cm. de arena distribuida en la superficie y saturada rociándole agua.
- c) Una cubierta de papel impermeable de color especial o de plástico coloca_ da en contacto con el concreto.
- d) Cualquier recubrimiento impermeable que se pueda aplicar esparciéndolo en la superficie del concreto.

2. - En elementos verticales: muros, dados, columnas, pisos, techos, y pequeñas - pilas en donde cualquier dimensión es menor de 60 cm.

Curado inicial

Después de terminado el colado o que se hayan pasado las operaciones por más de 3 horas, la superficie expuesta de concreto deberá cubrirse con cubiertas como - anteriormente y mantenidas por lo menos 96 hrs.

Curado final

Cualquiera de:

- a) Aplicación continua de un rociado con agua directamente al concreto.

b) Aplicación de una cubierta de papel impermeable o plástico directamente sobre la superficie de concreto.

c) Aplicación sobre el concreto de algún recubrimiento impermeable.

d) Colocación de una buena capa de arena (mínimo 2") saturada (solo en la tapa de las partes horizontales).

3.- En grandes elementos: grandes dados, pilas, estribos, presas y otros elementos de concreto masivo con dimensión mínima de 60 cm.

a) Se deberá controlar la temperatura de la masa de concreto. En el trabajo deberá existir, cuando sea necesario, un sistema de enfriamiento de la masa de concreto para mantener relativamente uniforme la temperatura a través de toda la masa.

b) Cuando se suspendan las operaciones de colado por cualquier razón, deberá procederse inmediatamente a mantener húmeda la superficie expuesta.

c) Inmediatamente después del descimbrado, deberán conservarse mojadas las nuevas superficies expuestas.

d) Para superficies exteriores de concretos masivos, el humedecimiento deberá continuarse cuando menos 3 semanas.

e) Después de descimbrar, se podrá, aplicar una membrana impermeable a las superficies expuestas en vez del método descrito en c) si dichas superficies no serán cubiertas posteriormente con más concreto.

RESUMEN.

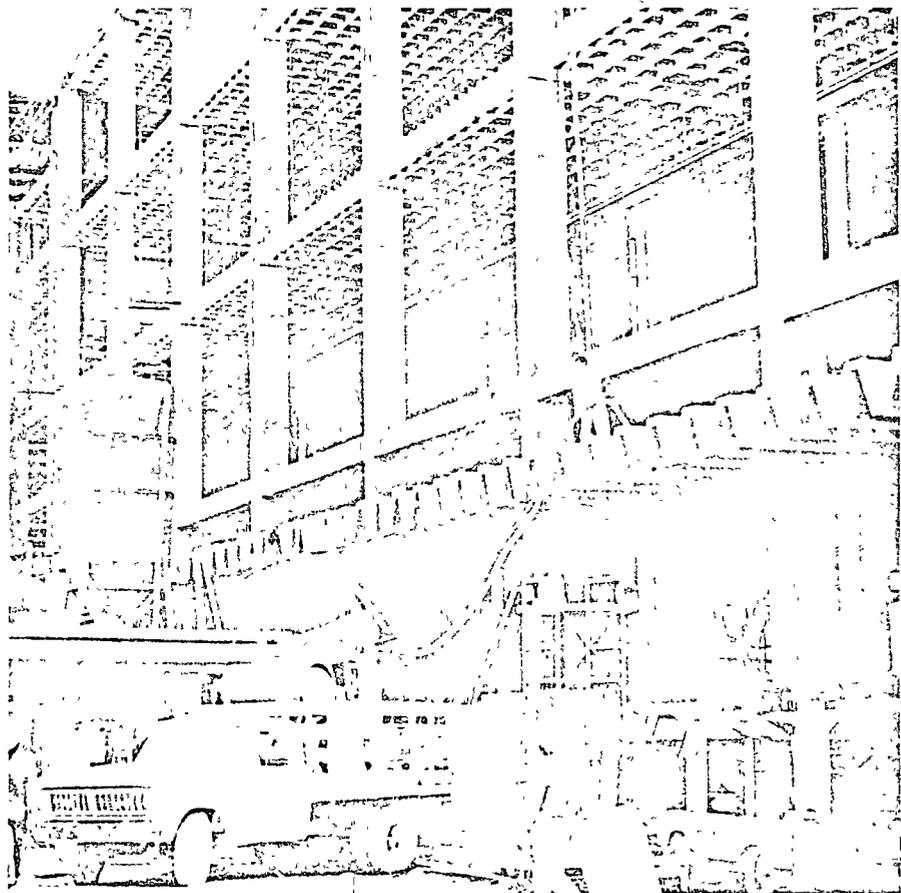
En este artículo el autor describe algunos métodos que se emplean para el curado acelerado del concreto a base de vapor. Detalla en capítulos separados las etapas a que debe someterse el concreto, así como los aditivos y sistemas que hay que emplear para lograr la resistencia deseada dentro del término más corto posible de permanencia en la cimbra. Los diferentes capítulos incluyen elección de aditivos; métodos térmicos; efectos del curado acelerado sobre las propiedades del concreto; ciclos de curado; curado in situ; madurez del concreto por curado acelerado, etc. El autor indica también la importancia de una elección acertada respecto a la calidad del cemento; a la de los aditivos y a los procedimientos de vaciado. Todo ello lo funda en pruebas y fórmulas de laboratorio.

EL DESARROLLO DE RESISTENCIA EN EL CONCRETO CON CURADO ACELERADO

Manuel Estrada Velasco*

SUMMARY

In this article the author describes some accelerated steam curing methods for concrete. He details in separated chapters the different stages to which concrete has to be submitted, as well as the required admixtures and systems to obtain the desired strength within the shortest possible period of keeping concrete in forms. These different chapters include selection of admixtures; thermal methods; effects of accelerated curing methods in concrete properties; curing cycles; curing in situ and concrete maturity obtained by accelerated curing. The author also indicates the importance of surveillance as far as adequate choice of concrete, admixtures and pouring methods are concerned. All the previous comments are founded on tests of laboratory and chemical symbols.



* Ingeniero Civil, Presidente de Curados Científicos de Concreto, S. A.

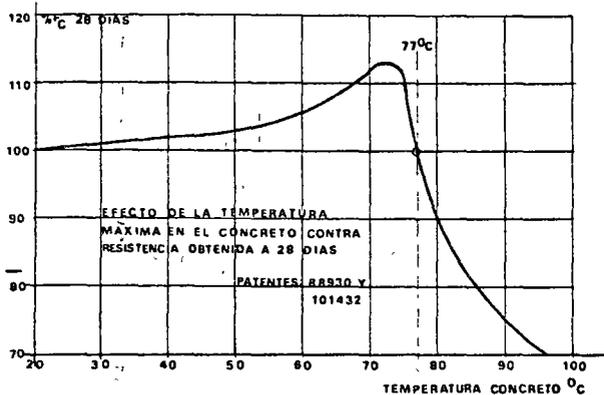


Fig. 1. GRÁFICA DE TEMPERATURA MÁXIMA Resistencia a compresión simple a 12 hr de edad, variando temperatura máxima de curado acelerado "in situ"

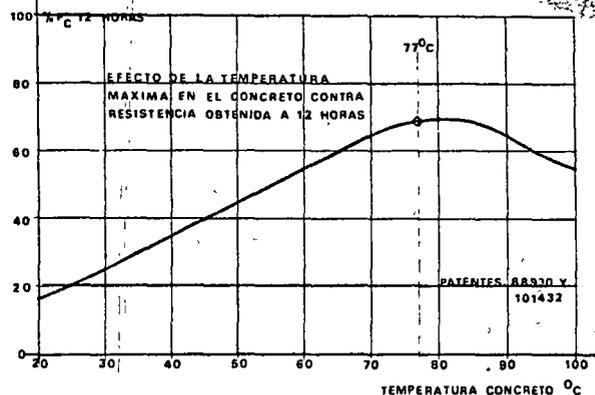


Fig. 2. GRÁFICA DE TEMPERATURA MÁXIMA Comportamiento a 28 días de edad, según la temperatura máxima alcanzada en concreto con curado acelerado "in situ"

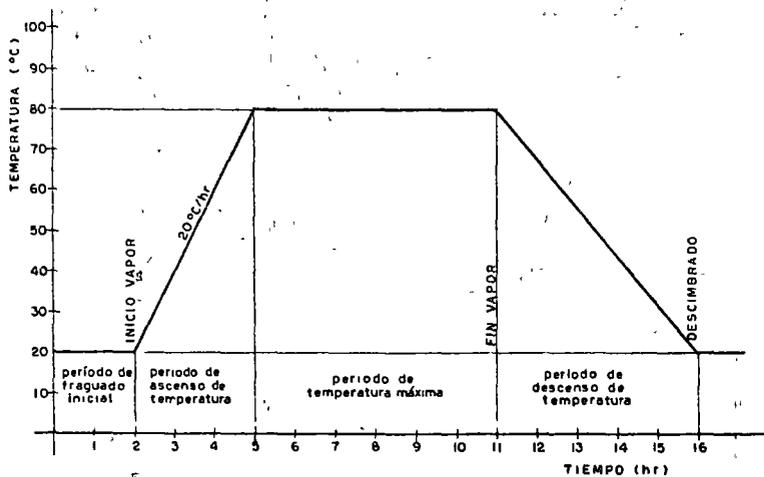


Fig. 3. CICLO DE CURADO ACELERADO "TRADICIONAL"

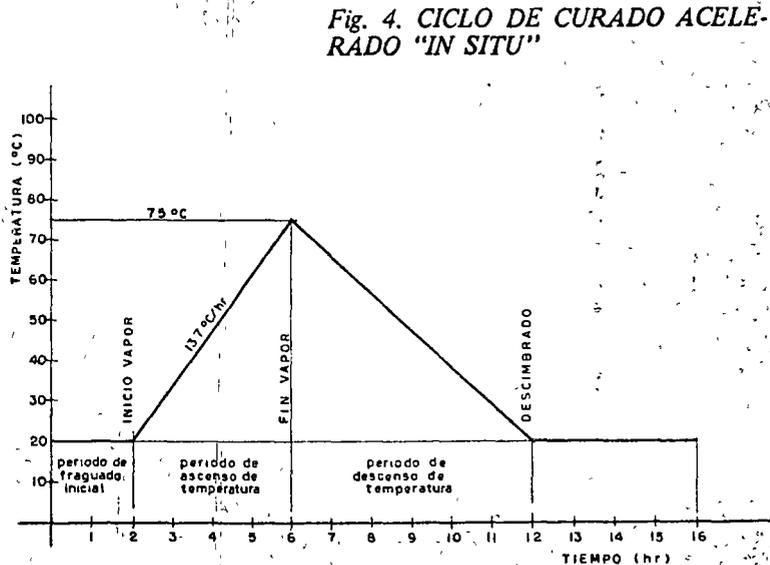


Fig. 4. CICLO DE CURADO ACELERADO "IN SITU"

INTRODUCCION

Desde los inicios de la utilización del concreto como material de construcción a fines del siglo XVIII y principios del XIX en Inglaterra y Francia, hasta la fecha ha representado un problema, el hecho de que el alcance de resistencia en el concreto, sea función del producto temperatura-tiempo. Este hecho ha ocasionado, la necesidad de mantener las formas en posición durante plazos más o menos largos, en función de la resistencia necesaria para que las estructuras puedan soportar las solicitaciones de cargas a que son sometidas al momento del descimbrado y del tiempo que el concreto tarda en alcanzar dichas resistencias.

Debido al enorme incremento en la utilización del concreto como material de construcción en los últimos 100 años y al desarrollo de la tecnología sobre este material, se han ido reduciendo los tiempos de descimbrado, que juegan un papel importante en el costo y plazo de ejecución de las obras. Con este fin se han producido cementos de alta resistencia inicial, se introdujo el uso de acelerantes químicos y se desarrollaron los procedimientos térmicos de curado acelerado. Siendo que estos últimos se han aprovechado casi exclusivamente en la producción de elementos prefabricados y presforzados de concreto, para establecer ciclos de producción diaria y conseguir la rápida reutilización de los moldes. Aunque en los últimos años se ha ido difundiendo la utilización "in situ", fundamentalmente del curado acelerado a base de vapor, consiguiéndose el descimbrado de losas por ejemplo, a edades del orden de las 12 horas.

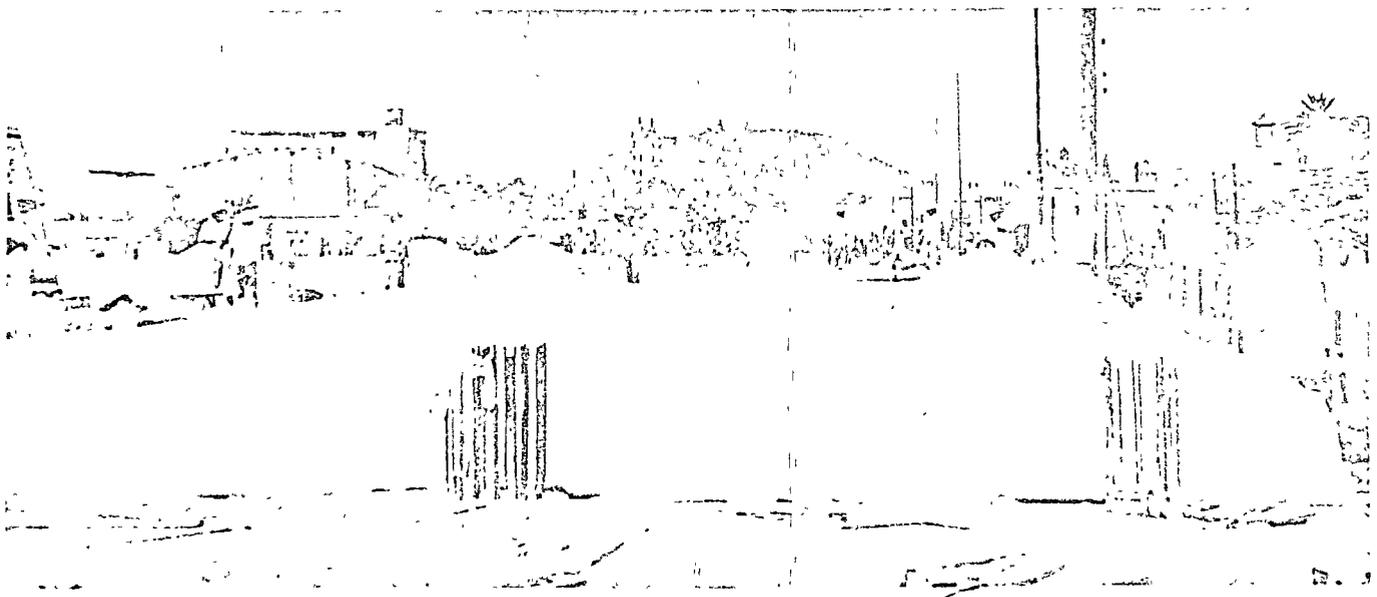
Como podrá notarse, la importancia de la utilización de los procesos de curado acelerado, va en aumento, debido fundamentalmente, en el caso de las fábricas de elementos prefabricados y presforzados de concreto, al aumento de la productividad y reducción de las áreas de almacenamiento, y en el caso de las estructuras coladas en el lugar, a la reducción de los plazos de ejecución de las obras con el mínimo de recursos y consecuentemente al más bajo costo.

METODOS DE CURADO ACELERADO

Los cementos de alta resistencia inicial:

El cemento de resistencia rápida (R.R. Tipo III) producto de una más fina molienda del cemento portland normal (tipo I) con un módulo de finura mayor que el de este último y más alto calor de hidratación, o con una composición química más rica en aluminato tricálcico y silicato tricálcico que son los compuestos que contribuyen más activamente al desarrollo de las resistencias iniciales en el cemento, produce altas resistencias a edades tempranas, alcanzando del orden de 0.60 f'c a los tres días de edad, resistencia que es normalmente suficiente para el descimbrado de casi cualquier elemento de concreto. Se producen también en algunos países del mundo cementos especiales como el de Alta Alúmina, que endurece muy rápidamente y alcanza en 24 horas resistencias del orden de 0.70 f'c, aunque con el gran inconveniente de generar un muy alto calor de hidratación que puede producir peligrosas consecuencias debido a que temperaturas por encima de 30°C durante el curado, reducen considerablemente su resistencia.

La técnica de curado acelerado de concreto a base de vapor ha sido una de las más utilizadas por su alta eficiencia y bajo costo.



Productos químicos:

El aditivo más comúnmente utilizado para acelerar el endurecimiento del concreto, es el cloruro de calcio, que dosificado al 1.50% del contenido del cemento en peso, puede reducir a la mitad el tiempo de alcance de una resistencia dada. Los inconvenientes de este producto son el posible ataque al acero de refuerzo por corrosión ante la presencia de oxígeno y el agrietamiento y contracción debidos al alto calor de hidratación.

También se utilizan con este fin aditivos reductores de agua como el ligno sulfonato de calcio, con los cuales se reduce la relación agua-cemento y consecuentemente se obtienen resistencias más altas a una edad dada.

Métodos térmicos:

El calor ha sido el medio más comúnmente utilizado para acelerar el alcance de resistencia en los elementos prefabricados y presforzados de concreto debido a que la reacción de hidratación del cemento, se acelera notablemente con el incremento de temperatura.

Existen varios procedimientos de curado acelerado por medio de calor, entre los que podemos citar los siguientes

- 1.-Calentamiento del concreto a través de los moldes, utilizando agua caliente, aceite caliente, vapor o aire.
- 2.-Calentamiento del concreto directamente por medio de agua, vapor o aire.
- 3.-Aprovechamiento del calor de hidratación.

Curado eléctrico.

El calentamiento del concreto a través de los moldes puede conseguirse colocando tuberías para agua o vapor en ellos o en las camas de concreto generando el calor en una caldera para agua o vapor. Los inconvenientes de estos métodos son la baja eficiencia térmica del concreto al secado al no reponerse el calor mezclado que se evapora con el aumento de temperatura en el concreto. El calentamiento de los moldes por medio de aire caliente, ha sido utilizado, usando quemadores de flama que produce los mismos inconvenientes antes mencionados.

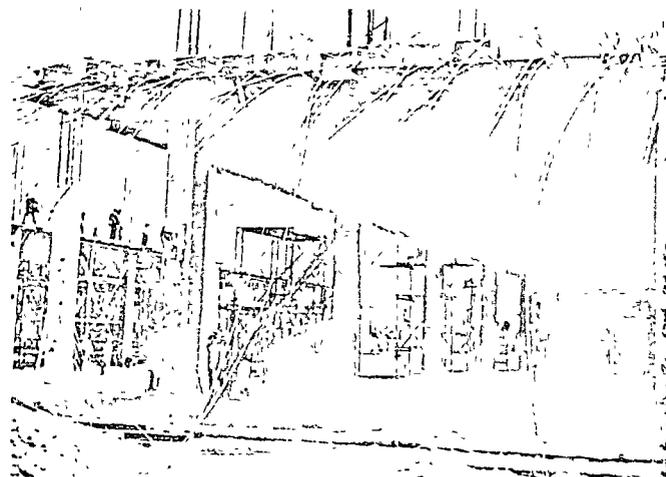
El agua, el aire y el vapor también han sido utilizados para el curado acelerado del concreto, directamente al mismo, siendo el medio más eficiente de calentamiento el de utilizar vapor debido a ser el de más alto calor latente y concretamente el que cede mayor cantidad de calor por kilogramo de vapor utilizando y por kg. combustible empleado para su generación.



El mayor beneficio logrado con el curado acelerado con calor es el rápido alcance de resistencia a la compresión.



Cilindro de prueba sometido al mismo proceso de curado ensayado a las 30 hr de edad.



Empleando el proceso de curado acelerado a base de vapor se ha llegado a conseguir el descimbrado de losas a edades del orden de las 12 hr.

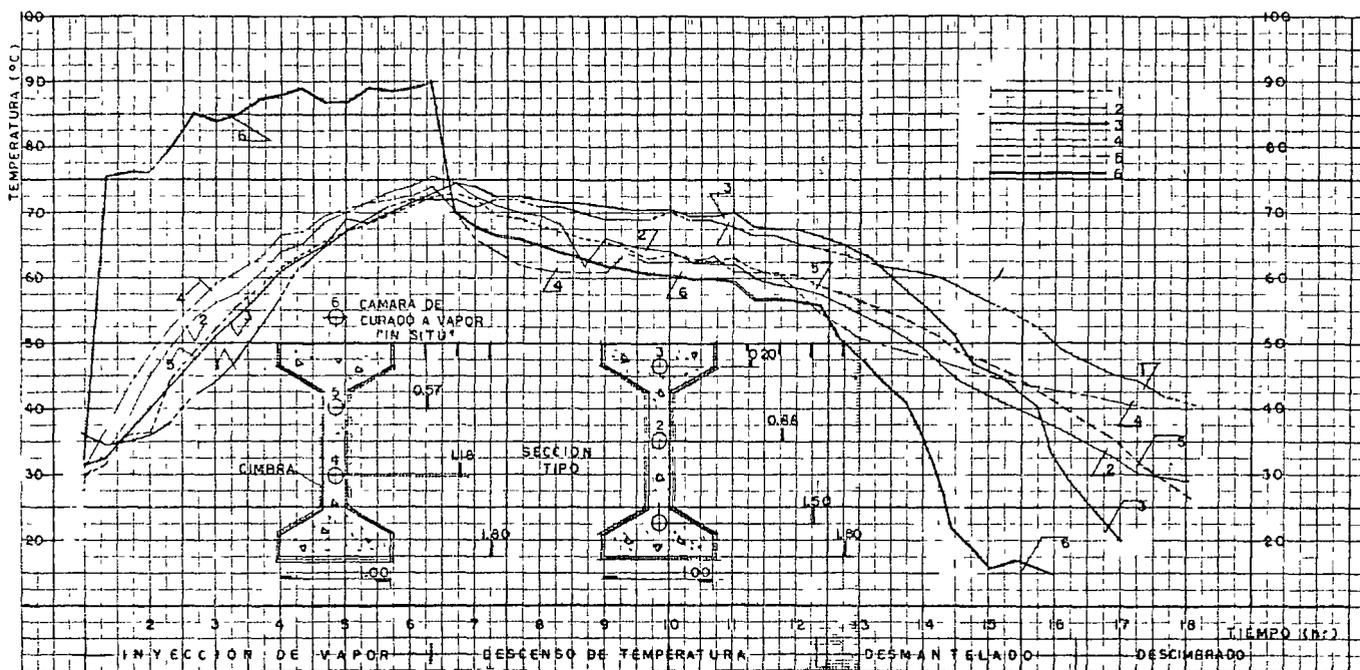


Fig. 5. Variación de temperatura en la sección indicada a diferentes profundidades, medición efectuada por medio de un termopar.

La técnica de curado acelerado de concreto a base de vapor ha sido una de las más difundidas y utilizadas, debido a su alta eficiencia y bajo costo, además de no tener el inconveniente de secar el concreto, pues por el contrario lo mantiene en una atmósfera de humedad y calor, dándole las condiciones óptimas de curado.

3).- Aprovechamiento del calor de hidratación. El calor de hidratación es el calor cedido cuando el cemento se combina químicamente con el agua. La cantidad de calor generado, depende del tipo y cantidad de cemento en la mezcla.

Aislando los moldes y las superficies expuestas del concreto, gran parte del calor de hidratación puede ser aprovechado para un curado acelerado. Debe tomarse en cuenta que el concreto aislado térmicamente alcanza su temperatura máxima entre 8 y 12 horas después de haberse mezclado y que esta temperatura llega a 40°C o 50°C para contenidos de cemento del orden de 300 a 350 kg/m³. (fig. 6).

Es importante hacer notar que el uso racional de este hecho puede ayudar notablemente, a alcanzar altas temperaturas de curado en elementos de concreto de grandes dimensiones, tales como losas y vigas de gran peralte. Cuando se utilizan cimbras de madera o de algún otro material aislante térmico y se forma una cámara de curado sobre la super-

ficie expuesta del concreto, de tal modo que el elemento a curar, además de quedar aislado térmicamente del medio exterior, recibe el calor de la cámara de curado llena de vapor, por ejemplo, simultáneamente a la etapa de mayor generación del calor de hidratación del cemento, se pueden alcanzar altas temperaturas de curado en los puntos más altos de la cámara de vapor, cuando ésta es formada exclusivamente por la parte superior del elemento a curar, es decir, la superficie expuesta del concreto. El aprovechamiento del calor de hidratación del cemento simultáneamente con el curado por medio de vapor, produce la combinación de procedimientos de curado más eficiente y bajo costo conocido actualmente.

4).- Curado eléctrico Varios métodos de curado eléctrico han sido desarrollados. Método de curado utilizando ya sea el acero de refuerzo, o resortes especiales de alambre, como elementos calefactores. Y métodos externos utilizando paneles eléctricos, que se colocan sobre la superficie expuesta del concreto y se conectan entre ellos a una fuente de poder. Este tipo de módulos también se colocan sobre las cimbras metálicas para calentar el concreto. Con el curado eléctrico, es necesario envolver los elementos de concreto con alguna cubierta impermeable para evitar la pérdida de humedad. La eficiencia térmica del curado eléctrico, es considerablemente inferior a la del curado a base de vapor.

el concepto madurez de Saul con este propósito, con el cual las resistencias predeterminadas resultan muy inferiores a las alcanzadas en la realidad. El concepto de Saul es que la resistencia de cualquier concreto, puede relacionarse con su madurez, expresada por el producto de la temperatura por el tiempo de curado, considerando la temperatura base de 10°C que se ha determinado que es la temperatura a la cual el concreto no desarrolla su resistencia. Más adelante expondremos en detalle nuestros conceptos de desarrollo de resistencia en el concreto de curado acelerado.

Resistencia a la compresión a los 28 días

Quando se habla de curado acelerado del concreto por medios térmicos, se tiene la idea en general, de que las resistencias a 28 días son inferiores a las de un concreto curado con agua. Para aclarar esta idea es necesario tomar en consideración los siguientes hechos:

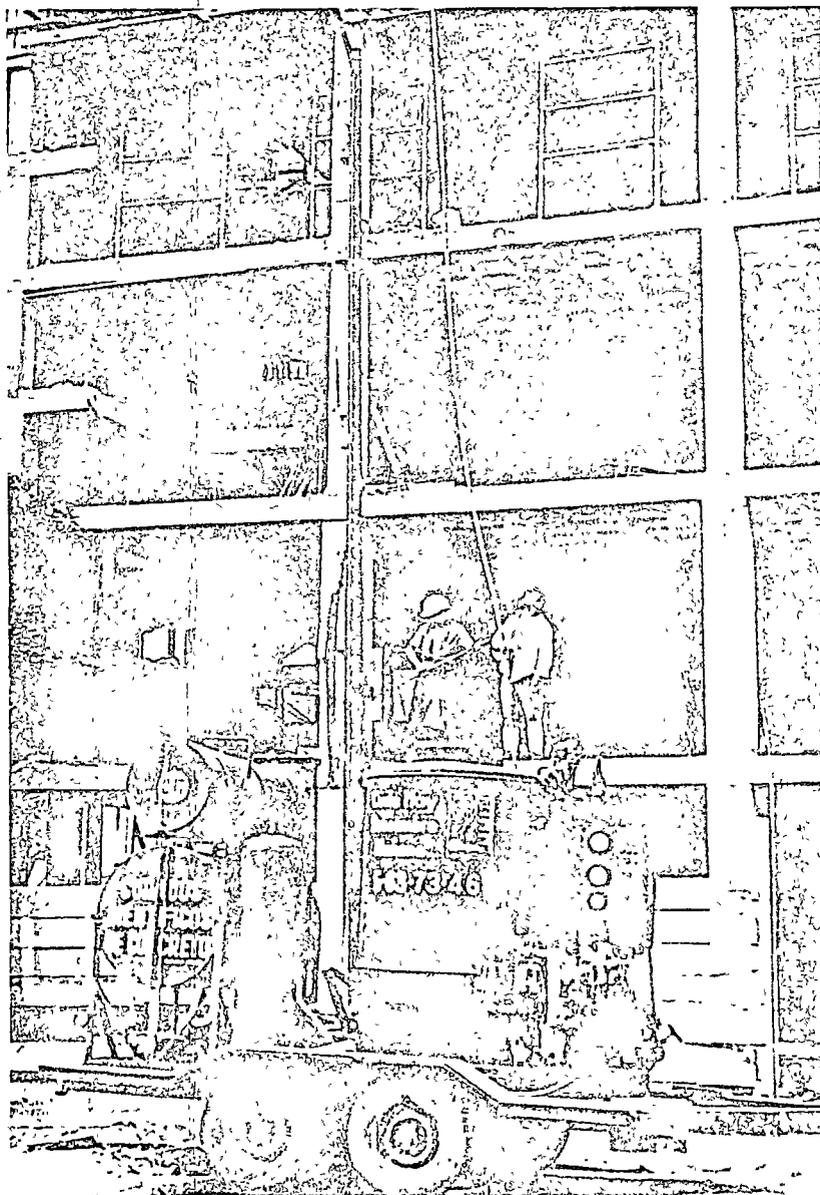
a).- El sistema tradicional de curado con vapor, produce resistencias inferiores a 28 días de las alcanzadas en los cilindros de prueba curados de acuerdo con la norma ASTM C 31-69 a $23^{\circ}\text{C} \pm 1.7^{\circ}\text{C}$ y 100% de humedad durante 28 días. Este hecho es fundamentalmente debido a que el ciclo tradicional, establece un período de mantener la temperatura máxima durante 6 horas con lo cual normalmente se sobrepasan los 80°C en el concreto, produciéndose un efecto de reducción de la resistencia final (fig. 3). Además de evaporarse parte del agua de mezclado debido a que en esta etapa, la cámara de vapor alcanza temperaturas superiores a los 90°C y el concreto que está más frío cede humedad y se produce un efecto de secado, que afecta la resistencia.

b).- El procedimiento propuesto por el autor, establece un ciclo de carga y descarga de temperatura, en el cual al alcanzarse la temperatura máxima de 77°C se suspende la inyección de vapor y se obtiene una temperatura de equilibrio entre la cámara de vapor y el concreto. Después de alcanzarse este punto la temperatura de la cámara, baja y se mantiene por debajo de la del concreto, con lo cual la cámara cede humedad al concreto. Con este proceso se alcanzan a los 28 días resistencias que van del 100 al 110% del f'c.

c).- El curado de cilindros de acuerdo con la norma, a 23°C y 100% de humedad durante 28 días, establece un procedimiento reproducible de control de calidad del concreto, más no es representativo de la resistencia real de un concreto curado a la intemperie en planta o en obra, cuya resistencia en general es inferior a la de los testigos de control.

Tomando en consideración los hechos anteriores,

La utilización de procesos de curado acelerado tiende a la reducción de los plazos de ejecución con el mínimo de recursos y consecuentemente a más bajo costo.



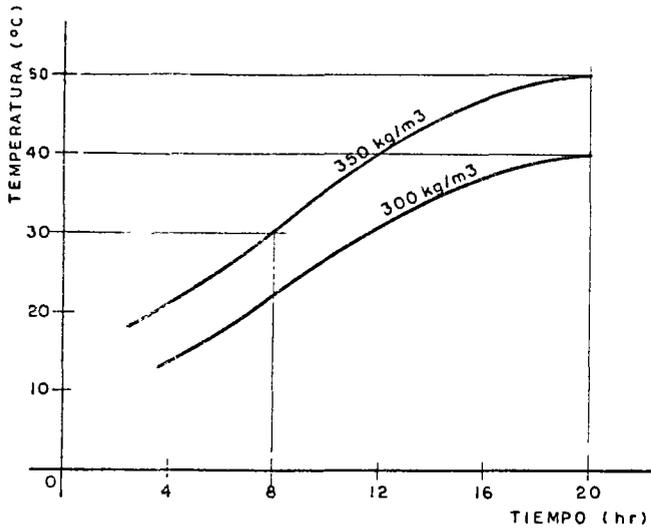


Fig. 6. Calor de hidratación. Temperatura del concreto aislado térmicamente, en función del contenido de cemento.

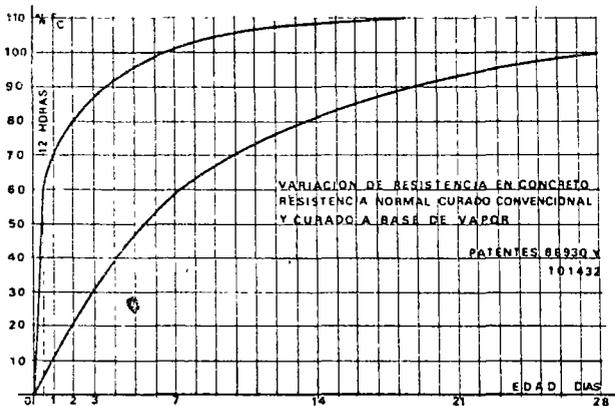


Fig. 7. Curvas de resistencia en concretos con curado acelerado "in situ" y curado convencional, empleando cemento tipo I (R.N.)

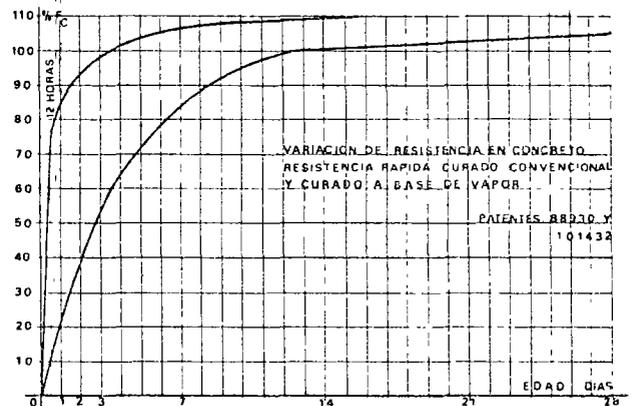


Fig. 8. Curvas de resistencia-tiempo en concretos con cemento tipo III, curados convencional y acelerado a base de vapor "in situ"

EFFECTO DEL CURADO ACELERADO POR CALOR EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO

Resistencia inmediata a la compresión

El mayor beneficio del curado acelerado con calor es el rápido alcance de resistencia a la compresión. Esta resistencia puede variar del 60 al 80% de la de 28 días a una edad entre 12 y 18 horas (fig. 7 y 8), dependiendo del tipo de cemento utilizado y del ciclo de tratamiento térmico. El ciclo puede establecerse en función de los resultados deseados.

Varios autores han intentado establecer la ley que relaciona la resistencia a la compresión alcanzada al final del ciclo de curado, en función del tiempo y la temperatura, sin haberse llegado hasta la fecha a resultados satisfactorios. Se ha tratado de aplicar

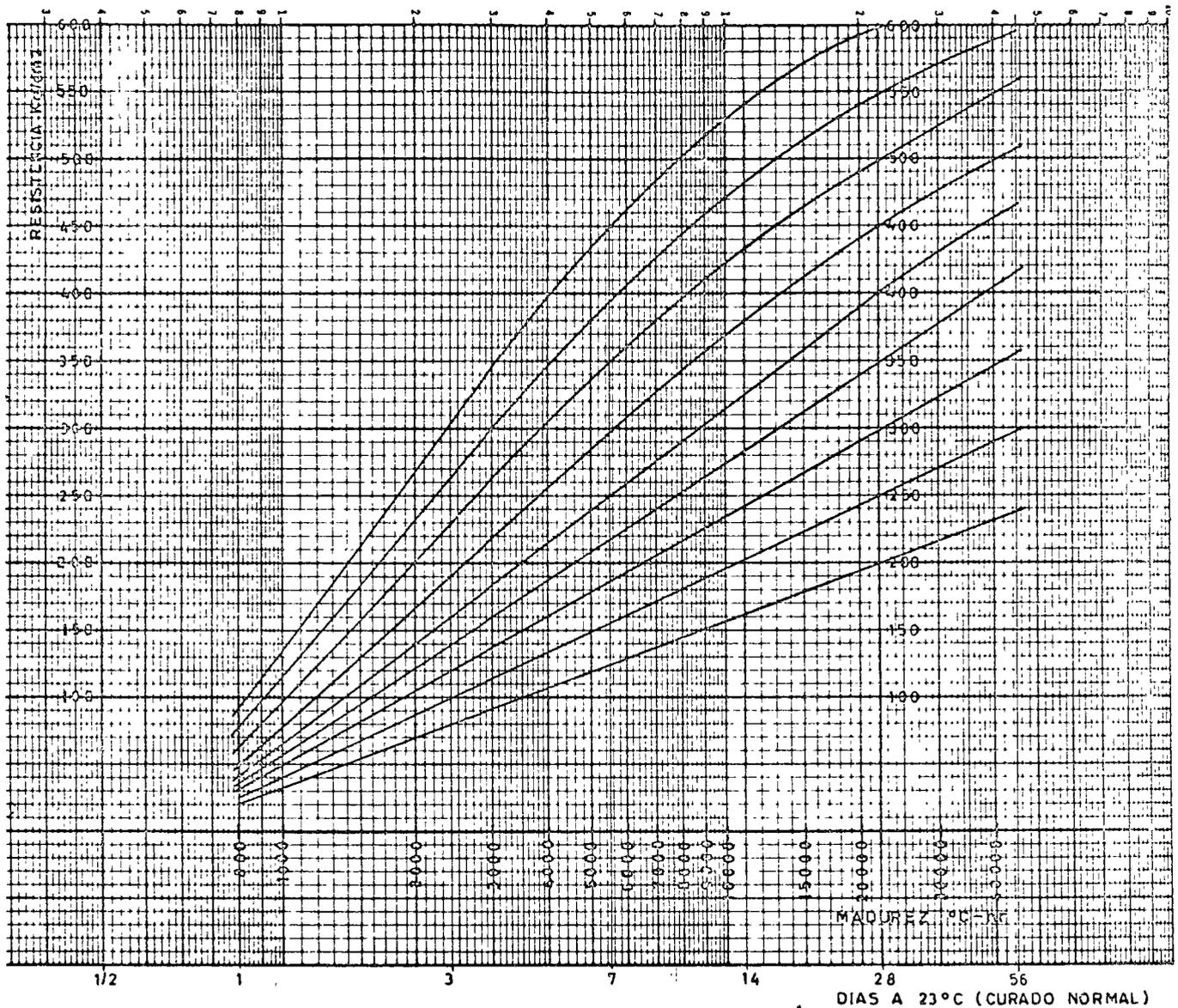


Fig. 9. Gráfica de diseño. Resistencia a la compresión-madurez

se puede concluir que la resistencia a la compresión a 28 días de un concreto curado acelerado térmicamente, es comparable y en algunos casos superior a la de un concreto curado con agua.

Las investigaciones sobre los efectos que afectan el alcance de resistencia en el curado de concreto a vapor, se pueden reunir en las siguientes recomendaciones

1.- El curado acelerado por medios térmicos debe iniciarse después de dos horas del colado del concreto, o de haberse presentado el fraguado inicial. Es necesario considerar que el concreto

fresco en una mezcla de materiales con diferentes coeficientes de expansión térmica, los del cemento y agregados aproximadamente iguales, el del agua 20 veces mayor y el del aire 300 veces mayor. El concreto fresco calentado sufre una serie de expansiones diferenciales que producen una ruptura interna. Si no se ha iniciado el proceso de fraguado, es de esperarse que se produzcan pérdidas de resistencia.

2.- El incremento de temperatura no debe ser mayor de 23°C /hr, y los 75°C no deben alcanzarse antes de 4 horas a partir del momento del colado.

3.- La temperatura máxima no debe exceder 77°C.

4.- La temperatura máxima en la cámara de vapor no debe mantenerse por ningún tiempo, (salvo el caso de que no importe sacrificar la resistencia final del concreto).

5.- El descenso de temperatura en el concreto no debe ser mayor de 33°C/hr.

El no tomar en cuenta las anteriores recomendaciones puede dar como resultado importantes reducciones en la resistencia final del concreto.

Resistencia a la tensión

Debido a la directa relación entre la resistencia a la tensión y a la compresión en el concreto, los efectos que afectan la resistencia a la compresión son aplicables a la resistencia a la tensión.

Resistencia a la flexión.- Es igualmente afectada que la resistencia a la tensión y a la compresión.

Módulo de elasticidad.- Guarda la misma relación con la resistencia a la compresión, que un concreto curado normalmente. (fig 11)

Contracción.- Las investigaciones que se han hecho al respecto han encontrado significativas reducciones en la contracción por secado de concretos curados a vapor, comparados con especímenes curados en agua.

Agrietamiento.- Se han observado reducciones por encima del 50% en el agrietamiento de especímenes curados a vapor comparados con especímenes curados con agua. Esto es atribuible al rápido secado del concreto curado a vapor.

Resistencia a congelamiento y descongelamiento.- Los especímenes curados a vapor o con curado normal, muestran la misma resistencia a esta prueba.

Permeabilidad.- Algunos autores no han encontrado diferencia en la permeabilidad de especímenes curados a vapor o con curado normal. Otros han encontrado un aumento de la permeabilidad del concreto curado a vapor.

Resistencia al ataque de los sulfatos.- En la prueba acelerada se han encontrado que el concreto curado a vapor, tiene una resistencia mucho mayor al ataque de los sulfatos, que el curado normalmente.

CICLOS DE CURADO:

Curado tradicional

Entre los procedimientos del curado acelerado el más utilizado por sus ventajas sobre los demás, es el curado a vapor. Este procedimiento se viene utilizando hace largo tiempo en plantas de prefabricados

y presforzados de concreto, empleando un ciclo que llamaremos curado tradicional y que consta de los siguientes períodos (fig. 3).

1.- Período de fraguado inicial.- Este período es el de espera entre la terminación del colado y la aplicación del vapor. Durante este período ocurre alguna hidratación del cemento y se da cierta estabilidad al producto antes de exponerlo al vapor. La duración de este período es normalmente de 2 a 3 horas.

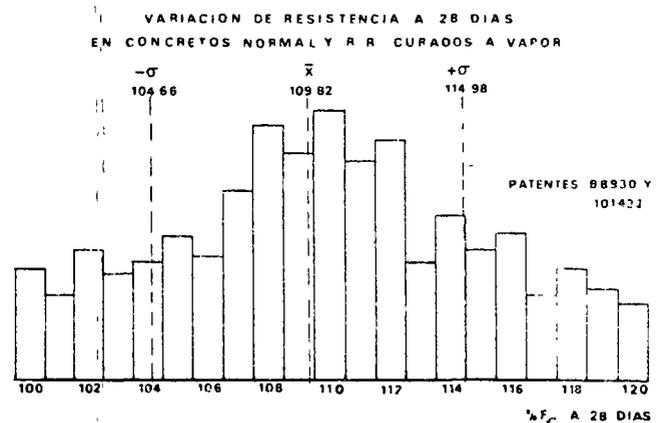
2.- Período de ascenso de temperatura.- Es el período durante el cual la temperatura es aumentada, con un incremento controlado hasta obtener la temperatura máxima deseada. Este período es variable en función de la masa de concreto a calentar, de la potencia del generador de vapor y de las pérdidas. El incremento de la temperatura no debe exceder los 23°C/hr.

3.- Período de temperatura máxima.- Es el período en el cual se mantiene la temperatura al nivel máximo deseado, durante varias horas, según el porcentaje de la resistencia final que se desea obtener. Este período es normalmente de 6 hr manteniendo 80°C.

4.- Período de descenso de temperatura.- Es el período transcurrido desde la terminación de la inyección de vapor, hasta que el concreto llega a la temperatura máxima. Se recomienda que el descenso no sea a más de 30°C/hr. y que el elemento no sea expuesto al ambiente a temperaturas por encima de 40°C.

La resistencia que se alcanza al final de este tratamiento es del orden del 75 al 80% de la de 28 días, la desventaja de este procedimiento es que a los 28 días sólo se alcanza del orden del 90% de f'c.

Fig. 10. Estadística de incremento de resistencia a compresión simple a 28 días de edad en concreto con curado acelerado "in situ". Según la teoría probabilística de Gauss.

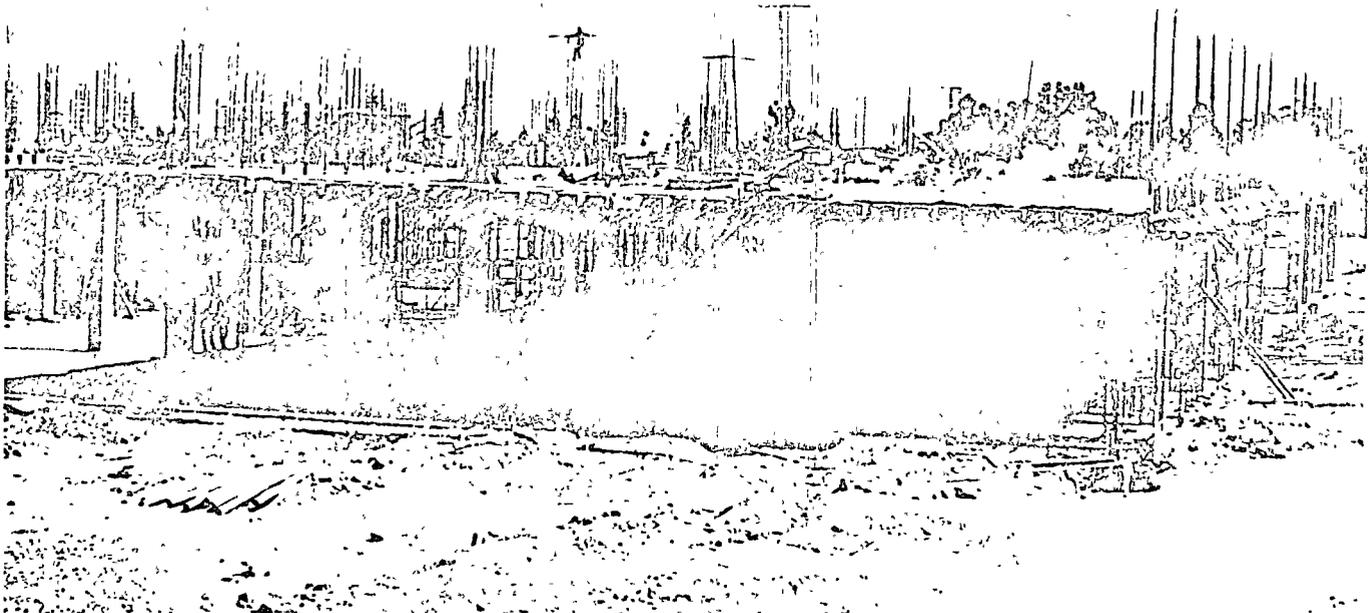


CURADO "IN SITU":

En torno al curado a vapor se han hecho gran cantidad de pruebas, variando los factores que se ha encontrado influyen en las más importantes propiedades del concreto y particularmente en el alcance de resistencia. De todos estos estudios y pruebas se ha concluido en un ciclo, propuesto por el autor, y que se ha aplicado fundamentalmente directamente en obra, a elementos estructurales como losas y vigas coladas "in situ".

Este procedimiento difiere del tradicional básicamente, en que la temperatura máxima no se mantiene por ningún tiempo, es decir, se calienta el concreto hasta 77°C y en el momento que se alcanza esta temperatura, se suspende la inyección del vapor, con lo cual como explicábamos anteriormente se mantiene la temperatura de la cámara por debajo de la del concreto. Con esto, por una parte se evita el secado del concreto y por el contrario, la cámara le cede humedad; la temperatura máxima nunca excede de los 80°C , evitándose dañar el concreto y además el costo del proceso se reduce al reducirse el tiempo de inyección de vapor (fig. 4).

El curado acelerado por medios térmicos debe iniciarse después de 2 hr de colocado el concreto.



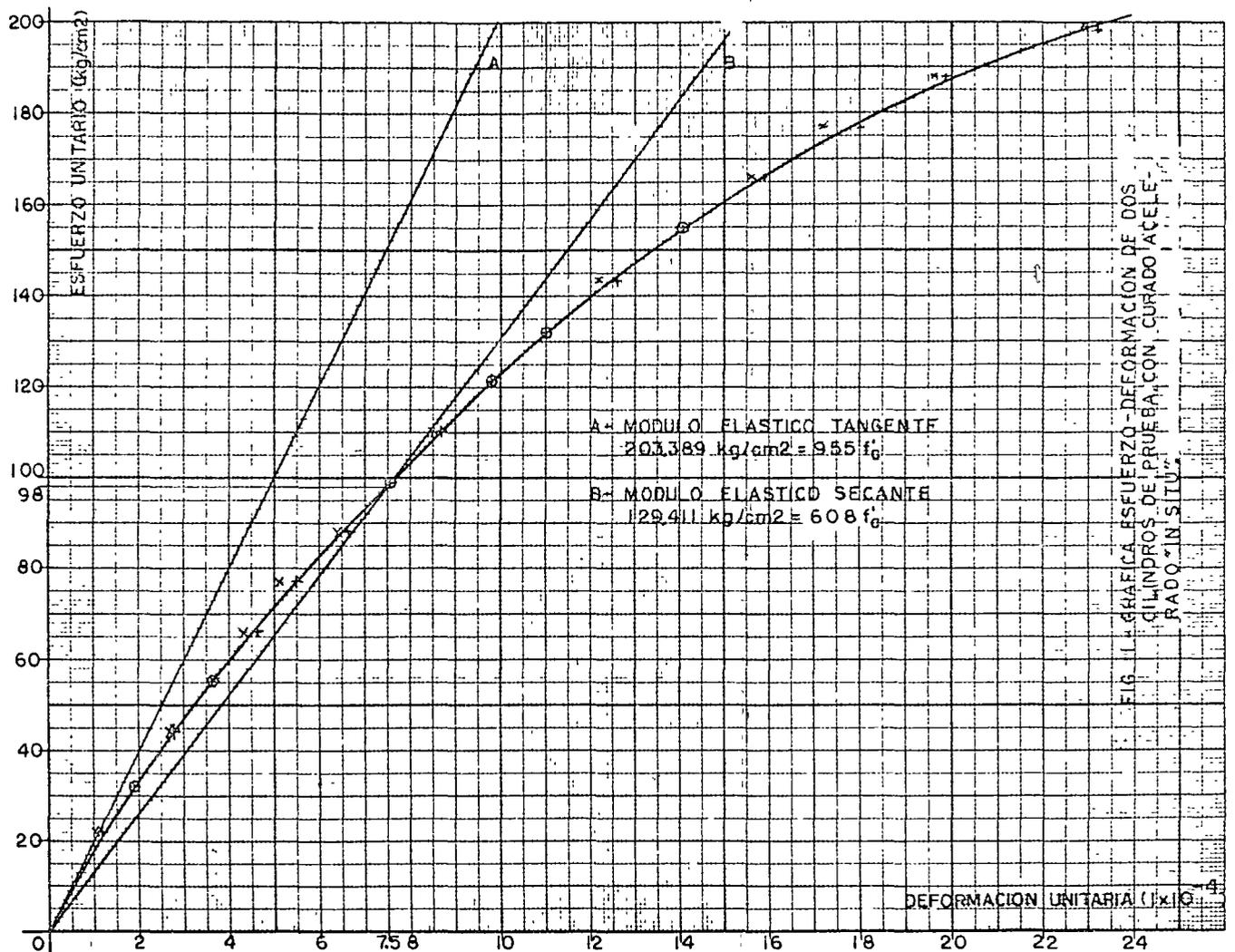


Fig. 11. Gráfica esfuerzo-deformación de dos cilindros de prueba, con curado acelerado "in situ"

Por otra parte si se aplica este procedimiento de tal modo que la temperatura máxima se alcance simultáneamente a la etapa de máxima generación de calor de hidratación del cemento, se obtienen las ventajas siguientes:

- Se requiere generar menor cantidad de calorías para alcanzar la temperatura máxima.
- La temperatura máxima en el concreto se mantiene sin necesidad de inyectar vapor a la cámara después de alcanzar esta temperatura y la cámara que está más fría le cede humedad al concreto, evitando que se seque con menoscabo de la resistencia final.
- Se pueden curar losas y vigas de gran peralte aplicando el calor exclusivamente por la superficie expuesta del concreto, alcanzándose una temperatura máxima uniforme en todo el elemento.

Al final de este tratamiento se alcanzan resistencias entre 60 y 75% de f'_c a edades entre 12 y 18 horas. A 28 días se alcanzan resistencias que van del 100 al 110% del f'_c .

EL CONCEPTO DE MADUREZ EN EL CONCRETO CON CURADO ACELERADO

El concepto de madurez.- La madurez fue definida por Saul como el producto de la temperatura por el tiempo, a partir de la temperatura a la cual el concreto no desarrolla su resistencia, que se ha establecido como -10°C , es decir:

$$\text{MADUREZ} = (T + 10) t \text{ } (^{\circ}\text{C}-\text{hr})$$

Este concepto es aplicable para determinar la madurez de concretos mantenidos a temperaturas menores o iguales a 23°C, como el caso de cilindros de prueba sometidos a curado húmedo de acuerdo con la norma ASTM C 31-69, más el aplicarlo a procesos de curado acelerado produce resultados mucho menores a la realidad, por lo cual este concepto no debe utilizarse para el diseño de ciclos de curado acelerado.

La madurez en el curado acelerado.- Para establecer este concepto, partimos de las siguientes bases:

1.- Se establece como temperatura de referencia T_0 , la de la norma de curado húmedo ASTM C 31-69 de 23°C y como madurez de referencia el producto de $(T_0 + 10) t$, en donde t es el tiempo de curado en horas.

2.- Se parte de la base de que temperaturas por encima de 23°C solo afectan el desarrollo de resistencia en el concreto durante las primeras 48

horas de edad siguiendo la ley de madurez que vamos a establecer más adelante. Posteriormente a las primeras 48 horas de edad, la madurez sigue la ley de Saul.

3.- Se considera que el origen de medición en el eje del tiempo, es el valor dos horas de edad. Momento en el que se inicia el endurecimiento del concreto.

4.- Se considera que la temperatura máxima en el concreto es menor o igual que 80°C. En caso contrario se obtienen resultados erráticos en la determinación de la resistencia a 28 días.

5.- Se define como tiempo de duración del ciclo, el lapso transcurrido desde la iniciación del ciclo, hasta que el concreto después de haber alcanzado la temperatura máxima, llega de nuevo a la temperatura ambiente ó a 23°C, según cual sea mayor.

En base a las consideraciones anteriores, se define la madurez del concreto sujeto a un ciclo de curado acelerado M_c , como sigue:

$$M_c = \frac{(t_c + t_{T \max})}{2} (T \max + 10) \frac{(T \max + 10)^2}{(T_0 + 10)^2} \text{ (}^\circ\text{C - hr.)}$$

donde:

t_c = duración del ciclo (hr.); $2 \text{ hr.} \leq t_c \leq 48 \text{ hr.}$

$t_{T \max}$ = tiempo a temperatura máxima (hr.)

$T \max$ = temperatura máxima ($^\circ\text{C}$); $T_0 \leq T \max \leq 80^\circ\text{C}$

$T_0 = 23^\circ\text{C}$ = temperatura de curado según ASTM C 31 - 69 ($23^\circ\text{C} \pm 1.7^\circ\text{C}$)

y la madurez a cualquier edad:

$$M = \frac{(t_c + t_{T \max})}{2} \frac{(T \max + 10)^3}{(T_0 + 10)^2} + \sum t_i (T_i + 10)$$

Si se dibuja una gráfica en la cual en uno de los ejes trazamos a escala logarítmica los días de curado a la temperatura de referencia $T_0 = 23^\circ\text{C}$ y sus madureces correspondientes en $^\circ\text{C - hr}$ y en el otro eje las resistencias de concreto en kg/cm^2 . Y si en esta gráfica trazamos las curvas resistencia-edad para concretos de diferentes resistencias (fig. 9). Aplicando las ecuaciones antes-enunciadas se puede determinar la resistencia a cualquier edad de un concreto de cualquier $f'c$, sujeto a cualquier ciclo de curado acelerado.

Ejemplo.- Vamos a presentar como ejemplo de determinación de la resistencia alcanzada por un ciclo de curado, un caso real de curado a vapor de una trabe prefabricada de concreto. Dentro de este elemento se colocaron a diferente profundidad, termopares de bimetálico fierro-constantano conectados a un termógrafo de seis puntos, con el cual se obtuvo la gráfica temperatura-tiempo de la Fig. 5, durante el ciclo de curado.

Datos: a).- Concreto.

Resistencia de proyecto $f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$.

Agregado máximo = 20 mm.

Revenimiento = 10 cm.

b).- Ciclo de curado.

Período de fraguado inicial = 7 hr.

Duración del ciclo = $t_c = 18 \text{ hr}$.

Período a temperatura máx = $t_{T \text{ max}} = 0 \text{ hr}$.

Temperatura máxima = $T_{\text{max}} = 75 \text{ }^\circ\text{C}$

Temperatura de referencia = $T_o = 23 \text{ }^\circ\text{C}$

Cálculo de la madurez:

a).- Madurez antes de iniciarse el ciclo:

$$M = t (T_o + 10) = 5 (23 + 10) = 165 \text{ }^\circ\text{C} - \text{hr.}$$

(el origen del tiempo es el valor 2 hr. de edad)

b).- Madurez producida por el ciclo.

$$M_c = \frac{t_c + t_{T \text{ max}}}{2} \frac{(T_{\text{max}} + 10)^3}{(T_o + 10)^2}$$
$$= \frac{18 + 0}{2} \frac{(75 + 10)^3}{(23 + 10)^2} = 5075 \text{ }^\circ\text{C} - \text{hr}$$

c).- Madurez total al final del ciclo

$$M_t = M + M_c = 5240 \text{ }^\circ\text{C} - \text{hr.}$$

Con este valor entramos en la Fig. 9 y para la curva de $f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$, encontramos para esta madurez un valor $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$, que es la esperada después de la aplicación del ciclo de curado acelerado.

Los cilindros de prueba sometidos al mismo proceso fueron ensayados a las 30 horas de edad y los resultados alcanzados fueron los siguientes:

C.P. No. 445 = 336 Kg/cm^2 .

C.P. No. 446 = 333 Kg/cm^2 .

C.P. No. 449 = 271 Kg/cm^2 .

C.P. No. 450 = 266 Kg/cm^2 .

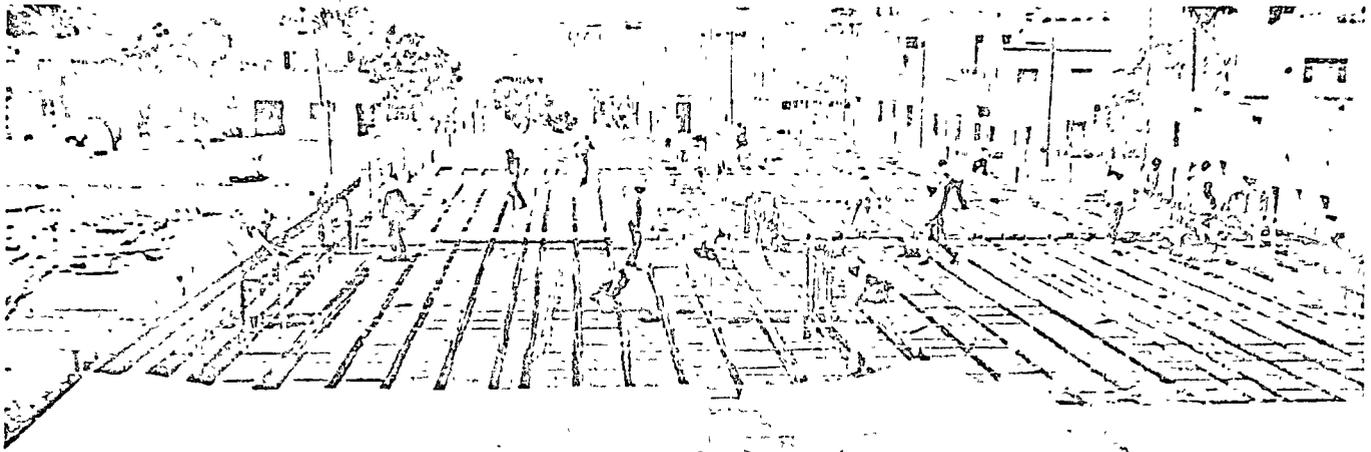
promedio = 301.5 kg/cm^2 .

Posteriormente al ciclo de curado, se extrajeron 2 corazones de 15 cms. de diámetro, los cuales fueron probados a las 72 hrs. de edad, las resistencias obtenidas fueron las siguientes:

Corazón No. 1 = 309.2 Kg/cm^2 .

Corazón No. 2 = 338.6 Kg/cm^2 .

Promedio = 323.9 kg/cm^2 .



La resistencia a la compresión a 28 días de un concreto curado acelerado térmicamente es comparable y en algunos casos superior a la de un concreto curado con agua.

Afectando estas resistencias de un factor de incremento debido a que las resistencias de corazones se reducen respecto a la de cilindros en aproximadamente un 10% para diámetros de 15 cm.*

$$1.10 f'_c = 1.10 \times 323.9 = 356.3 \text{ Kg/cm}^2.$$

Que sería la resistencia cilíndrica correspondiente

La madurez calculada para esta edad sería, la obtenida al final del ciclo de 5240 °C-hr, más la correspondiente a las últimas 47 horas, es decir.

$$M_{72} = 5240 + 47 (23 + 10) = 6791 \text{ °C} - \text{hr.}$$

Entrando a la gráfica # 9 con este valor para la curva correspondiente a 450 kg/cm²., obtenemos una resistencia calculada de.

$$f'_c = 325 \text{ kg/cm}^2.$$

Como puede apreciarse en el ejemplo anterior, las resistencias alcanzadas en el concreto después de haber sido sometido a un ciclo de curado, son predecibles, en función del ciclo de curado acelerado, utilizando el procedimiento de cálculo propuesto.

* Core and Cylinder Strengths of Natural and Lightweight Concrete, Journal ACI Title No. 64-18 April 1967.

CONCLUSIONES

El hecho de que el alcance de la resistencia en el concreto sea función del producto temperatura tiempo, originó el problema de tiempos de espera más o menos largos para conseguir resistencias suficientes para descimbrar y poner en servicio los elementos de concreto y creó la necesidad de emplear materiales y procedimientos que permitieran reducir estos tiempos de curado.

Para conseguir el más rápido alcance de resistencia en el concreto se desarrollaron varios métodos de curado acelerado que van desde el empleo de cementos de alta resistencia inicial, cementos de alta alúmina, aditivos químicos acelerantes, hasta los métodos térmicos de curado acelerado. Entre estos últimos, han sido empleados métodos directos e indirectos de transmisión de calor, utilizando fluidos calientes como aceites, agua, aire y vapor, además de electricidad.

De todos estos métodos de curado acelerado, el más difundido y utilizado ha sido el curado a base de vapor en contacto directo con el concreto a curar, por haberse encontrado que es el de mayor eficiencia y el de más bajo costo de aplicación.

El curado a vapor se ha utilizado fundamental-

mente en plantas de elementos prefabricados y presforzados para conseguir ciclos diarios de producción y reutilización de los moldes y camas de tensado, aunque en la actualidad ya se emplea este sistema en varios países para el curado de estructuras "in situ" habiéndose reducido el tiempo de descimbrado de elementos tales como vigas y losas de concreto a edades del orden de las 12 horas.

Se han presentado los ciclos más usados de curado a vapor y se han enumerado los efectos que estos producen en las propiedades del concreto, concluyéndose que el uso racional de este tipo de curado produce concretos de calidad comparable a la de aquellos curados con agua durante 28 días (testigos de control) y definitivamente superior a la de los concretos curados tradicionalmente en obra, alcanzándose en 12 horas las mismas resistencias que se alcanzarían normalmente en 7 días.

Se ha propuesto un procedimiento de determinación de la madurez y la resistencia de concretos con curado acelerado, por medio del cual es posible predecir los resultados que producen los diversos ciclos de curado acelerado en el concreto, el cual se ha ilustrado con un ejemplo de un caso de aplicación real de curado a vapor de una viga de concreto.

BIBLIOGRAFIA :

ACI MANUAL OF CONCRETE PRACTICE, Part 3, Products and Processes

ACI JOURNAL, Sept. 1961, No. 3 Title No. 58-13 "Effect of Steam Curing on the Important Properties of Concrete"

ACI JOURNAL Dec. 1953 No. 4 Title No. 50-15 "Pier 57 Concreted Trough the Winter"

ACI JOURNAL Dec. 1949 No. 4 Title No. 46-18 "Early Strength of Concrete as Affected by Steam Curing Temperatures"

ACI JOURNAL May, 1953 No. 9 Title No. 49-60 "Chemical Reactions in High Pressure Steam Curing of Portland Cement Products"

ACI JOURNAL Apr. 1953 No. 8 Title No. 49-53 "Physical Properties of High-Pressure Steam-Cured Concrete Blocks"

ACI JOURNAL Sept. 1963 Proceedings Vol. 60 P. 1287 "Optimum Steam Curing Procedures in Precasting Plants" S.A. Hanson.

COMPOSITION AND PROPERTIES OF CONCRETE. Trokell E. Davis, Mc Graw - Hill pag. 182

"PRINCIPLES UNDERLYING THE STEAM CURING OF CONCRETE AT ATMOSPHERIC PRESSURE" A.G. A. Saul, Research Note. R.P. 3 (12/50) C.C.A. 1955 TRA/ 196.

"REVISION DE CONCEPTO DE MADUREZ Y ESTIMACION DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO" V.M. Malhotra, IMCYC.

"COLADO DE CONCRETO EN CLIMA CALIDO Y SECO" Elmo C. Higginson, IMCYC.

"REVIEW OF ACCELERATED CURING PROCEDURES" Tom Kirk Bride Precast Concrete, Vol. 2 No. 2 Feb. 1971.

"THE HIGH SPEED STEAM CURING OF PRECAST CONCRETE UNITS" Ing. Giacomo Garioni, John Thompson (Italy) S.P.A.

ACI SP-32 Menzel "SYMPOSIUM ON HIGH PRESSURE STEAM CURING"

ACI COMMITTEE No. 517 "LOW PRESSURE STEAM CURING", Proceedings Vol. 60, 1963.

Couper R.R. "SOME CONSIDERATIONS OF LOW PRESSURE STEAM CHAMBERS", Constructional Review, Vol. 40, No. 5 May. 1967.

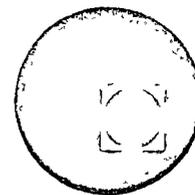
Blakey F.A. And Couper R.R. "A CONSIDERATION OF THE EFFICIENCY OF LOW PRESSURE STEAM CURING, PRACTICES. DIVISION OF BUILDING RESEARCH, COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION", Melbourne, Australia.

Blakey F.A. and Navara Narajah "AN ANALYSIS OF STRESSES DURING STEAM CURING OF PRETENSIONED CONCRETE" DIVISION OF BUILDING RESEARCH, COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION, Melbourne, Australia.

Hanson J.A. "PRESTRESS LOSS AS AFFECTED BY TYPE OF CURING" Journal of P.C.I. Vol. 9 No. 2 69-93, April 1964.



centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE
CONCRETO REFORZADO.

ACABADOS DE LOS CONCRETOS

ING. EDMUNDO ALFARO.

ACABADOS DE LOS CONCRETOS

El objetivo principal que se busca en las siguientes paginas, es tratar de lograr la identificación del Ingeniero Constructor, con los diferentes acabados que puede tener el concreto, para poder integrar la creación de las formas artísticas que fueron concebidas por el proyectista arquitectónico de la obra; para cual deberemos familiarizarnos con la terminología común, que se emplea para designar dicho acabados, y así poner en forma simultanea relacionarla con el procedimiento que debemos seguir para lograr presentar la "piel" de nuestro concreto como nos sea requerida.

Para iniciar nuestro estudio, podemos señalar en forma masiva, que existe las diferentes etapas de fraguado, y por métodos tan variados, que van desde la cimbra hasta las herramientas y equipos más complicados; para lo cual a continuación, analizaremos uno por uno los acabados con sus respectivos procedimientos, que mayor uso presentan en nuestro mercado.

Cabe aclarar antes de entrar en materia, que una de las especificaciones más usadas, es la de "concreto aparente", lo cual por si solo no indica más que se está pidiendo un concreto que "aparente ser concreto", por lo que a mi juicio esto resulta un tanto absurdo sin estar acompañado de otra frase complementaria que nos indique que tipo de aparente se requiere; debido a lo cual todos los acabados que mencionaremos, los designamos unicamente por lo frase explicativa de que ha quedado entendido que todos son "Concretos Aparentes".

Acabado por medio de la cimbra.

Como su nombre lo indica, éste acabado lo estamos logrando por medio de la cimbra, ya sea usando un determinado material en una fabricación, como puede ser el caso de duela machimbrada, o por medio de un elemento independiente que se sobreponga a la misma como puede ser una membrana de plástico o hule ya sea lisa o texturizada.

En este tipo de acabado, encontramos un campo muy amplio de texturas, ya que contamos con una gran variedad de materiales para cimbras, como pueden ser las que a continuación mencionaremos.

Cimbra de duela machimbrada

Cimbra de tablón sin cepillos

Cimbra de tablón cepillado

Cimbra metálica

Cimbra de triplay

Cimbra de fibra de vidrio

En caso de no poder encontrar el texturizado que requerimos en los materiales interiores, podemos recurrir como ya hemos mencionado, a diferentes tipos de membranas plásticas, de vinil, de hule que sobrepondremos a nuestra cimbra y que una vez fraguado el concreto, podremos retirar dejando impresa la textura deseada; en este caso cabe mencionar a manera de ejemplo, el texturizado que se logra por medio de una hoja de vinil con protuberancias irregulares que semeja a un salpicado rústico una vez que ha sido retirada.

No debemos perder de vista que este procedimiento para lograr el acabado en la piel del concreto, tiene muy pocas limitaciones, ya que la nobleza del material que estamos tratando, permite tomar casi todas las formas concebibles.

En el renglón de costos presenta ventajas, ya que una vez decimbrado el concreto no es necesaria la intervención de mano de obra, para lograr el acabado, lo cual representa una compensación a el sobre precio que requiere la cimbra en caso de acabados muy sofisticados. Es obvio decir que en acabados normales, presenta una economía.

Al utilizar el procedimiento descrito para éste acabado, debemos tener cuidado con el uso correcto del desmoldeante, para evitar que la película superior del concreto se adhiera a la cimbra, la cual nos ocasionaría tener que tocar el acabado con posterioridad al decimbrado, presentando problemas relacionados con la coloración y la adherencia del resene; así mismo debemos tener cuidado con las maniobras de decimbrado, ya que si no son ejecutarnos cuidadosamente, podemos incurrir en el error antes mencionado.

En caso de tener que resanar un acabado como los que estamos mencionando, debe tratarse de procederse en la siguiente forma:

Buscar las juntas de cimbra más próximas al resane, y remover toda la película de concreto entre el área del resane las juntas, a manera de que en caso de tener un cambio en el color, no sea tan notario.

Utilizar en toda la zona algún producto químico que nos produzca adherencia en el concreto.

Buscar la coloración del concreto que se encuentre en buen estado, mezclando cemento gris con cemento blanco y agregando finos, procurando que quede un poco más claro que la nuestra.

Utilizando el mismo material de cimbra empleado, colar la zona, procurando no retallar el concreto fresco, pues esto le ocasiona un oscurecimiento.

Decimbrar cuando se calcule que haya alcanzado una resistencia con mucho cuidado.

Lo anterior demuestra que a pesar del error humano, el concreto es un elemento tan noble que permite segundas oportunidades para su acabado.

Acabado de Concreto Fresco

Este acabado representa la técnica de estampar diferentes patrones sobre la superficie del concreto fresco, produciendo una gama muy aplicada en acabados, con la limitación de que tiene que ser aplicado, estando el concreto en posición horizontal, por lo que es común en pisos terminados aparentemente de concreto.

Como hemos mencionado, existe la condicionante de que el concreto debe estar fresco, para poder aplicar este acabado, ya que se utiliza principalmente la trabajabilidad del mismo en su superficie; para que una vez alcanzado el fraguado total, el estampado que hemos producido por medio del patrón seleccionado, quede permanente, presentado así la textura buscada en el acabado.

Para mencionar algunos de los tipos de patrón que podemos utilizar, señalamos que contamos desde la llana metálica, plano de madera, cepillo de alambre, cortadores circulares o , triangulares etc, como elementos rudimentarios; hasta planas rotatorias electricas, rodillos articulados cubierto con telas metálicas o de yute, reglas vibratorias con dientes, para producir entrecalles etc, como herramientas de mayor tecnificación.

En el region de costos debemos mencionar que se trata de un tipo de acabado económico ya, que no estamos empleando elementos que no sean de orden común en cualquier concreto.

El uso que este acabado ha desarrollado en precolados de concreto es bastante amplio, ya que se emplea para dar textura a los paños secundarios evitando con eso la necesidad de dar tratamiento posteriores en la obra,

Acabados de Concreto Lavado o de Agregado Expuesto

Este tipo de acabado, lo podemos definir, como el texturizado que aparece en la superficie del concreto, cuando removemos su piel y dejamos expuestos los agregados, lo cual nos produce la sensación de que hemos lavado el concreto o de que por efecto del tiempo ha sido erosionado, al presentar los agregados por su formación petea, mayor resistencia a dicha erosión, han quedando íntegros, no así el cemento, que se ha perdido en la parte exterior.

Dicho acabado lo logramos por medio del uso de agentes químicos, que colocados sobre la superficie del concreto o de la cimbra, nos producen retraso en el endurecimiento de una parte del concreto que este en contacto con el retardante, en un periodo de tiempo, y una profundidad proporcional a la cantidad de agente químico empleando; procediendo a remover la parte no fraguada de cemento, una vez que el resto haya alcanzado la resistencia necesaria para poder decimbrar logrando expuestos.

En el caso de usar este acabado en concreto colado en posición horizontal, pudiendo aplicar el retardante de fraguado sobre la superficie del concreto como si se tratara de pintura, es más fácil su control debido a que podemos remover la parte del cemento que no ha fraguado, al momento deseado, sin tenernos que preocupar por la resistencia del conjunto.

Hasta el momento hemos estado hablando sobre remover la parte

del cemento que no ha fraguado, pero no hemos indicado en que forma debemos hacerlo, por lo tanto pasemos a examinar los procedimientos mas comunmente empleados:

Lavado con chorro de agua a presión

Este método tiene la mayor aceptación, debido a que en realidad estamos lavando el concreto, y dejando por lo tanto los agregados expuestos y limpios. Tiene el inconveniente del consumo de agua necesaria pudiendo esto minimizarse unicamente con el empleo de una fuerte presión ya que resulta incorteable recircular el liquido, pues una vez en contacto con el concreto queda altamente contaminado, siendo muy difícil y costoso su purificación para emplearlo nuevamente.

El siguiente método en aceptación, es la combinación del agua aplicada a baja presión, con el respado mediante un cepillo de raíz o de fibras plásticas, no así metalico por la mancha negra que produce; pudiendo mecanizar este procedimiento utilizando una pulidora electrica o neumatica, con una carda adecuada, presentando la facilidad de no requerir la presión del agua. Como el anterior tiene el inconveniente del uso de tan preciado liquido la nula recuperación del mismo.

Como tercer orden en aceptación, mencionamos el de remover la parte de cemento sin fraguar, por medio de un chorro de aire a presión, con la desventaja de que el agregado al quedar expuesto no se ve limpio, ya que el polvo y las pequeñas particulas que han quedado adheridas impedirán que tome sus tonalidades originales. Este método tiene el inconveniente de producir una gran cantidad de polvo de cemento, por lo que debe aplicarse con la debidas

protecciones para el operador y en areas de poca circulación, para evitar contaminaciones que pueden ser muy peligrosas.

Una vez visto el procedimiento para lograr el acabado que nos atañe de momento, pasaremos al analisis de los cuidados que debemos tener para lograr que homogeeo.

En primer termino debemos tener especial cuidado en la aplicación y donsificación del retardante de fraguado ya que si dejamos superficies sin su aplicación o estraes escasa, no podemos remover la película de cemento que deseamos; o si en el caso contrario hay acumulación retardante, produce problemas como socavación en el concreto, provocando que no podamos lograr un acabado homogeeo como se no ha especificado.

Tambien debemos tener en cuenta cuando se diseñen elemento de concreto de refuerzo, por lo que debemos de tomar las precauciones necesarias para evitar futuros problemas, Existen factores de avauación en el momento de tratar de lograr este acabado como pueden ser:

A temperatura del medio ambiente, el tipo de retardante empleado, el tipo de cemento empleando, el tipo de cimbra etc, que pueden influir fuertemente en la homogeneidad requerida y que por desgracia no es posible controlarlos por medio de reglas o condicionantes, por lo que el constructor antes de iniciar un trabajo de esta naturaleza, debe hacer un análisis cuidadoso de estos factores, e incluso algunas muestras. Ya que la característica de este acabado reside en exponer los agregados, se nos presenta una muy amplia gama de posibilidades arquitectónicas, por medio de la sustitución de los diferentes tipos de agregados que podemos disponer, partiendo de los tradicionales, hasta llegar a los más sofisticados, como pueden ser granos de marmol.

En el aspecto económico, este acabado no representa muchas ventajas, ya que además del uso de un elemento caro, como es el retardante de fraguado, nos vemos en la necesidad de emplear mano de obra bastante controlada, la cual es de costo superior al normal.

Acabados a Chorro de Arena (Sano- Blast)

Debido al auge que este acabado cobra día con día en los mercados de construcción, vamos a proceder a analizarlo con detenimiento, a pesar de ser uno de los más fáciles de poder lograr, ya que se trata únicamente de exponer los agregados del concreto, ya sean finos o gruesos, o una combinación adecuada de ambos, por medio de la aplicación de partículas impactantes, que pueden ser arenas silicas u otros tipos de materiales como veremos a continuación, proyectados sobre las superficies del concreto, por medio de aire comprimido, provocando esto una erosión de las partes blandas, lograndose así la textura deseada.

El equipo que requerimos para este tipo de acabado, se compone de un compresor que pueda proporcionarnos una presión de 90 a 100 psi, a razón de 200 a 250 P. C.M. (pies cúbicos por minuto), un tanque compresor de aire, en el cual se incluye el material impactante , que por medio de controles manuales y a travez de mangueras de hule, hace llegar el material hasta la boquilla, que puede variar de diseño, adecuado a la geometría del elemento que debemos tratar, pero teniendo una precaución de que permita el paso de 173 a 196 PCM. La mayor parte de los equipos que existen en operación, fueron fabricados por compañías con amplia experiencia en el ramo, ya que es un procedimiento empleado para la limpieza de metales desde hace varios años.

El material impactante que podemos emplear es variable y pueden ser desde una arena sílica, (que es el más común), pasando por el clinker, el grano de marmol triturado fino (acero grueso) hasta la cascara de nuez que se emplea en algunos países. El uso correcto y la dureza del impactante, puede producirnos la oportunidad de usarlo en repetidas ocasiones, previa la operación de mallado, ya que el material que m-as homogeneidad provoca en el acabado, es el que se encuentra clasificado entre 20 y 40 mallas.

La intensidad del texturizado que podemos lograr, es muy amplia, y se basa unicamente en la combinación de los siguientes elementos, que debe realizarse por el constructor, incluso por medio de la fabricación de muestras.

- a).- Dureza del concreto al momento de aplicar el tratamiento.
- b).- Presión de aire.
- c).- Distancia de aplicación (normal de 0.60 a 1.00mts.)
- d).- Dureza de material impactante.
- e).- Diseño de la boquilla.
- f).- Dureza de los agregados del concreto.
- g).- Granulometría de los agregados.
- h).- Tipo de cemento.

Combinando adecuadamente estos factores, podemos lograr un texturizado que puede variar desde un simple limpieza de la "piel" del concreto hasta una sacavación profunda, que exponga los agregados más gruesos. Las precauciones que debemos tener para aplicar el tratamiento, residen en la protección total del trabajador, ya que el polvo, el material impactante y las partículas de concreto que se desprenden, pueden ser la causa de accidentes. En algunos países europeos en los Estados Unidos, este tratamiento ha sido muy combatido, debido a la contaminación del medio ambiente que pro-

duce, por lo cual se viene realizando estudios tendientes a la inclusion de agua en el proceso, para evitar el polvo.

Referente al costo que representa este texturizado, y en comparación con otros procedimientos que logran agregado expuesto, resulta inferior a pesar de tener que amortizar un equipo caro, pero que debido a la diversidad de aplicaciones que puede tener, es relativamente baja su gravitacion de costo sobre el tratamiento. También puede constarse con el alquiler de dicho equipo.

Otro factor que mejora notablemente los costos es la velocidad de operaciones, ya que en paños grandes y condiciones normales, se pueden obtener rendimientos de 150 a 200 m² diarios por equipo, el cual es operado unicamente por un trabajador con práctica y un ayudante. En el especto de diseño estructural de los elementos de concreto que llevan este tratamiento, y dependiendo de la profundidad del texturizado, debemos preveer el recubrimiento mínimo del acero de refuerzo, ya que en caso contrario puede llegar a aparecer en la superficie.

Acabado Marteliado O Picoleteado.

Este acabado lo podemos definir como el texturizado que logramos al golpear la superficie del concreto con herramientas manuales, mecanicas o neumaticas logrando remover la "piel", y en algunos casos fracturando los agregados, pudiendo lograr una gran variedad de texturas, dependiendo de la dureza del concreto y la herramienta empleada.

Para lograr este acabado, podemos usar una gama de herramientas, que van desde la martelina, operada manualmente, el martillo electrico, el martillo neumatico o burilados, como herramientas de especialización. Dependiendo de la forma y el filo de cada

herramientas, es la aspereza que presentará el acabado, ya que la profundidad sera resultante de la combinación del factor dureza del concreto con la intensidad y frecuencia del impacto.

Para poder obtener un texturizado homogéneo, en un martelinado profundo, debemos procurar, que la herramienta fracture tanto el mortero como los agregados.

Es recomendable la aplicación del tratamiento para lograr este acabado, cuando el concreto haya alcanzado más del 80% de su resistencia o sea similar a la de los agregados, ya que en caso contrario solamente fracturaremos al mortero agregados, produciendo socavaciones.

Comparando esta acabado en el aspecto de costos, con los descritos anteriormente, nos encontramos que es más alto, debido a que lleva una gran cantidad de mano de obra y es bastante lento en su desarrollo, para conservar un texturizado homogéneo.

Como aspectos en los que debemos tener especial atención, señalaremos, la debida protección del trabajador y de los trabajadores cercanos, contra el ruido producido por el constante golpeo. Por otro lado debemos tomar en cuenta de que una vez iniciado el proceso, con determinado tipo de herramienta, debe continuar hasta ser concluido, ya que un cambio provoca diferencia en las texturas.

Haciendo combinaciones con los diferentes texturizados que se puedan lograr con este acabado, estamos en condiciones de ampliar las posibilidades arquitectónicas del concreto.

Acabado Tulido.

Este acabado nos representa la superficie del concreto, tratada

por medio de esmeriles, dejando visibles los agregados, pero a un mismo paño con el mortero.

Por ser tan común, nos limitaremos a analizarlo brevemente, partiendo de la base, de que para lograrlo tenemos que emplear esmeriles operados ya sea en forma manual, o por medio de una herramienta eléctrica o neumática, controlando la profundidad y textura del pulido, por medio del tipo de esmeril que se debe emplear; para mayor determinación de los anteriores podemos señalar, que para lograr una superficie tersa y con poco agregado visible, se debe usar un esmeril marcado con el número 120, y en el caso contrario, podemos utilizar uno marcado con el número 30.

El costo que representa este tratamiento es alto, debido a la lentitud en su desarrollo, para poder lograr su homogeneidad.

Es preferible lograr el acabado, aplicando el esmeril acompañado con un suministro permanente de agua, para evitar el polvo que se desprende de la superficie pulida y al mismo tiempo lavarla

Para ampliar la gama de posibilidades arquitectónicas de un concreto tratado con este procedimiento, podemos substituir los agregados que nos pueda producir nuevos efectos, tanto en color como en textura. Como un ejemplo de lo anterior, puede señalarse el de los pisos de terraza.

Para finalizar, deseo despertar en ustedes a la inquietud de que en "acabados de concreto" no tenemos limitaciones para la arquitectura, ya que aumados a los que hemos analizado, podemos contar con las combinaciones de los mismos logrando así texturas más bellas y económicas como pudiera ser una superficie tratada con un aditivo de vinil en la cimbra, presentado un rallado horizontal, y la

aplicación con posteriridad al descimbrado de un martelinado en el mismo sentido, el cual por donde resultaria más económico, ya que el tiempo de mano de obra se veria ampliamente redicido.

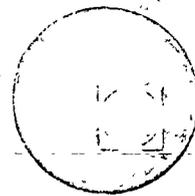
Repitiendo las palabras expresadas en un principio, el material que hemos tratado, o sea el concreto por su gran ductilidad y nobleza, presenta campos muy amplios, para lograr estructuras que además de ser resistentes pueden ser bellas.

Bibliografía:

Forma, Color y Textura de Concreto.
Arq. Raúl Díaz Gómez
Edición del I.M.C.Y.C. A.C.



centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS
DE CONCRETO.

ING. EDMUNDO ALFARO.

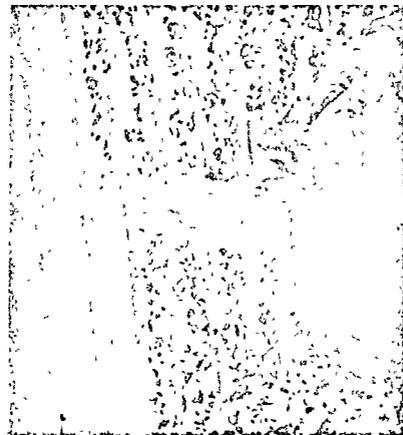
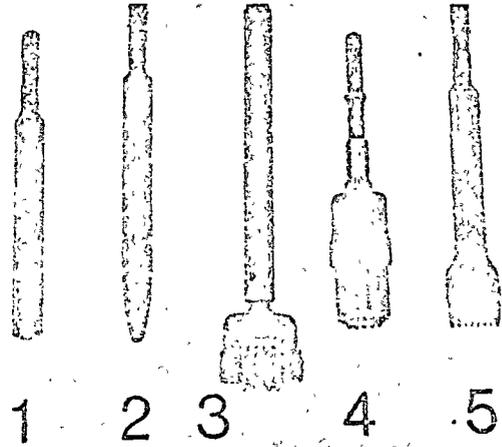
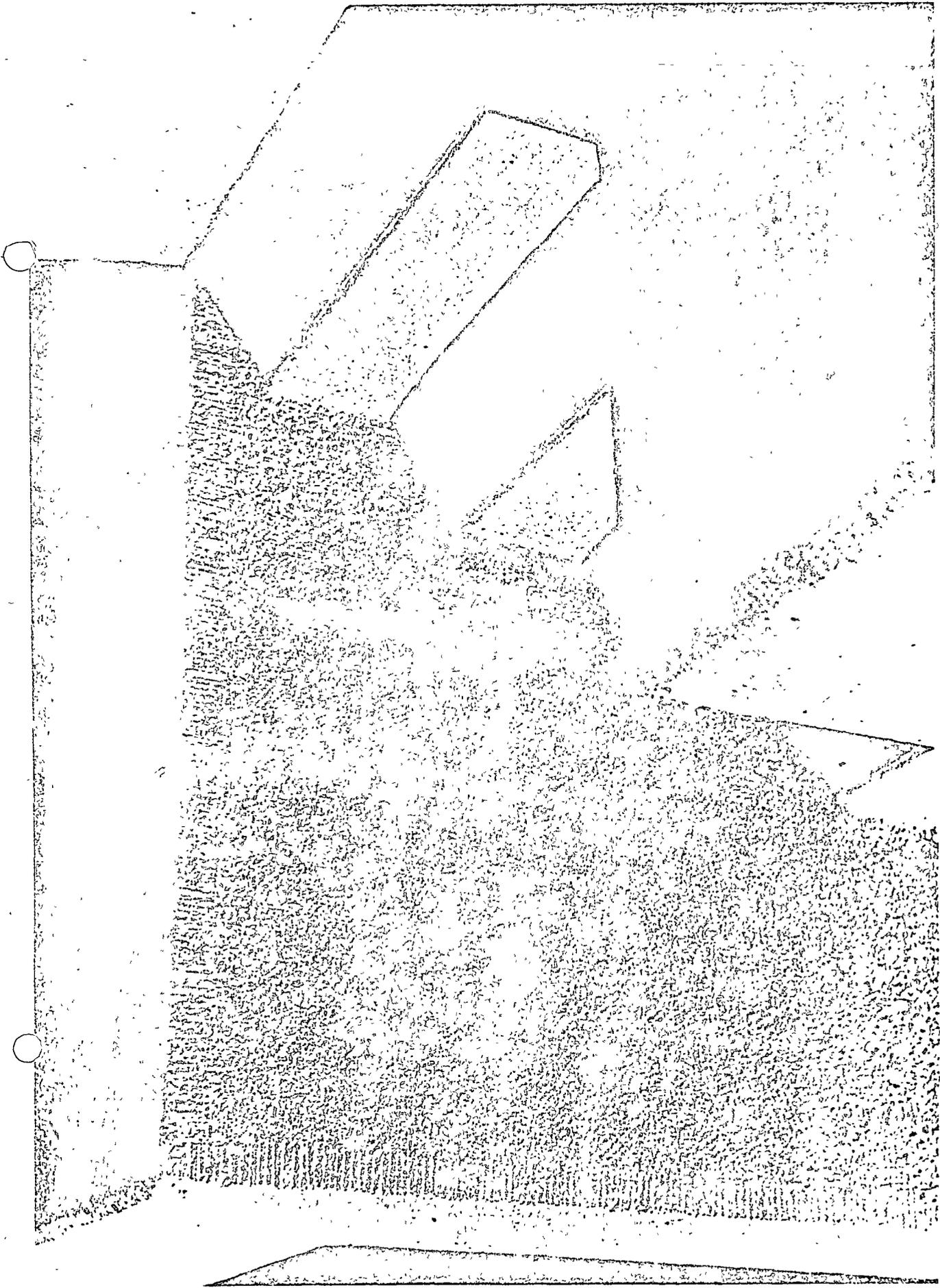


Fig. 6.1



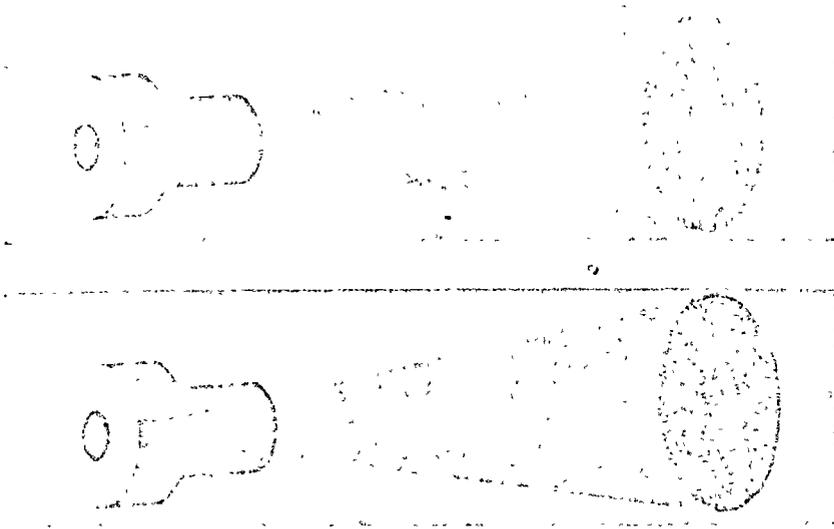


Fig. 6.5

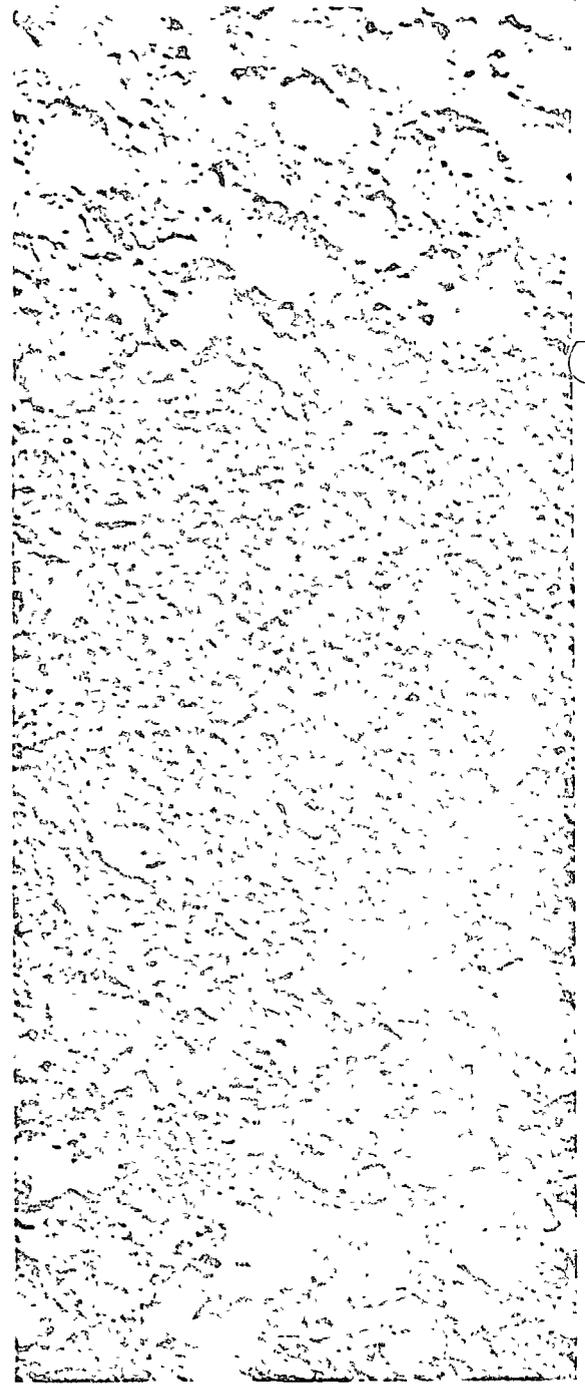
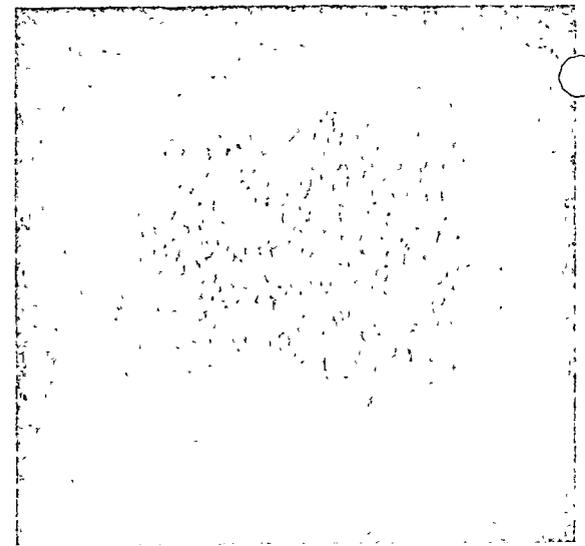


Fig. 6.6



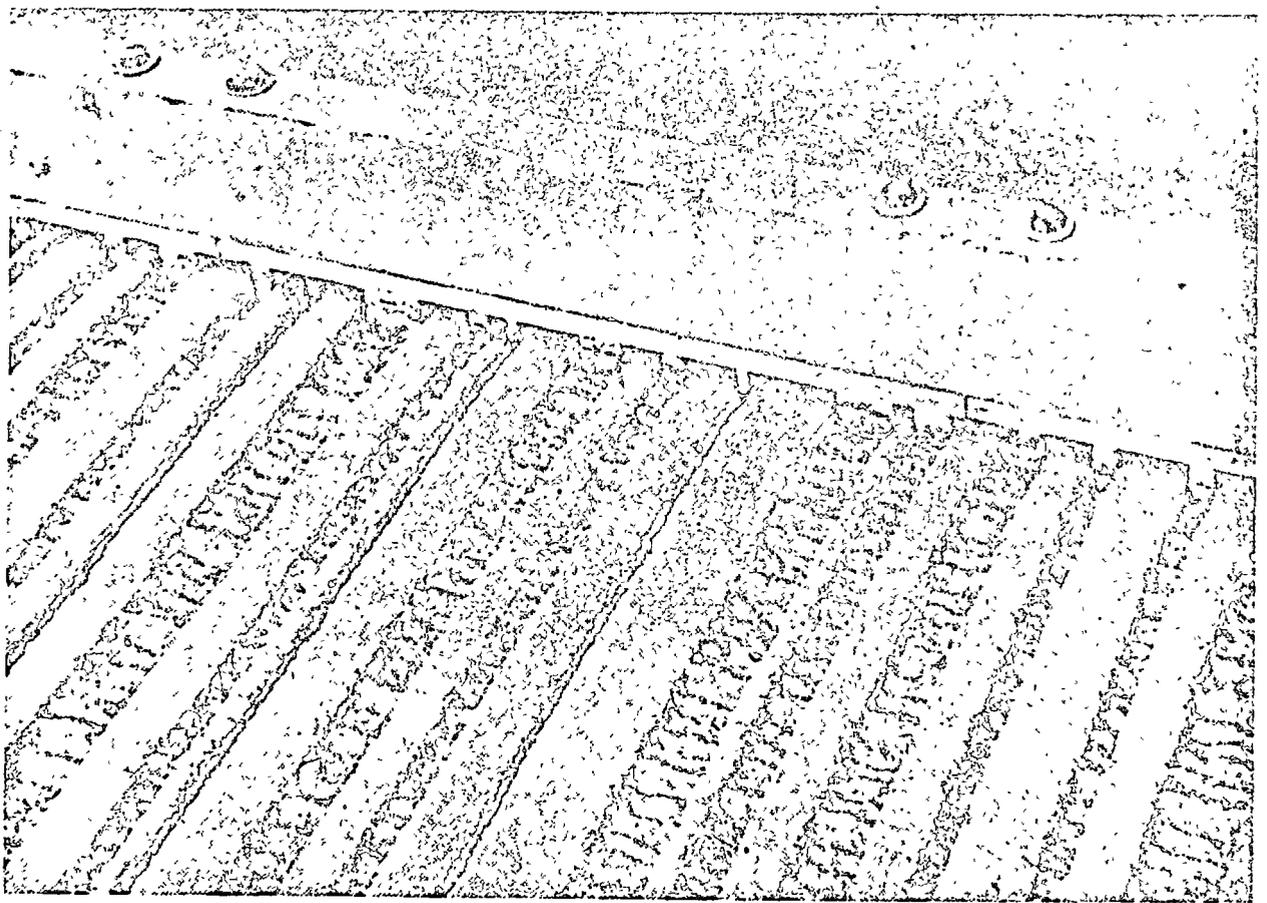
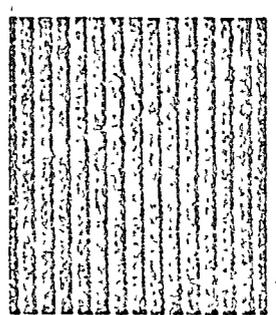
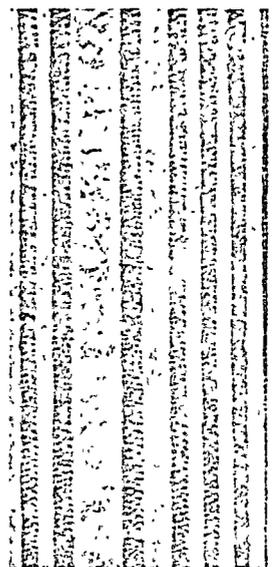
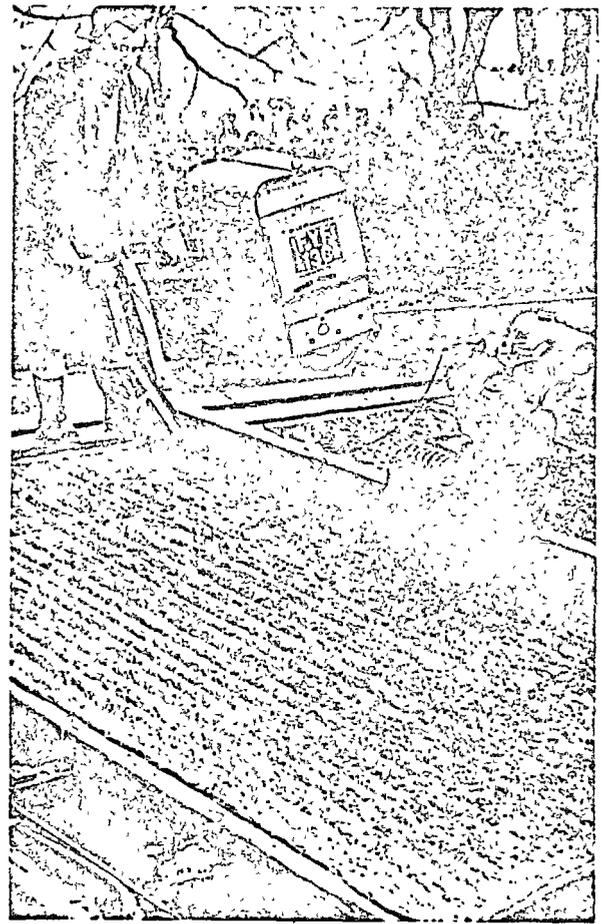
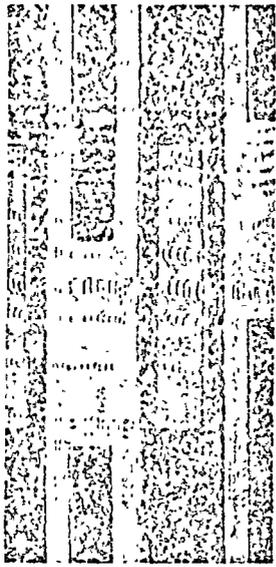


Fig.6,12

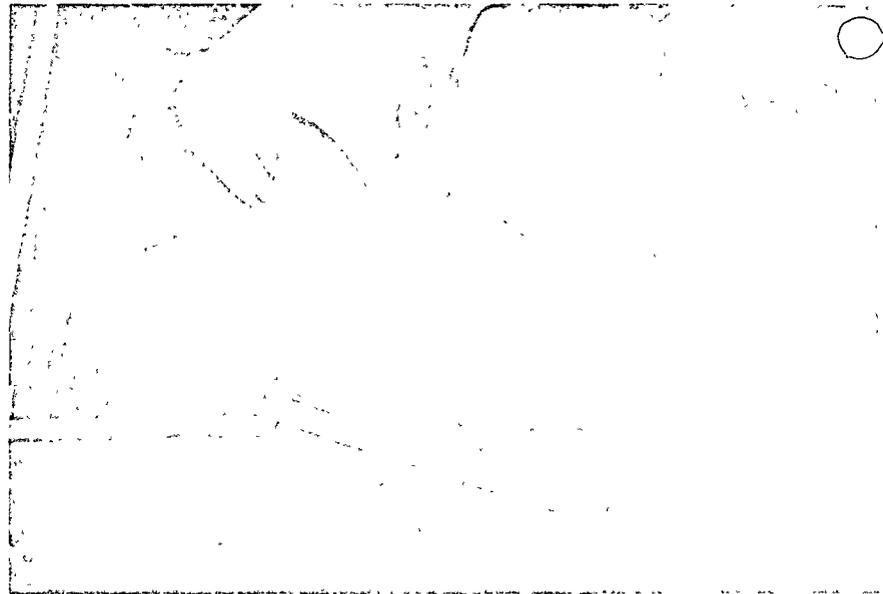
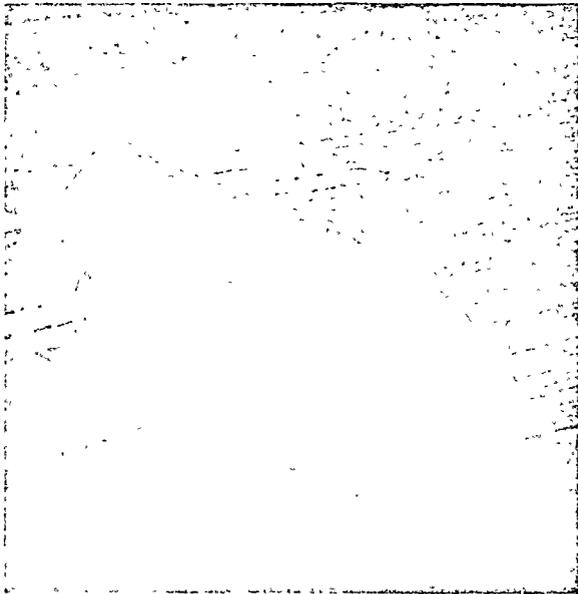


Fig. 6.16

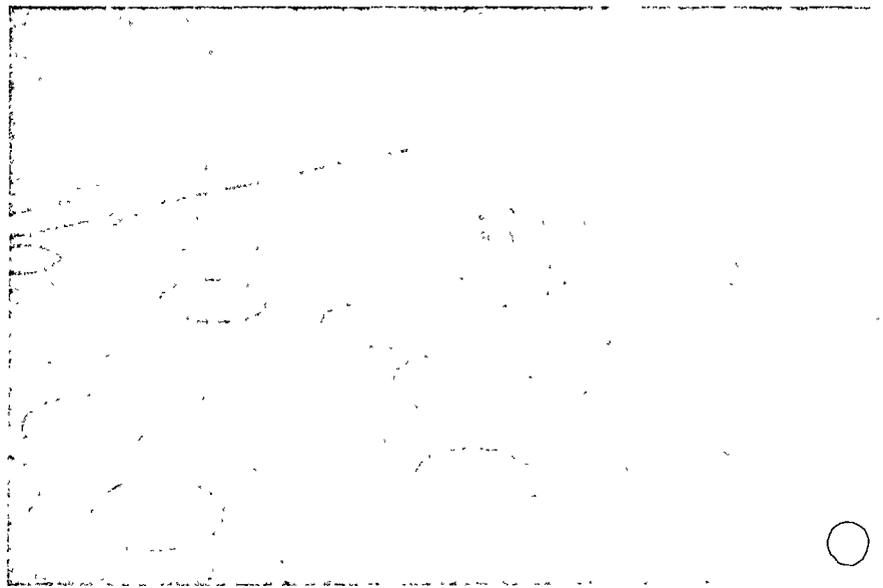
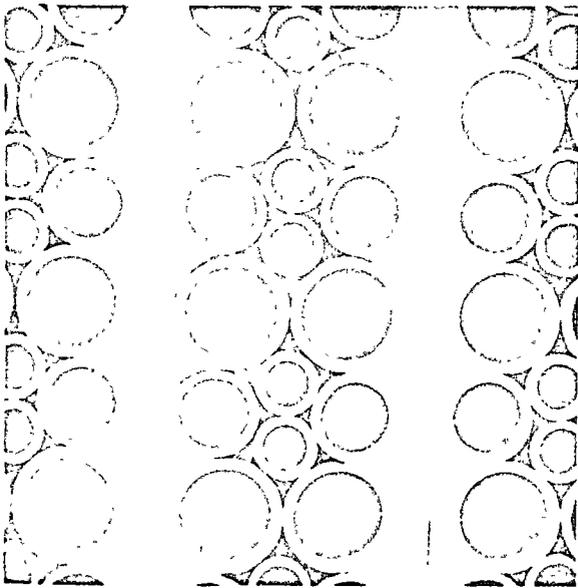


Fig. 6.10

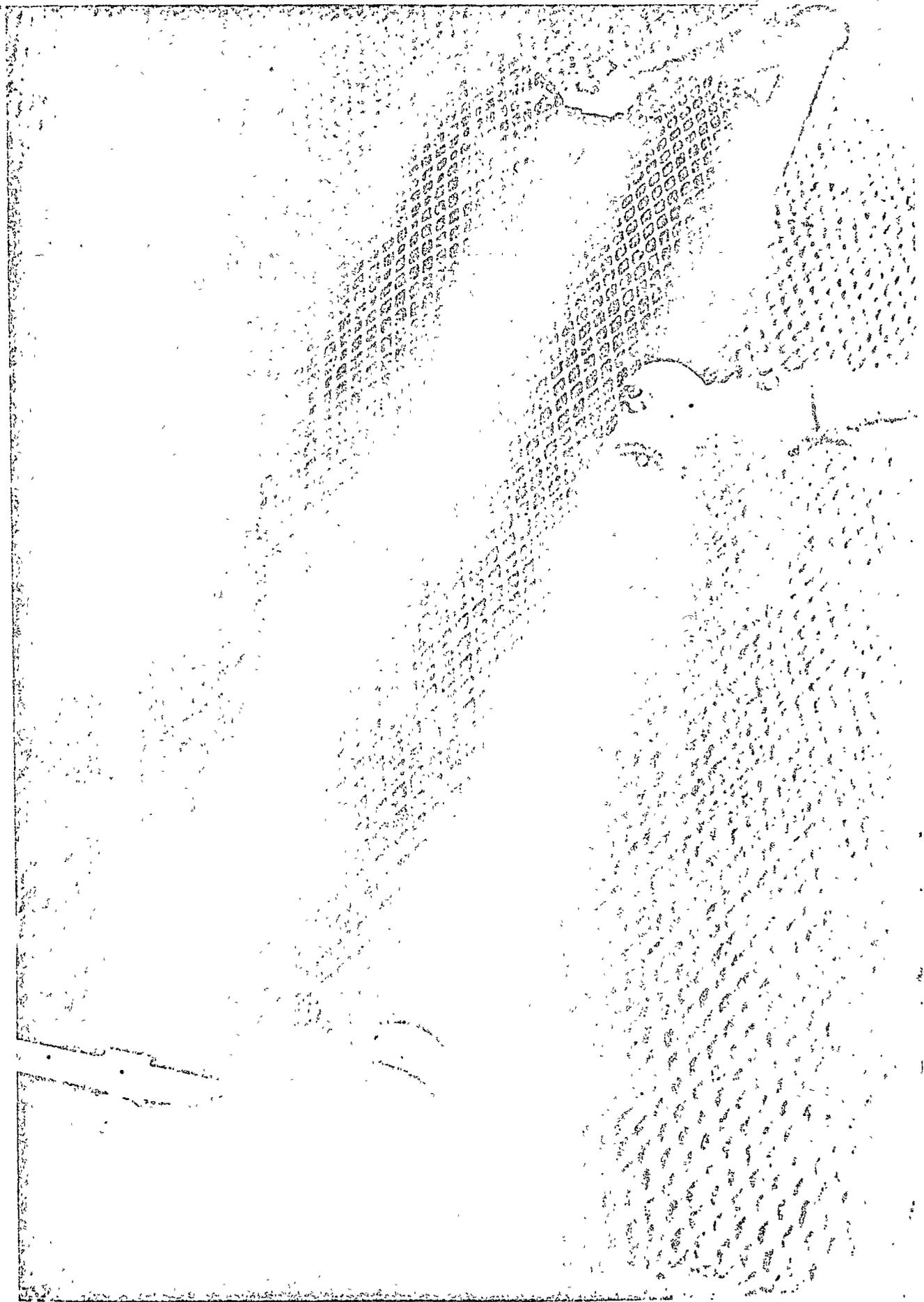
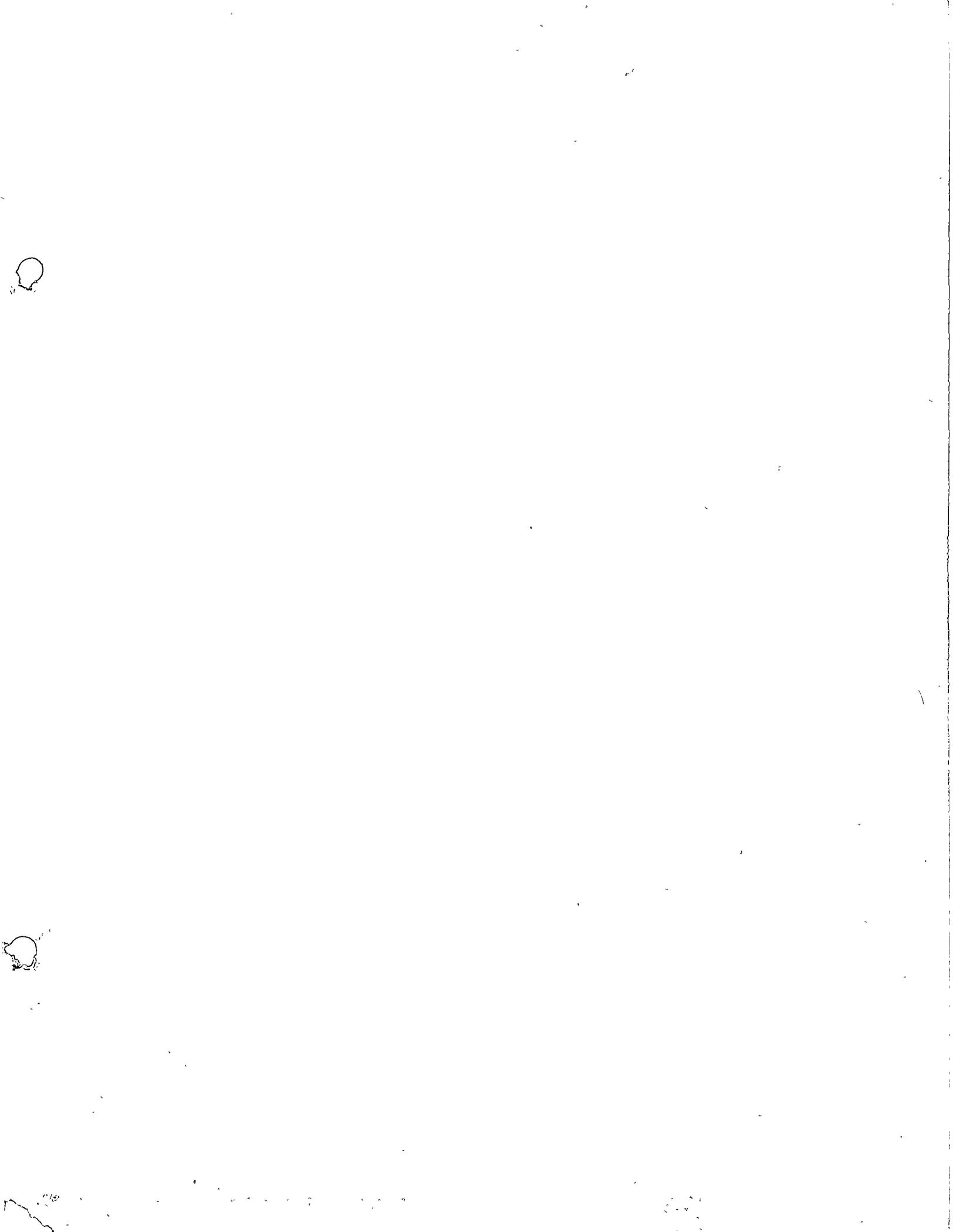
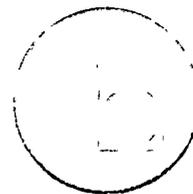


Fig. 6.13





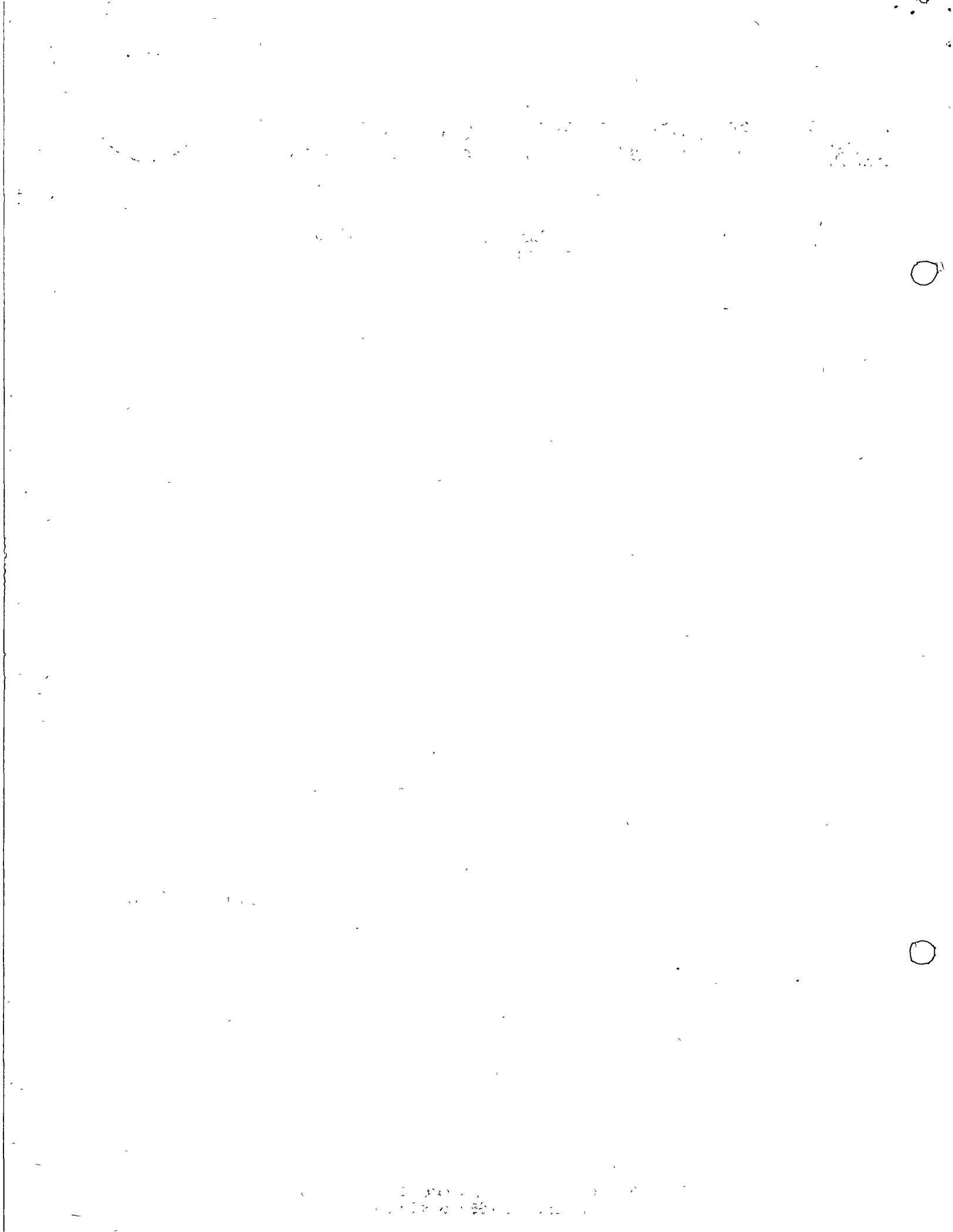
centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS
DE CONCRETO.

CONCRETO LIGERO.

ING. JOSE MARIA RIOBOO MARTIN.



CONCRETO LIGERO

INTRODUCCION:

Un inconveniente del concreto normal es su peso propio, en estructuras en donde el número de niveles es importante el peso de la misma llega a ser tal que en ocasiones no compite económicamente con estructuras metálicas.

En los últimos 20 años se han hecho intentos para obtener concretos de peso ligero tanto estructural, como para elementos de relleno. A continuación revisaremos los tipos de concretos ligeros más comunes así como la tendencia en nuestro país a su empleo.

Tipos de concretos ligeros:- Los concretos ligeros se pueden clasificar de acuerdo con su forma de producirse de esta manera se tienen:

- 1.- Concretos aligerados por medio de aire, burbujas de aire o gas en la mezcla, ya sea por medio de una acción química o por la adición de espuma o de un agente espumoso.
- 2.- Eliminando el agregado fino.
- 3.- Utilizando un agregado de tipo ligero.

TIPOS DE CONCRETOS LIGEROS

Tipo	Concreto celular o espumoso	Concreto sin finos	Concreto de agregados ligeros
Aligeramiento debido básicamente por	Aire	Aire y/o agregados especialmente clasificados sin finos (con o sin agregados ligeros).	Agregados ligeros
Ingredientes típicos en la mezcla	<p>[Curado humedo] cemento portland, agua, agente espumoso, puede contener arena silice, cenizas finas</p> <p>[Autoclave] cemento portland, agua, agente espumoso, cal, silice, arcillas expandidas o pizarras en polvo, cenizas volcánicas, polvo de piedra pómez.</p>	<p>[Curado humedo] cemento portland, agua, agente espumoso, agregado grueso ligero graduado, gravilla.</p> <p align="center">o</p> <p>cemento portland, agua, agregados ligeros especialmente graduados.</p> <p>[autoclave] Silice, agua, agente espumoso, agregados ligeros graduado.</p>	<p>Comparable con los ingredientes convencionales del concreto normal excepto por el uso de agregados ligeros de tipo vegetal o mineral.</p>

En cuanto al concreto ligero a base de agregados podemos clasificarlos de la siguiente manera:

Concretos de baja densidad: Estos se emplean especialmente como elementos de relleno, de bajo peso y con propósitos fundamentales de aislamiento. El peso volumétrico de éstos concretos es menor de 800 kg/m^3 su capacidad a compresión es baja, con valores de 7 a 70 kg/cm^2 de f'_c .

Concretos de Resistencia Moderada:- Estos concretos son base de escoria o piedra pómez, tienen resistencia de 70 a 175 kg/cm^2 de f'_c su capacidad de aislamiento es menor que las de baja densidad.

Concretos Estructurales:- Estos concretos son altamente eficientes desde el punto de vista estructural aunque sus pesos volumétricos son mayores del orden de 1,300 hasta $1,900 \text{ kg/m}^3$, son a base de arcilla expandida o ceniza de combustible pulverizado. La tabla siguiente muestra los pesos aproximados y la clasificación de los agregados de concretos ligeros.

PROPIEDADES DE LOS CONCRETOS LIGEROS

Propiedades	Concreto Celular	Concreto hecho con agregados ligeros		
		Aislamiento	Bloques de Concreto Ligero	Estructural
Peso seco específico Ib/ft ³	20-60	20-80	65-100	65-115
Resistencia a la compresión Ib/In ²	100-2000	50-1000	1200-3000	1000-5000
Modulo de rotura Ib/In ²	50-500	15-150	200-450	150-500
Modulo de elasticidad Ib/In x 10 ³	70-500	30-500	500-1500	400-2500
Absorción de agua por volumen	20-45 %	15-50%	10-18 Ib/ft ³	5-30%
Contracción en %	0.01-0.15* 0.05-0.50+	0.05-0.50	0.02-0.14	0.04-0.15
Coefficiente de expansión térmica por grado F x 10 ⁶	4.5-7.0	3.0-7.0	2.0-4.5	4.5-6.0
Conductividad térmica	0.5-2.0	0.5-2.0	1.5-4.0	1.5-4.0

* Curado en autoclave

+ Curado humedo

LOS CONCRETOS LIGEROS A BASE DE VERMICULITA EXFOLIADA:

La vermiculita es un mineral semejante a la mica. Cuando se calienta se expande rápidamente y se obtiene un producto muy ligero con una densidad del orden de 65 a 190 kg/m³. Se usa extensamente en enyesados y como relleno de cavidades para dar un aislamiento térmico mayor, pero también se usa en acabados de concreto ligero con fines de aislamiento, y en forma de bloques y losas.

PERLITA EXPANDIDA:

La perlita, una roca volcánica vidriosa, se importa de Italia a Inglaterra. Cuando se calienta rápidamente hasta el punto de fusión incipiente se expande para formar un material celular muy ligero con una densidad de 90 a 240 kg/m³. Su uso principal es en enyesados, pero a veces se usa también en acabados y en bloques divisorios.

CONCRETOS AIREADOS:

En un concreto aireado se forman burbujas de gas o de aire en el mortero plástico, y la estructura porosa permanece después de que el material ha fraguado.

Los dos métodos principales de hacer concreto aireado son la producción de gas en la mezcla por medio de una acción química, o la adición de espuma o de una sustancia que produzca espuma en la mezcla. El agente espumoso es usualmente alguna forma de

LOS CONCRETOS LIGEROS A BASE DE VERMICULITA FIBROSA
proteína-hidrolizada, un agente sintético de superficie acti

va, una resina de jabón, o una combinación de ellos.

El agente espumoso más común es el polvo de aluminio finamen

te molido; la cantidad que se usa es alrededor de 0.2 por

ciento del cemento. Cuando se mezcla con cemento húmedo se

forman burbujas de hidrógeno, y toda la masa se hincha for

mando, una vez endurecida, un material con estructura celu

lar. En lugar de aluminio se puede usar peróxido de hidróge

no y un polvo blanqueador; en este caso se producen burbujas

de oxígeno.

de oxígeno.

Cuando se use concreto con espuma, el agente espumoso se pue

de añadir al agua de mezclado, y al mezclar ambos vigorosa

mente con cemento y arena en un tipo adecuado de mezcladora,

las burbujas de aire quedan atrapadas en el concreto. Este

método es adecuado para los tipos más pesados de concretos

aireados (con densidad de 1300 a 1450 kg/m³). Para los con

cretos aireados más ligeros, se produce la espuma previamen

te batiendo el agente espumoso en agua, ya sea agitando vigo

rosamente o inyectando aire. Después se mezcla con una pasta

de cemento con agregados finos o sin ellos. Algunas veces se

usa un tambor independiente de mezclado, o un generador de

burbujas de aire comprimido para hacer las burbujas, las cua

les se transfieren después a la pasta de cemento en una mez

cladora ordinaria. Algunas veces se hacen las burbujas y se

efectúa el mezclado subsecuente en máquinas rotatorias hori

zontales especialmente diseñadas.

zontales especialmente diseñadas.

El cemento portland se usa generalmente como agente cementante, pero también se puede agregar cal. El agregado grueso no se usa para concretos aireados, pero a menudo se incluyen -- agregados finos. En el intervalo menor de densidades (400 kg/m^3), el cemento se usa sin arena, pero para los concretos más pesados pueden usarse relaciones cemento-arena hasta de 1: 4. En el intervalo intermedio (650 a 1000 kg/m^3) se usa cierta cantidad de arena, la cual debe ser muy fina y algunas veces debe molerse.

Del mismo modo que en concretos de agregados ligeros, la resistencia y la densidad de los concretos aireados pueden variar dentro de límites muy amplios. En la manufactura de bloques, las proporciones de la mezcla, el grado de aireación, y los métodos de curado tienen efectos importantes en la resistencia y densidad del producto final. El factor más importante en la producción de unidades de buena calidad es probablemente el método de curado. Si no se usa algún tipo especial de curado, los concretos aireados sufren grandes cambios volumétricos al secarse y humedecerse, y al variar la humedad atmosférica; por lo tanto, cuando se usan en edificios, están expuestos a sufrir grandes agrietamientos a no ser que se dejen juntas a intervalos frecuentes. Sin embargo, el curado a vapor, especialmente cuando se hace a presión en autoclave, produce un producto de densidad media con suficiente resistencia para ser usado en elementos que soportan carga, y al mismo tiempo con una contracción por secado muy reducida.

ESCORIA ESPUMOSA:

La escoria espumosa, producida mediante enfriamiento rápido de la escoria líquida de altos hornos de hierro, con una cantidad limitada de agua, tiene una estructura porosa similar a la piedra pómez natural. Los requisitos para este material se establecen en la norma B.S. 877: 1939 Escoria Espumosa de Altos Hornos como Agregado para Concreto en la cual se dan límites para las impurezas pesadas y volátiles, y para el sulfato disponible.

Los agregados de escoria espumosa se proporcionan en dos tamaños: grueso, desde 1.3 cm hasta 0.9 cm, y finos de 0.9 cm o menos. La relación agregado/cemento que debe usarse varía de 6 a 10. Un bloque de concreto de escoria espumosa tiene mejor aislamiento térmico que uno de concreto de clínker. La contracción por secado y el movimiento de humedad son satisfactorios, sin necesidad de emplear tratamiento en autoclave.

AGREGADOS DE ARCILLAS EXPANDIDAS:

Cuando ciertas arcillas son calentadas bajo la acción de fuertes temperaturas hasta un estado semiplástico a veces llamado punto devitrificación incipiente se expanden o hinchan hasta 7 veces su volumen original, esto se debe a la formación de gases dentro de la masa a la temperatura de fusión. Para la producción de este agregado, la arcilla debe ser ablandada a una temperatura que puede alcanzarse y mantenerse económicamente y al mismo tiempo debe contener componentes minerales que produz

can gases a esa temperatura, si tales componentes minerales no se encuentran presentes en forma natural en la arcilla, podrán ser incorporados a ella durante la fabricación, conservándose la estructura celular así formada al enfriarse y el producto en esas condiciones será usado como agregado de peso ligero. El descubrimiento de este material se remonta según algunos autores hacia finales del siglo pasado, pero no es sino hasta inicios de este siglo en que empiezan a hacerse estudios sobre las arcillas expandidas. Hacia los años 40's se empezaron a instalar las dos primeras fábricas en Europa apareciendo en primer lugar en los países nórdicos en donde los rigores del clima orilla a la búsqueda de materiales aislantes, o bien en aquellos lugares donde los agregados naturales presentaban ya ciertos problemas para su obtención.

Las arcillas expandidas se han utilizado en muchos países como agregados artificiales y con gran éxito ha sido posible fabricar concretos de alta resistencia y de bajo peso volumétrico características idóneas tanto para sistemas tradicionales como para sistemas constructivos de prefabricación.

CONCRETOS DE ARCILLAS EXPANDIDAS:

Los agregados de arcillas expandidas son partículas por lo general de forma redondeada y cuyo color varía del ocre al café-rojizo, aunque también pueden llegar a ser grises. Las arcillas expandidas son fabricadas en hornos rotatorios o bien en crisoles sinterizadores a temperaturas del orden de 1000°C.

Así como en otros concretos de peso ligero, la resistencia del concreto hecho con arcilla expandida, no solo se debe a la resistencia inherente del agregado, sino también al grado de compactación, que dependerá de la forma y graduación del agregado. Generalmente se dice que un agregado fragmentado es capaz de dar mayor resistencia al concreto, pero que un material como las arcillas expandidas obtenidas en un horno rotatorio que son de forma redondeada dan una mejor trabajabilidad, lo cual puede conducirse indirectamente a la obtención de un concreto más resistente, pensando en la utilización de una relación agua/cemento menor. En resumen la resistencia esperada de una mezcla dependerá en gran parte de la graduación de los agregados de la relación agua/cemento y del grado de compactación.

Los agregados de peso ligero por sí solos, son más porosos que las gravas ordinarias, razón por la cual absorben una mayor cantidad de agua de mezclado durante la fabricación del concreto, factor muy importante que debe tomarse en consideración.

Los concretos fabricados con arcillas expandidas tienen una densidad que varía de 1.600 a 1.750 kilos por metro cúbico en comparación de los 2.200 a 2.400 del concreto normal razón por la que cada vez son más usados para miembros estructurales tanto reforzados como presforzados.

CONCRECIONES DE CENIZA DE COMBUSTIBLE PULVERIZADO:

La ceniza que se forma en las estaciones de energía eléctrica-

que queman combustible pulverizado se usa para formar un agregado ligero. La ceniza se forma en partículas que se concretan a altas temperaturas. Se puede obtener en tres tamaños: los tamaños grande y mediano consisten en partículas esféricas duras; el tamaño fino es una arena que se produce por medio de trituración.

Se puede usar concreto completamente compactado con una densidad de 1600 a 1759 kg/m^3 para miembros estructurales de concreto reforzado; tiene un aislamiento térmico 50 por ciento mejor que el del concreto normal denso. Se puede mejorar el aislamiento térmico usando una mezcla sin finos. Los bloques y losas hechos con este agregado alcanzan valores de contracción por secado y movimiento de humedad similares a los obtenidos en el concreto de arcilla expandida.

PIEDRA POMEZ:

Piedra pómez es un material de origen volcánico el cual con un tratamiento sustituye el lugar de agregado.

Generalmente a dicho agregado se le somete a un proceso de --mezclado con lechada en revolvedora centrífuga con objeto de que dicha lechada cierre los poros de la piedra sin aumentar su peso. La resistencia de los concretos producidos con piedra pómez andan entre 80 y 200 kg/cm^2 de f'_c .

ASERRIN:

En algunas ocasiones se ha utilizado el aserrín como agregado

ligero pero éste deberá sujetársele a un tratamiento previo - con objeto de que los taninos, carbohidratos solubles y los - aceites aromáticos que afecten la hidratación del cemento solo se han utilizado para empleo de interiores ya que el mayor problema que presenta éste concreto es el movimiento debido - al contenido de humedad que tiene el concreto a base de aserrín.

PROPIEDADES DE LOS CONCRETOS LIGEROS:

La tabla 3 muestra las propiedades más importantes de los concretos ligeros, los valores de cada propiedad para cada tipo de concreto representa solamente un rango de valores normalmente establecidos.

PESO VOLUMETRICO APROXIMADO Y CLASIFICACION DE LOS CONCRETOS CON AGREGADOS LIGEROS

Concretos de baja
densidad

Concretos de resistencia
modulada

Concreto Estructural

Escorias expandidas
=====

Concreción de arcilla expandida
=====

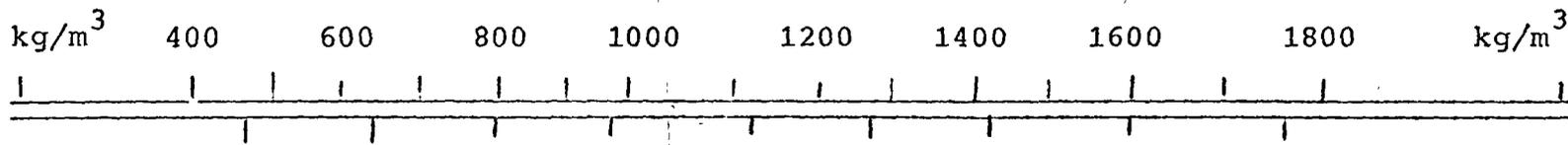
Arcillas expandidas en hornos
rotatorios
=====

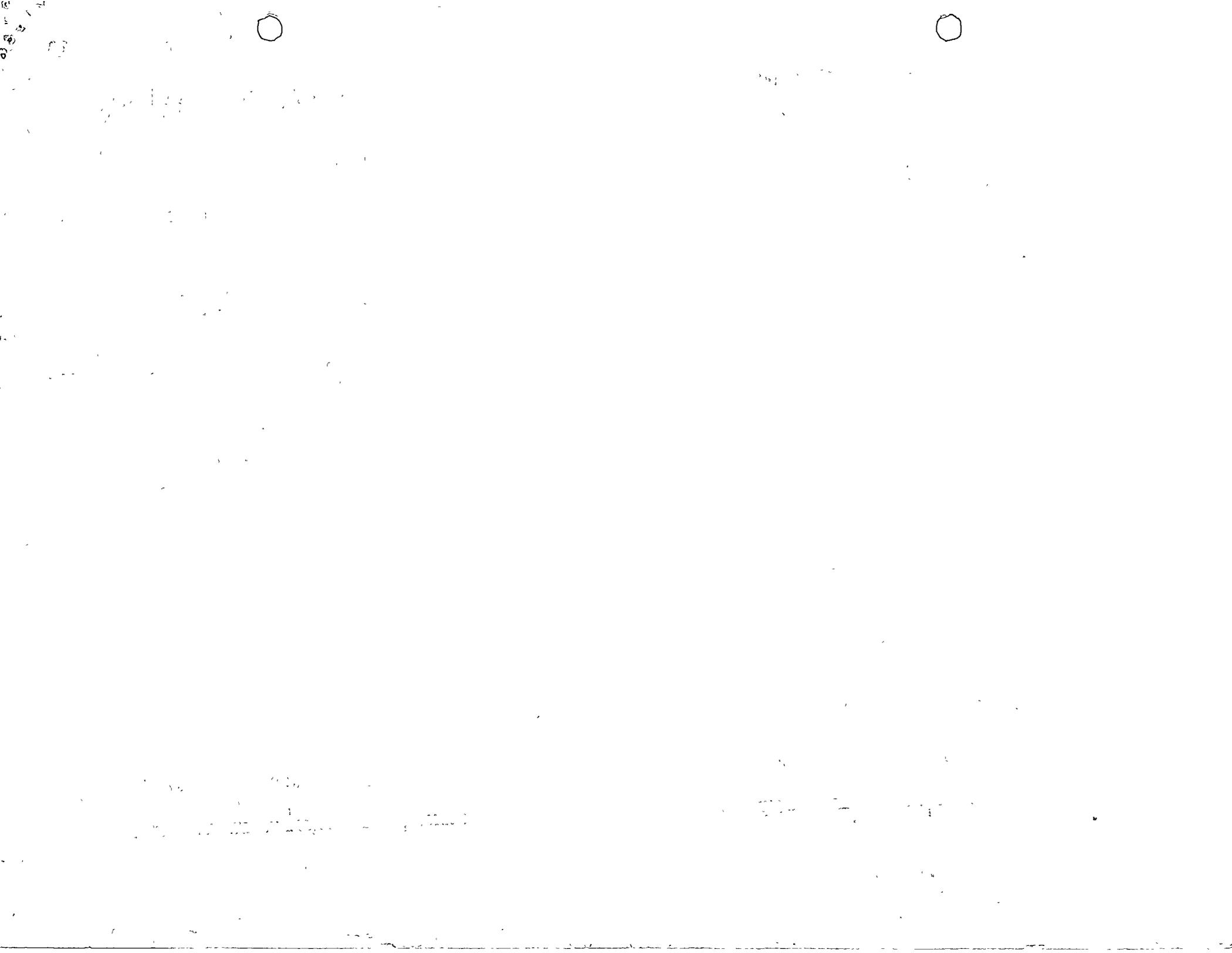
Escoria espumosa
=====

Piedra pómez
=====

Perlita expandida
=====

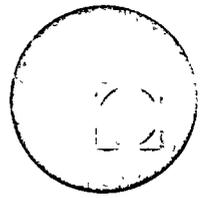
Vermiculita exfoliada
=====







centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE
ESTRUCTURAS DE CONCRETO

ACERO DE REFUERZO

Ing. JOSE MARIA RIOBOO MARTIN

ACERO DE REFUERZO

INTRODUCCION:

El acero para reforzar concreto se utiliza en distintas formas, la más común es la barra o varilla que se fabrica tanto de acero laminado en caliente como el de acero estirado o torcido en frío. Los diámetros usuales de las varillas producidas en México varían de 1/4" a 1 1/2" todas las varillas a excepción del alambroón de 1/4" tienen corrugaciones en la superficie con objeto de mejorar la adherencia entre el acero y el concreto.

ACERO LAMINADO EN CALIENTE:

Este acero se caracteriza por tener claramente marcado un límite de fluencia así como una deformación importante a la falla. Estos aceros se clasifican en aceros de bajo y alto carbono cuyo porcentaje queda limitado en el primer caso al .25% de carbono, obteniéndose resistencias de fluencia de 2500 kg/cm².

El aumento en la resistencia de este tipo de acero se consigue aumentando el contenido de carbono, obteniéndose aceros de alto límite de fluencia con porcentajes de carbono que varían entre .35% y 0.45%.

CURVA ESFUERZO DEFORMACION DEL ACERO LAMINADO EN CALIENTE:

La figura No.1 muestra la curva carga deformación de una barra de acero laminado en caliente en ella se observa una parte lineal de la curva hasta el punto A denominado punto de fluencia, posteriormente la barra se deforma sin incremento de carga hasta el punto B, a continuación la barra empieza a incrementar su resistencia de acuerdo con la curva BCD llamada zona

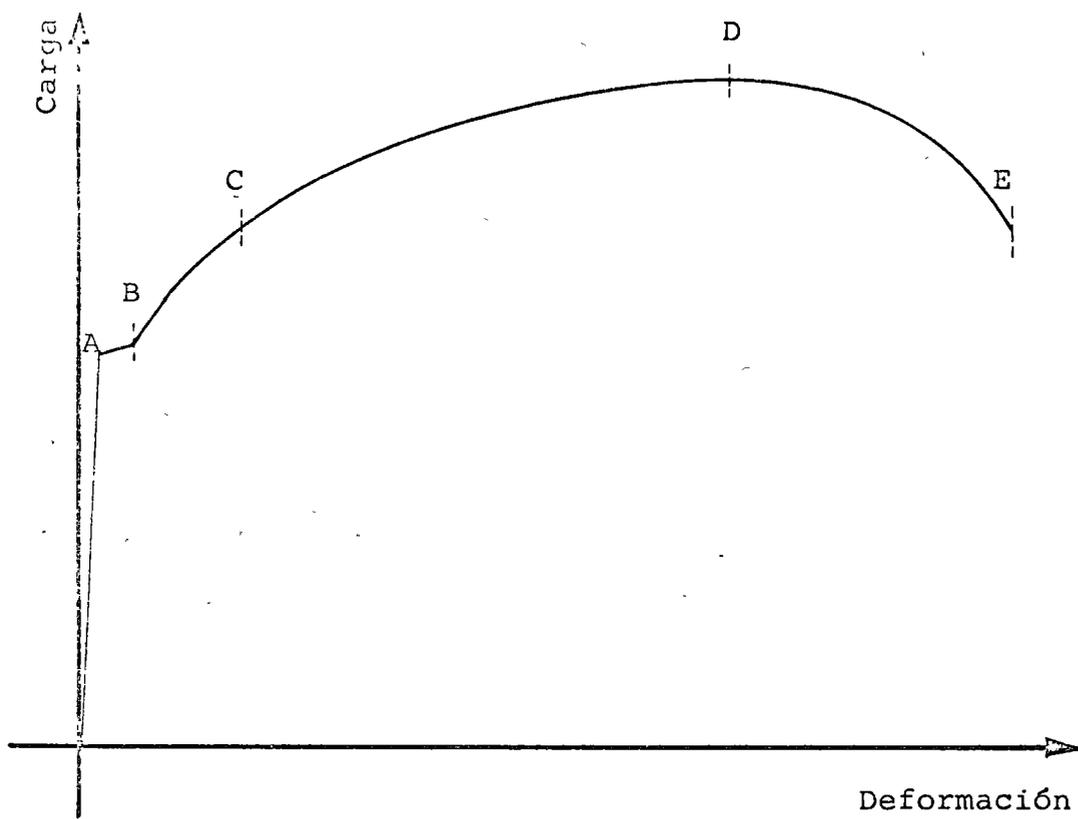


Figura No.1

de endurecimiento. En la región CD el incremento en la deformación viene acompañado con una reducción importante de la sección de la barra, como dicha curva se ha obtenido en función del área nominal, en realidad el material tiene una resistencia unitaria mayor. La máxima resistencia se obtiene en el punto D. Si el sistema de carga se realiza por medio de incrementos de deformación constante aparece la parte DE descendente de la curva hasta la falla de la barra.

Para aceros de alto carbono la deformación total hasta la falla es menor así como la zona de fluencia del tramo AB de la curva así como la zona de endurecimiento es más pronunciada que en el caso de acero de bajo carbono.

Un problema importante de los aceros de alto carbono es la solubilidad. Para soldar varillas de alto carbono se debe tener un control estricto en el procedimiento y tipo de soldadura, para ello es necesario realizar un precalentamiento del acero, para realizar la conexión, esto se debe al calentamiento del carbono en combinación con el manganeso propiciando fallas frágiles en la unión soldada.

La tabla No.1 muestra un análisis químico de los aceros laminados en caliente de bajo y alto carbón.

Peso de elementos en porcentaje

	C	Mn	S	P	Si
Acero bajo carbón	0.21	1.25	0.020	0.015	0.26
Acero alto carbón	0.37	1.43	0.028	0.026	0.04

ACERO TRABAJADO EN FRIO

Estos aceros son el resultado de estirar o torcer en frío el acero de refuerzo laminado en caliente de esta manera se consigue una mayor resistencia y en el caso de aceros estirados en frío una disminución en el área.

Los aceros estirados en frío en la actualidad se utilizan para formar las mallas de refuerzo las cuales suelen soldarse entre sí dispuestos ortogonalmente para configurar celdas rectangulares o cuadradas la soldadura tiene como objeto facilitar el manejo y la colocación del acero y además garantizar una mayor adherencia del acero en el concreto, una ventaja de estas mallas es la posibilidad de contar con aceros de alta resistencia de menor diámetro más cercanos entre sí, en donde para losas y muros se logra una mejor distribución de esfuerzos y un mayor control de los agrietamientos en comparación con los aceros convencionales que son de mayor diámetro y en consecuencia se deberán colocar separaciones mayores.

COMPORTAMIENTO:

En la figura No.2 se muestra comparativamente la relación esfuerzo-deformación de diferentes aceros de refuerzo, se puede observar que los aceros laminados en caliente tienen un límite de fluencia definido y una zona de recuperación o de endurecimiento en la cual se tienen mayores resistencias, correspondientes a deformaciones unitarias relativamente grandes, este incremento resulta generalmente imposible de aprovecharse estructuralmente debido a que en el concreto reforzado es necesario mantener la com

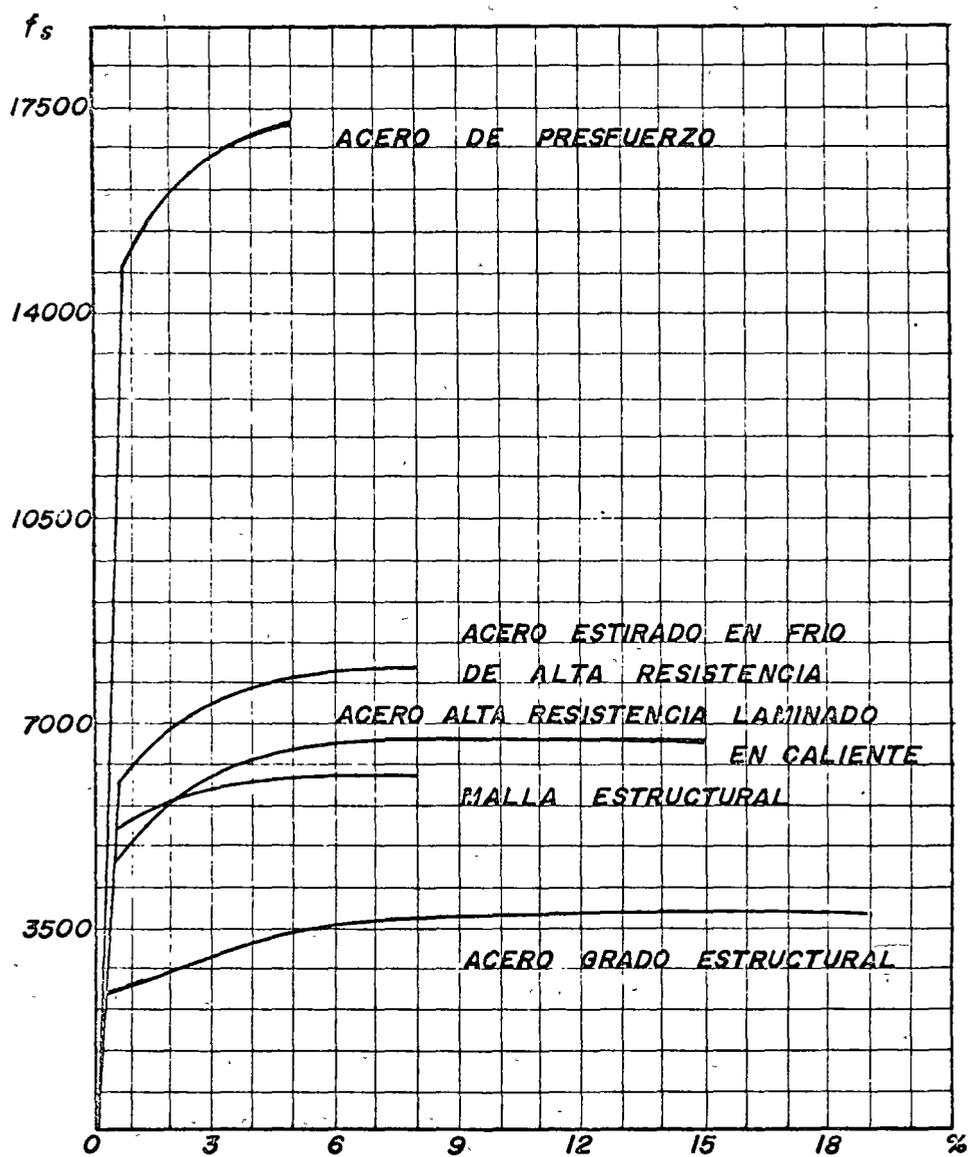


Figura 2.

patibilidad de las deformaciones unitarias entre el concreto y el acero. Los aceros laminados en caliente tienen deformaciones unitarias a la ruptura, mayores que los trabajados en frío, y -- por consiguiente proporcionan mayor ductilidad.

En la misma figura se tienen varias curvas esfuerzo-deformación de aceros trabajados en frío, incluyendo en este grupo los aceros de presfuerzo; todos estos aceros muestran una curva continua sin mostrar un punto de fluencia definido, así también se caracterizan por tener menor deformación última en comparación con -- los aceros laminados en caliente, se sabe que a medida que se aumenta la resistencia de los aceros trabajados en frío, disminuye notablemente su ductilidad.

Es importante en estructuras de concreto reforzado contar con -- aceros que ofrezcan gran ductibilidad y ésta deberá ser compatible con las deformaciones entre el acero y el concreto, es de -- cir, que se garantice sobradamente la fluencia del acero en los mecanismos de falla y también que las curvaturas que se presen -- tan en las articulaciones plásticas debido a cargas extraordinarias tengan un rango inelástico importante que asegure la total-distribución de momentos flexionantes hasta lograr el mecanismo de falla general de la estructura.

Por lo anterior, es importante conocer los coeficientes de ducti -- bilidad de los aceros de refuerzo y compararlos con los requeridos en los elementos de concreto reforzado. En el proyecto al -- nuevo Reglamento del Departamento del Distrito Federal, conside -- ra que las fuerzas horizontales debidas a sismo están en función de la ductilidad de la estructura y por ello introduce el coefi --

ciente sísmico.

En algunos países en lugar de alambres lisos en las mallas se utilizan alambres con un tipo de irregularidad en la superficie, con el fin de mejorar las condiciones de adherencia.

RESISTENCIAS CARACTERISTICAS DEL ACERO DE REFUERZO:

Las normas actuales DGN y las ASTM especifican valores determinísticos para que un acero cumpla con la norma. Este criterio va en desacuerdo con los enfoques del Reglamento del Departamento del Distrito Federal, así como el del Comité Europeo, los cuales se basan en criterios probabilísticos para el diseño de elementos de concreto.

Lógicamente las normas deberían contemplar enfoques probabilísticos para la aceptación de los materiales así por ejemplo el Comité Europeo especifica una resistencia "característica" la cual se define por medio de los esfuerzos de fluencia y la variabilidad expresada numericamente en función de la desviación-standar, de manera que la probabilidad de que el 5% de resultados aparezcan abajo de la resistencia característica de manera que:

$$f_y^* = \bar{f}_y (1 - 1.64 \Delta)$$

donde: f_y^* = es la resistencia característica

\bar{f}_y = es la resistencia promedio

Δ = es el coeficiente de variación

Este concepto de resistencia característica se basa en requisitos de producción continua en donde es esencial tener un proceso de bachadas continuas de un solo diámetro esto resulta complicado debido al problema del control de la producción en la

selección de los diámetros, para esto sería recomendable utilizar el contenido de Bannister el cual establece que la resistencia característica se obtiene bajo las siguientes condiciones:

- 1.- No más de dos resultados de prueba sean menores que la resistencia característica de cada 40 resultados consecutivos de un mismo diámetro y tipo de barra.
- 2.- Ningún resultado deberá ser menor que el 93% de la resistencia característica especializada.

Así mismo las normas establecen, además del límite de fluencia, un requisito de ductilidad, esta prueba se conoce con el nombre de propiedad de doblado, la cual consiste en doblar a 180° una barra alrededor de un mandril circular cuyo diametro se especifica en función del de la barra por probar, si no se observan grietas en la barra al realizar el doblado el acero brinda la suficiente ductilidad. Es importante mencionar que estos dobleces no son dobleces mínimos especificados en los reglamentos para concreto reforzado. Evidentemente el espécimen ensayado en la prueba de doblado, sólo sirve para la aceptación del lote y no como elemento de refuerzo en el concreto. Otras pruebas que las normas actuales especifican son: La tolerancia en los diámetros, el acabado del acero, así como el número de pruebas de doblado por cada envío de material.

Es importante verificar en algunos de los ensayos de campo, el alargamiento último, del material medido en función del diámetro del mismo y no como en la actualidad se especifica según una dimensión constante de 20 cms.

TENDENCIA DE LOS ACEROS DE REFUERZO:

Una tendencia cada día mayor, es el empleo de aceros de mayor resistencia, en Europa se están utilizando aceros con esfuerzos de fluencia mayores de 7000 kg/cm^2 .

La figura No.3 muestra el costo adicional por producir aceros -- con límite de fluencia mayor a 2800 kg/cm^2 para Suecia y Estados Unidos.

En la figura No.4 se muestran los costos de fabricación del acero en función de los límites de fluencia para ambos países.

En la figura No.5 se muestra el costo relativo del acero colocado en función de los límites de fluencia.

Por lo anterior se concluye que utilizar aceros de alta resistencia acarrea una economía importante.

En la actualidad existen algunas incertidumbres en el empleo de aceros de alta resistencia, por el problema de la ductilidad en estructuras sujetas a sismo, así como algunas limitaciones en los límites de fluencia de los aceros para refuerzo transversal, es necesario realizar los ensayos de laboratorio pertinentes con objeto de establecer las limitaciones y su rango de aplicación de este tipo de acero, que en la actualidad se desconoce.

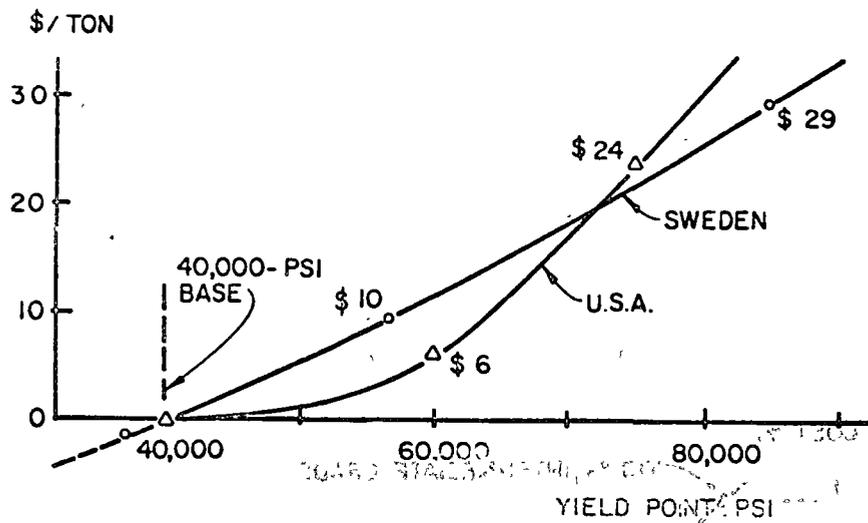


Figura No.3

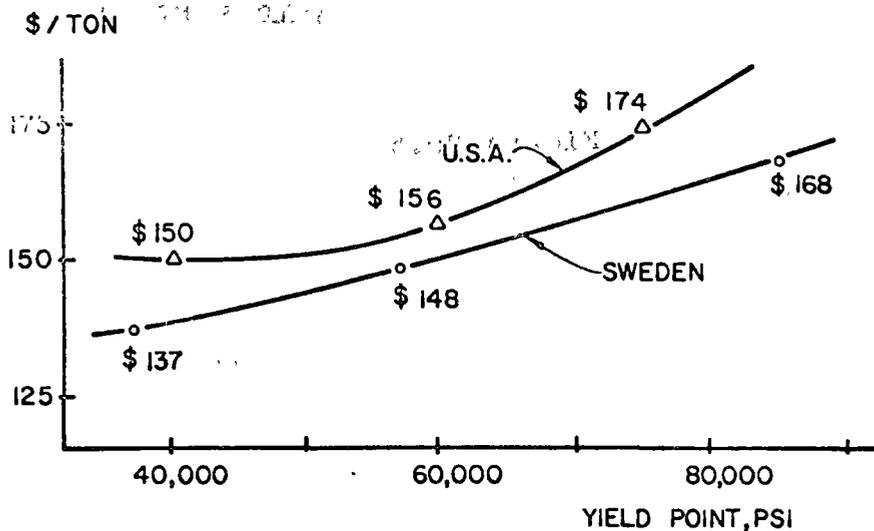
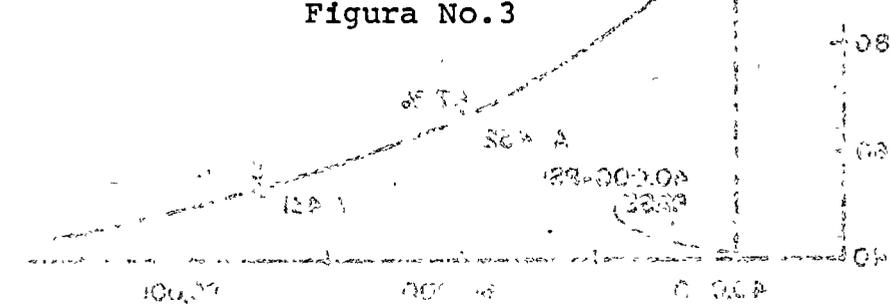


Figura No.4

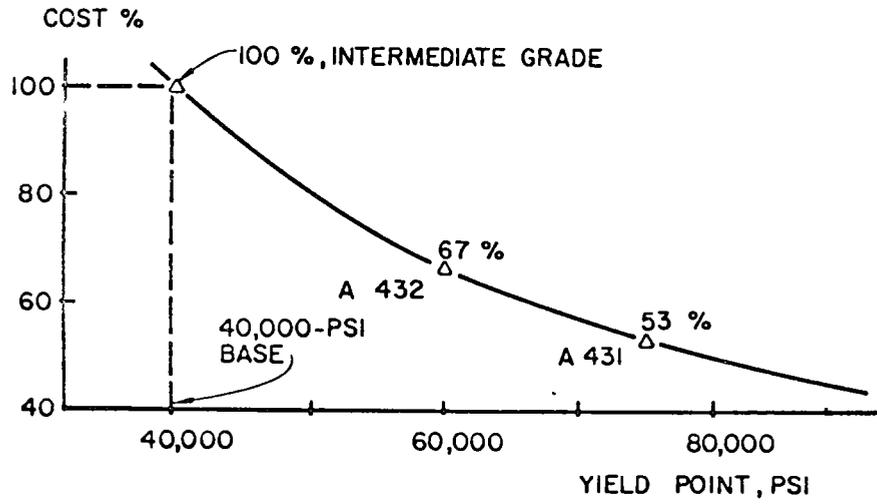


Figura No.5

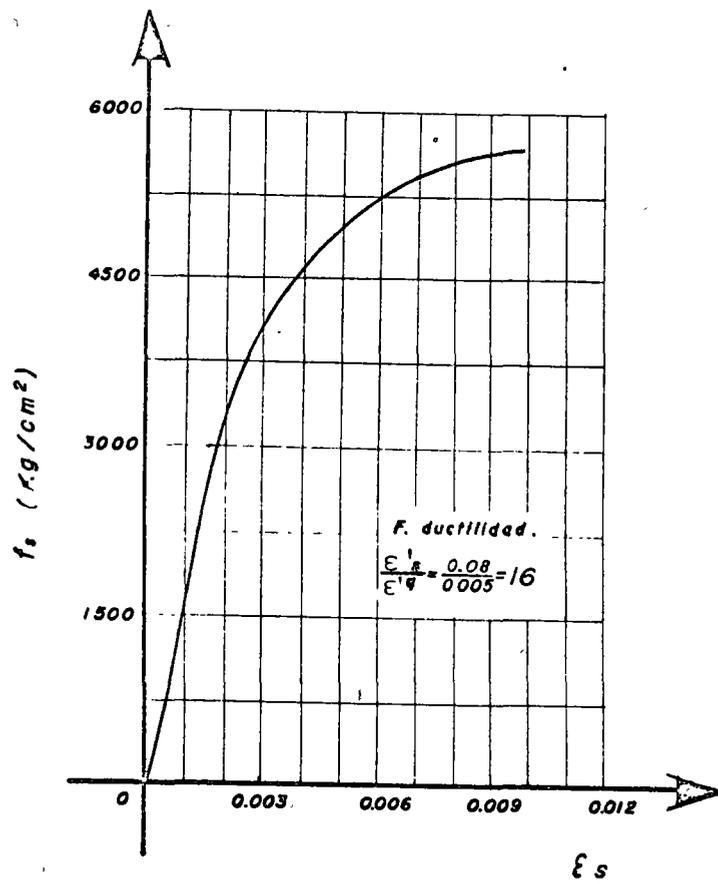
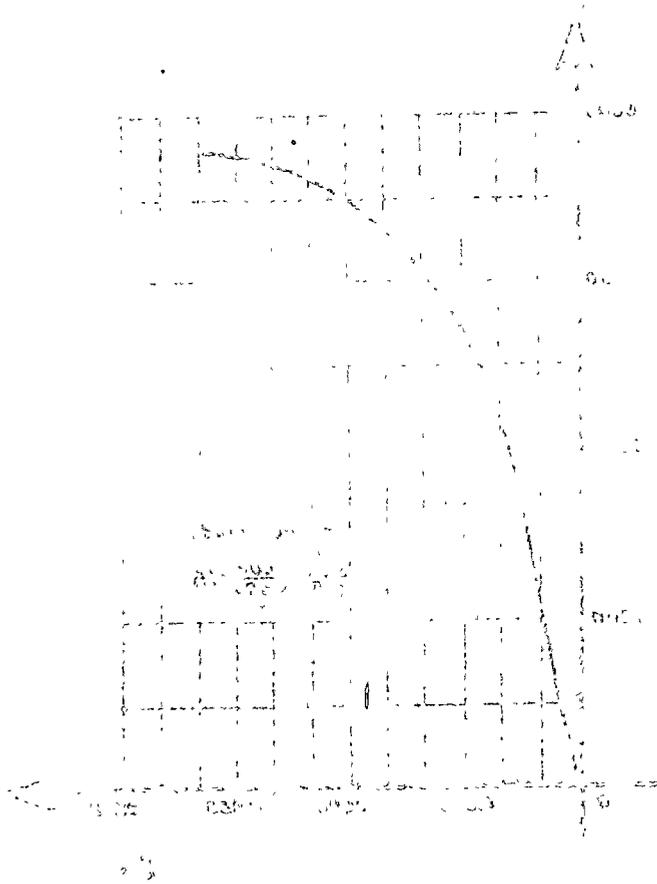


Figura 3



0.0000



centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS
DE CONCRETO

CONCRETO PREFABRICADO

ING. RUBEN OBREGON

BREVE BOSQUEJO HISTORICO (RECIENTE) DE LA PREFABRICACION:

FRANCIA.- A partir de 1945 se desarrolla una importante industria de fabricación de paneles grandes con ayuda del Gobierno. El objetivo es abatir costos y poder construir un volumen mayor de casas, debido a la necesidad de reconstrucción de la postguerra.

Aparecen los sistemas:

Coignet, Barets, Balancin, Foulquier, Estiot, Tracoba, etc. ; entre los principales.

U.R.S.S.- Debido a la gran necesidad de viviendas, el Estado construye numerosas plantas de gran tamaño donde se fabrican desde elementos constitutivos de una estructura - hasta cajones completos que constituyen módulos individuales que se enciman uno sobre otro. Son características de estos sistemas constructivos las grúas de pórtico gigantes, que tienen que superar la altura total del edificio para permitir su montaje, entre ambas partes - del marco.

INGLATERRA.- Aunque después de la Segunda Guerra Mundial, los ingleses fueron los primeros en empezar a construir viviendas a base de prefabricación, por diversas causas se suspendió la construcción a base de estos sistemas. Sin embargo, en el campo de la prefabricación escolar, los ingleses han mostrado un adelanto considerable. En la actualidad, casi la totalidad de las escuelas inglesas se construyen a base de sistemas industrializados.

Entre algunos de ellos figuran el CLASP, SCOLA, MACE y SEAC.

CUBA.-

En América puede decirse que es el país que más logros ha obtenido en diversos sistemas de prefabricación. Sistema de gran panel para viviendas multifamiliares y unifamiliares y un aspecto interesante es que almacenan elementos prefabricados de ciertas dimensiones, obligándose a emplear ciertos módulos en sus construcciones, teniendo libertad para escoger la longitud de los elementos según el claro principal.

Otro aspecto interesante son las construcciones prefabricadas para establos, en los que han realizado experimentos interesantes para aumentar el rendimiento en la producción de leche.

MEXICO.-

Numerosos intentos se han hecho en México incursionando en el campo de la prefabricación para la vivienda, pero en todos los casos se ha tratado de sistemas de prefabricación parcial. Quizá dentro de todos estos sistemas, el que mayor grado de evolución alcanzó fue el que empleó la Compañía ORDIC del Ing. Saucedo, ya que prácticamente prefabricó los muros y los techos de concreto para un grupo de casas construidas en San Juan de Aragón, en el D.F. En ese proyecto se estudió la solución de un muro húmedo para las instalaciones de baños y cocinas.

La fábrica se instaló en terrenos de la colonia, con instalaciones sumamente modestas, ya que prácticamente --

estaban constituídas por mesas de trabajo sobre el piso, donde se vaciaban losas y muros; los cuales después de haber sido curados a vapor, se manipulaban con unos dispositivos a base de ventosas, denominado Vacum-Crete. Por causas desconocidas, no se ha seguido usando este sistema, pero parece ser que para que sea costeable se necesita garantizar un determinado número mínimo de casas.

Otra Compañía, Cimbracret, S. A. ha lanzado al mercado un módulo integral para baños prefabricados, los cuales son susceptibles de colocarse en viviendas que pueden o no ser prefabricadas. Tienen además otro componente denominado módulo cúbico para casa habitación.

Recientemente con el impulso que han dado Instituciones oficiales a la construcción de vivienda popular como - INFONAVIT, INDECO, AURIS, ISSSTE, D.D.F., etc., se han hecho numerosos ensayos empleando elementos prefabricados, cayendo dentro del campo de prefabricación parcial, con lo cual se espera tener un avance en la tecnología de los diversos sistemas, ya que está demostrada la necesidad de incrementar fuertemente el volumen de construcción de vivienda popular y la prefabricación puede ser el mejor medio de lograrlo.

C O N C E P T O S B A S I C O S :

PREFABRICACION.- Consiste en hacer los elementos o componentes que integran un edificio en un taller o en el sitio de la obra, - pero no en su lugar definitivo, para luego transportarlos (cuando se fabrican a pie de obra se suprime el concepto transporte) y montarlos y conectarlos en su posición definitiva. La manera de lograr la prefabricación puede ser - desde lo más artesanal hasta lo más mecanizado o tecnificado.

INDUSTRIALIZACION DE LA CONSTRUCCION.- Consiste en emplear en forma racional y mecanizada, los materiales, los medios de transporte; así como la técnica más adecuada de montaje y de construcción, para lograr una mayor productividad. Tiende a reducir los tiempos totales de ejecución recurriendo al mayor grado de: mecanización, normalización y tipificación. Implica una coordinación absoluta entre las diferentes áreas de trabajo, requiriéndose por tanto, de una organización y administración bastante eficientes.

Es común encontrar en este tipo de empresas, áreas que cubren campos de Planeación, Investigación y Desarrollo, Control de Calidad, etc., con el objeto de mejorar sus productos y la aplicación de los mismos; y debe ser preocupación de estas Empresas buscar los mejores medios de difusión --

para la divulgación de sus sistemas, ya que es necesario hacer una verdadera labor educacional.

CONSTRUCCION SISTEMATIZADA.- Está basada como su nombre lo indica, en el concepto de sistema, que se entiende como una unidad funcional formada por partes que aunque diferentes entre sí, siempre se integran para lograr un propósito común. Básicamente, la construcción sistematizada consiste en el planamiento del proceso de la edificación, concentrándose en el problema de cómo organizar ese proceso de manera de obtener un nivel óptimo de productividad.

SISTEMA ABIERTO.- Es aquél que utiliza componentes fabricados en serie - que pueden ser de distinta procedencia y que se pueden montar en muy variadas combinaciones, siendo por lo tanto intercambiables en un cierto porcentaje.

SISTEMA CERRADO.- Es aquél que utiliza componentes fabricados en serie, en los que no se ha previsto la posibilidad de intercambiarlos con otros de procedencia ajena al propio sistema y que exigen una coordinación estricta en las fases de - proyecto, fabricación, transporte y montaje de los componentes.

Los primeros sistemas que aparecieron como el Camus, Barets, CLASP, Larsen y Nielsen, los soviéticos y los de otros países orientales, fueron desarrollados por una sola organización, siendo por lo tanto sistemas cerrados. Pero debido a que los Arquitectos exigieron una mayor libertad y diver-

sidad en el diseño y una competencia más franca, se llegó a los sistemas abiertos, donde en lugar de tener una gama limitada de componentes, se obtiene una intercambiabilidad de los mismos.

Otra manera de clasificar los diversos sistemas de prefabricación, es con relación al peso de los elementos que los constituyen. De esta manera algunos autores han establecido la siguiente clasificación:

PREFABRICACION LIGERA.- Es aquella en que se requiere equipo para manejar elementos con un máximo de 500 Kilos de peso, sin importar su volumen.

PREFABRICACION MEDIA.- Es aquella en la que se requiere equipo para manejar elementos cuyo peso está comprendido entre los 500 y los 1,000 Kilos.

PREFABRICACION PESADA.- Se requiere equipo para manipular elementos cuyo peso sobrepasa los 1,000 Kilos.

Otros autores establecen una clasificación de los sistemas de construcción prefabricados, según el funcionamiento de su sistema estructural. Según estos autores, podría establecerse la siguiente clasificación:

CONSTRUCCIONES A BASE DE MUROS DE CARGA.- Como su nombre lo indica, todo el peso de las losas y de las cargas muertas y vivas se transmite a la cimentación por medio de los muros que por esta razón reciben el nombre de muros de carga.

CONSTRUCCIONES CON ESTRUCTURA O ARMAZON RESISTENTE .-Estas pueden ser a base de:

a).- Con columnas y vigas prefabricadas, formando marcos espaciales.

b).- Con losas y sin trabes.

El sistema norteamericano fue conocido con el nombre de Lift-Slab.

c) Con marcos prefabricados.

Existen algunas variantes, pudiendo ser en forma de H, de U invertida, a base de crucetas, en formas de Y, etc.

CONSTRUCCIONES A BASE DE ELEMENTOS ESPACIALES DE GRANDES DIMENSIONES, CELULARES O DE CAJON.- Como su nombre lo indica, se fabrican, se transportan y se montan unidades completas con paredes y techo o entrepiso, montándose uno a continuación de otro y uno arriba de otro. Como es fácil de imaginar, por lo general estas unidades son de un peso considerable, obligando en su sistema constructivo al empleo de grúas pórtico de gran altura y de gran capacidad. Por lo general, estas grúas se desplazan a lo largo del edificio sobre una vfa de acero.

MODULO.- El módulo es la unidad que sirve para controlar las dimensiones de los elementos constructivos; asimismo, permite cuantificar los espacios constituidos a base de dichos elementos. Es el incremento dimensional mínimo que se emplea en el diseño de elementos y espacios. De ahí su dualidad de conceptos: su unidad de medida y funge como factor numérico.

NORMA.- Es el lineamiento o pauta que se ha estudiado y que finalmente se ha aceptado, que tiene como finalidad conducir a la solución óptima de un problema repetitivo. Puede referirse a características del material, a procedimientos de producción y construcción, a espacios, a costos, a dimensiones, a con-

diciones de confortabilidad, de seguridad, etc.

NORMALIZACION.- Es la aplicación de normas con el objeto de lograr objetivos comunes en la construcción.

TIPIFICACION.- Es el establecimiento de un número de productos fabricados en serie, con normas que permiten dar características estandarizadas, permitiendo algunas variantes para el mejor aprovechamiento de los productos.

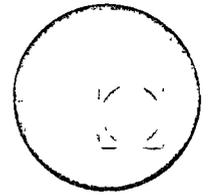
PRINCIPALES VENTAJAS DE LA INDUSTRIALIZACION Y DE LA PREFABRICACION DENTRO DEL CAMPO DE LA CONSTRUCCION.

- 1.- La posibilidad de una producción masiva, en base a los principios de repetición y de fabricación en serie.
- 2.- Una reducción notable en el tiempo de ejecución de las obras.
- 3.- La elevación de la calidad de la construcción, ya que la industrialización impone un estricto control de calidad que sólo se logra en la fábrica.
- 4.- La reducción, a la larga, de los costos de la construcción, una vez que se amortizan las inversiones en las instalaciones fabriles (como bien es sabido, el costo de la mano de obra es el que tiene el más alto índice de crecimiento).
- 5.- Una mejora en las condiciones humanas y sociales del obrero de la construcción. Su trabajo se vuelve más seguro; lo realiza protegido de la intemperie; sus horarios son controlados de manera más regular y legal; hay una demanda más estable del trabajo, evitándose así los empleos temporales o intermitentes.

- 6.- Se logra una continuidad más eficiente de la producción, independientemente del mal tiempo y otros factores.
- 7.- Permite una mayor racionalización en la organización y administración de la construcción, optimizándose los ritmos de trabajo y los recursos técnicos, económicos y humanos.
- 8.- Brinda a los gobiernos la oportunidad de llevar a cabo, de manera eficiente, amplios programas de contenido social, que son difíciles de llevar a cabo mediante procesos convencionales.
- 9.- Se obtiene un mayor nivel de limpieza en el lugar de la obra.
- 10.- Se logra un ahorro total o parcial de obra falsa.
- 11.- Se obtienen acabados aparentes de buena calidad directamente en la fábrica.



centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam



PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS
DE CONCRETO

MONTAJE

ING. FRANCISCO DELGADO

SISTEMAS DE ELEVACION Y DESCARGA

Se tienen muy diversas muy diversas máquinas de elevación aplicable para el levantamiento y colocación de elementos estructurales prefabricados de concreto y de ellos podemos citar:

- a).- Grúas Torre
- b).- Grúas Montadas en Cruzas
- c).- Grúas Montadas en Camión
- d).- Grúas de Pórtico o Marcos
- e).- Plumas sencillas y giratorias.

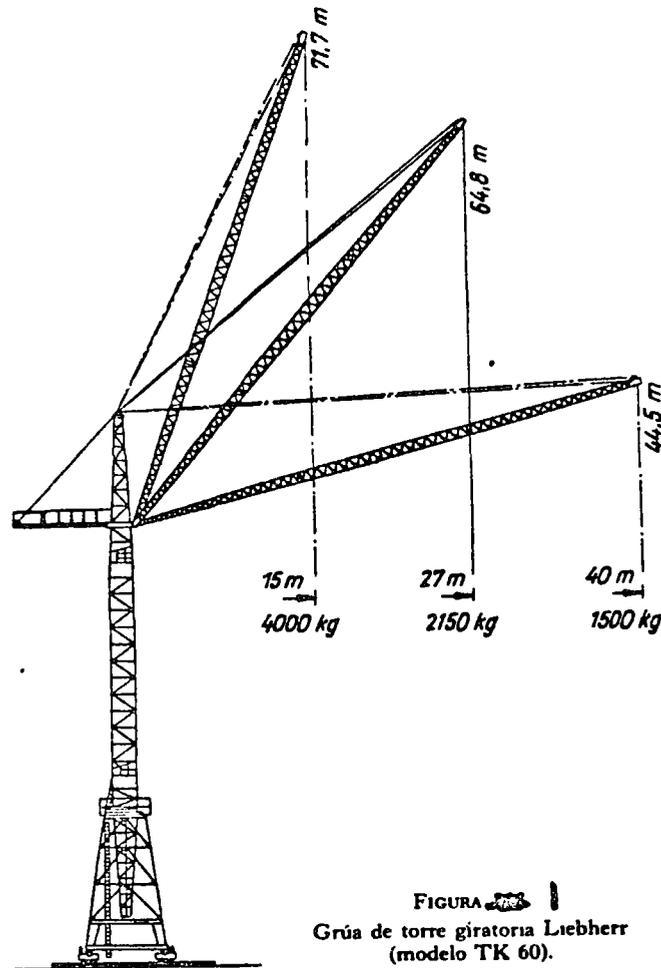
a).- GRUAS DE TORRES:

La grúa de torre es una de las máquinas más útiles en la industria de la construcción. Se emplean en primer lugar para el transporte vertical de los materiales de edificación y para la elevación de piezas prefabricadas, pero es también adecuada para cualquier otra operación de elevación o colocación, así como para su montaje, desmontaje y transporte que son engorrosos, caros y que llevan tiempo. Por consiguiente, el empleo de grúas de torre es económico solamente si hay que elevar un gran número de piezas. Estas desventajas pueden eliminarse parcialmente empleando grúas de torre ligeras y medianas automontables.

La capacidad de carga de las grúas de torre, en comparación con las de otros aparatos de elevación, es demasiado grande (usualmente 6 t) por lo que son adecuadas principalmente para la elevación de piezas pequeñas. Naturalmente, dentro del peso límite dado, pueden también emplearse para la elevación y colocación de grandes piezas. Para la elevación de grandes piezas cuyo peso exceda la capacidad de carga de una grúa de torre, deben emplearse otras máquinas de elevación, aunque la grúa de torre puede realizar una función auxiliar.

Estas grúas son capaces de efectuar tres clases de movimientos simultáneos: elevar la carga, moverse hacia adelante y hacia atrás y girar juntamente con la carga en la pluma. La pluma de algunas grúas de torre está provista de un carro desplazable. En este caso el movimiento de este carro es el cuarto que puede realizarse por una grúa de torre.

La figura No. 1 muestra un esquema de este tipo de grúas.

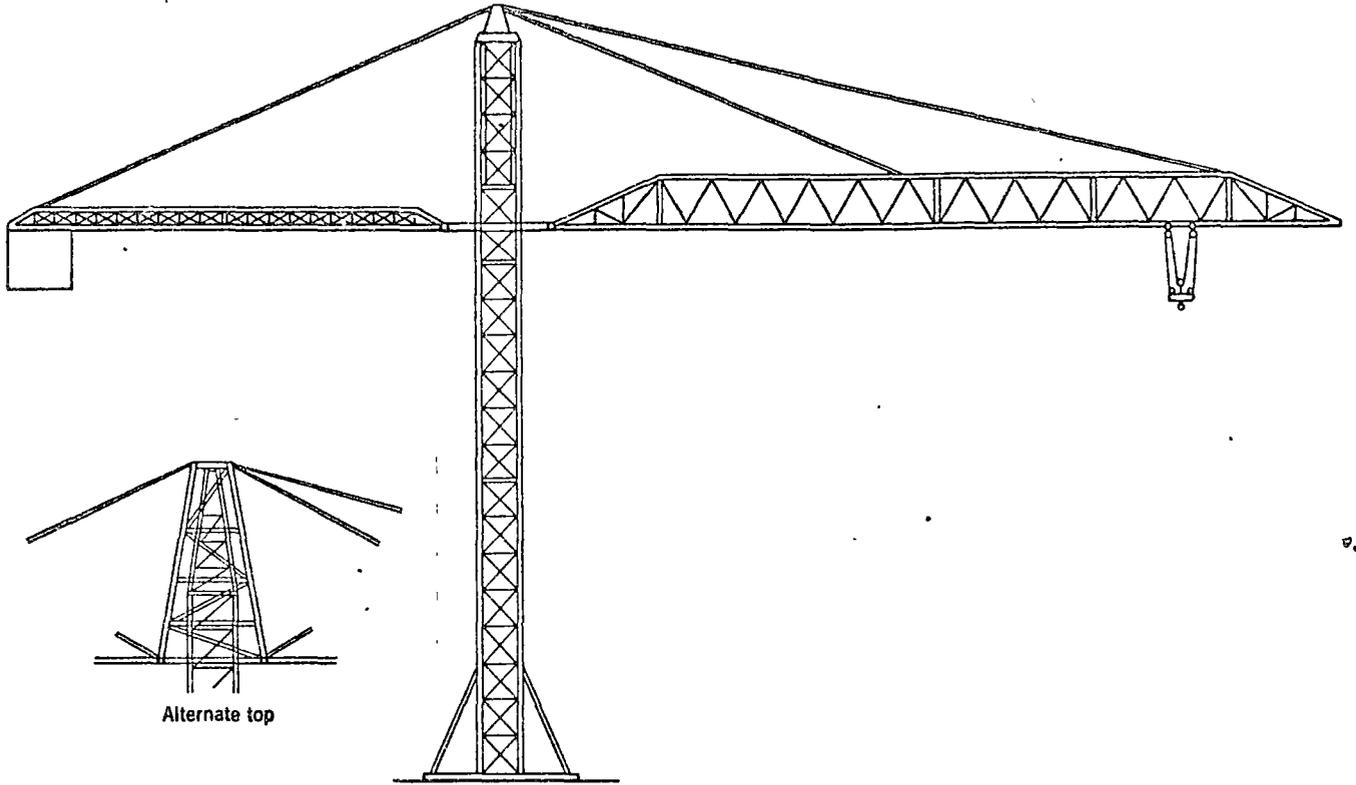


Existen en el mercado un tipo de grúas ligeras que se pueden remolcar con un tractor de trailer en carretera que facilita mucho su traslado de un lugar a otro y que además son muy fáciles de armar pero tienen el inconveniente de su limitación en cuanto a las cargas que puede levantar.

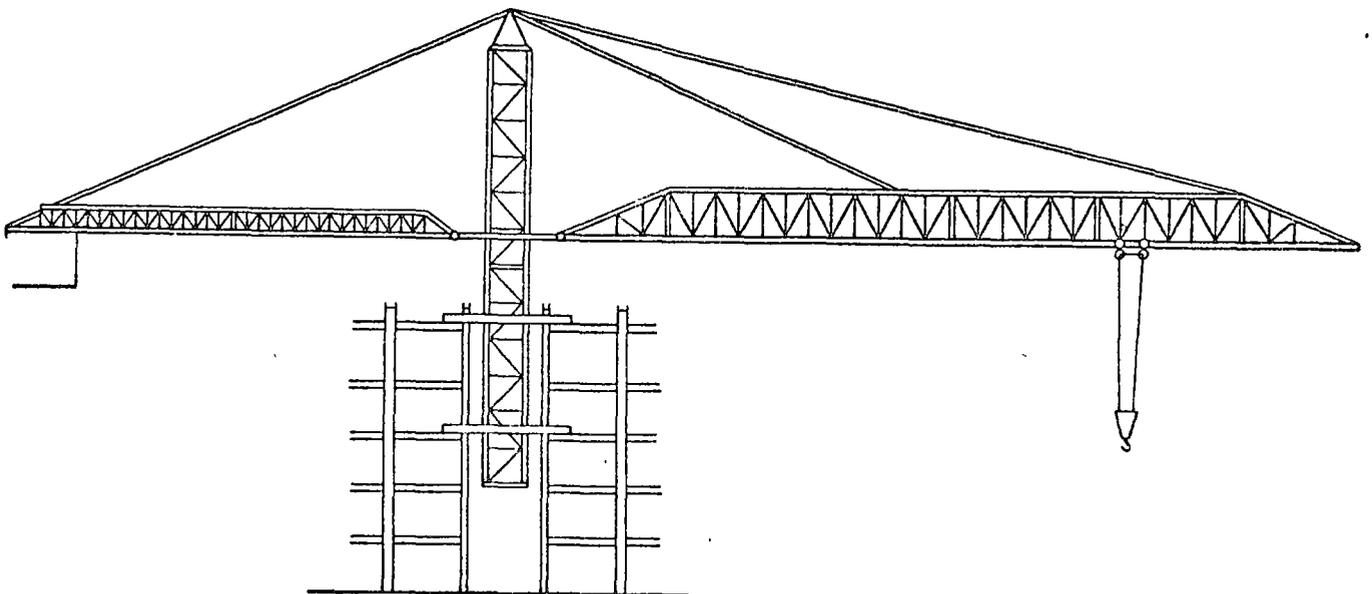
En la figura No. 2, se ilustra con detalle.

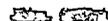
b) GRUAS MONTADAS EN ORUGAS:

Las grúas sobre orugas son particularmente adecuadas para la elevación y colocación de piezas prefabricadas, porque son móviles y no requieren vías de carriles; además, estas grúas son capaces no sólo de elevar piezas, sino también de transportarlas. A pesar de ello, estas grúas tienen ciertas desventajas. Una de ellas es el efecto frecuentemente perjudicial de estas pesadas máquinas al desplazarse sobre pavimentos de hormigón previamente terminados, La segun-



 Fixed or static tower crane. FIG 10



 Climbing tower crane. FIG 11

Circola distribuidora electrodesplegable BP 7530

④

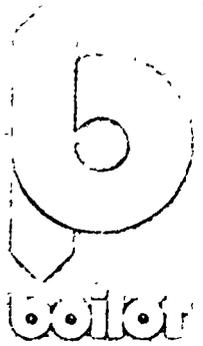
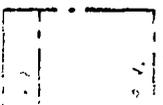
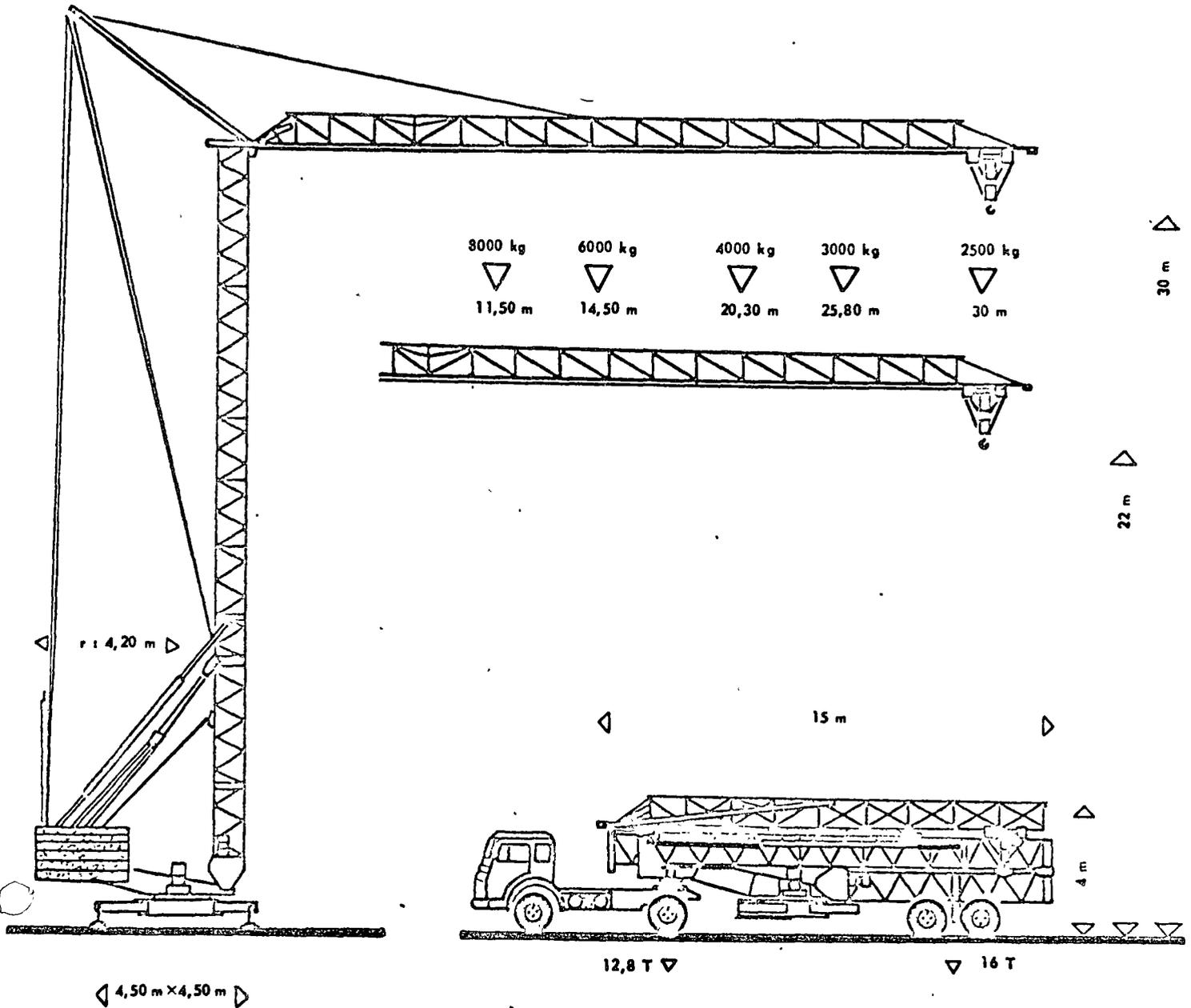


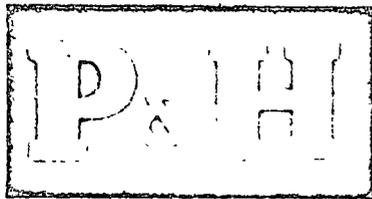
FIG. 2

Características técnicas principales:
 - Capacidad máxima de carga: 6000 kg
 - Alcance máximo: 30 m
 - Altura máxima: 22 m
 - Anchura de base: 4,50 m x 4,50 m



8000
 7000
 6000
 5000





315

FIG. 3

5

GRUA

ESPECIFICACIONES

P. C. S. A. CLASE 10-46

DATOS GENERALES

PLUMA: Estructura fabricada del ángulo de acero de aleación.

Longitud básica en dos secciones iguales con garantía abierta y conexión por pernos 30' (9.14m.)

Con dos poleas acodadas en la punta de la pluma montadas en chumaceras de bronce, de diámetro de fondo de 16" (406 mm.)

8 líneas de cable para levantar la pluma, standard. Tercera polea en la punta de la pluma, extra opcional.

Conectores de la pluma del tipo perno, extra opcional.

BLOQUE CON GANCHO 15 tons. (13,610 kgs.)

Una sola polea con gancho giratorio para cable de elevación de 2 y 3 partes. El cable de elevación de dos partes es standard. Partes adicionales de cable son extra opcional.

DESCENSO DE CARGA CONTROLADO POR POTENCIA:

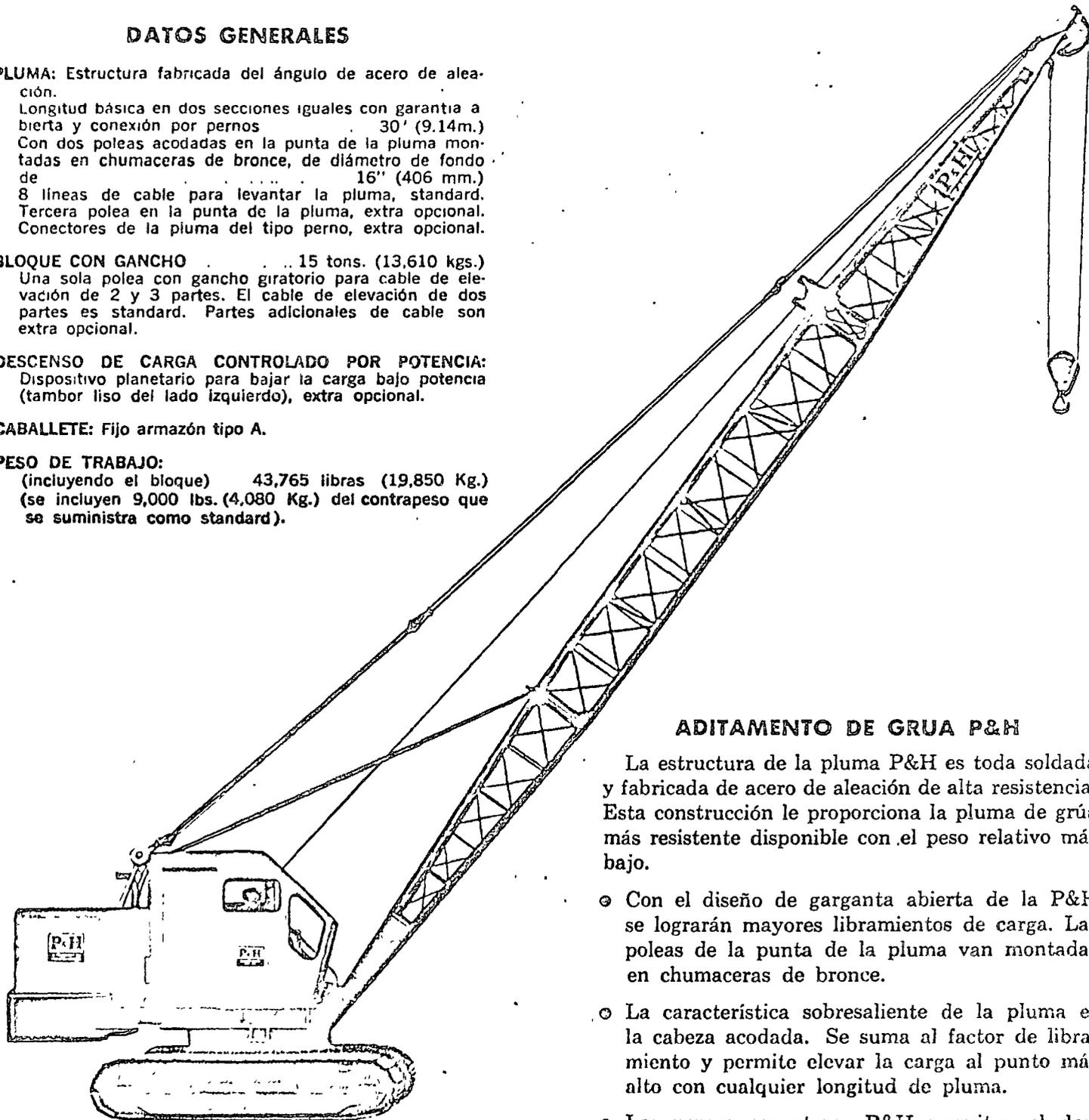
Dispositivo planetario para bajar la carga bajo potencia (tambor liso del lado izquierdo), extra opcional.

CABALLETE: Fijo armazón tipo A.

PESO DE TRABAJO:

(incluyendo el bloque) 43,765 libras (19,850 Kg.)

(se incluyen 9,000 lbs. (4,080 Kg.) del contrapeso que se suministra como standard).



ADITAMENTO DE GRUA P&H

La estructura de la pluma P&H es toda soldada y fabricada de acero de aleación de alta resistencia. Esta construcción le proporciona la pluma de grúa más resistente disponible con el peso relativo más bajo.

- Con el diseño de garganta abierta de la P&H se lograrán mayores libramientos de carga. Las poleas de la punta de la pluma van montadas en chumaceras de bronce.
- La característica sobresaliente de la pluma es la cabeza acodada. Se suma al factor de libramiento y permite elevar la carga al punto más alto con cualquier longitud de pluma.
- Los pernos conectores P&H permiten el desmontaje y erección de la pluma fácilmente, en unos cuantos minutos.

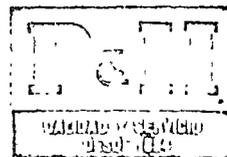
Para especificaciones básicas de la máquina referirse al boletín No. X432-2SP

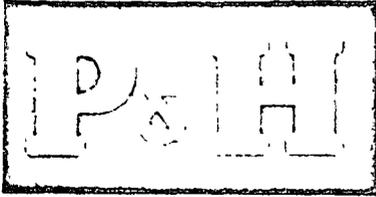
AQUINARIA INTERCONTINENTAL, S. R. L.

Pedón 50, Esq. Obrero Mundial
Col. Narvarte, México (12) D. F.

HARNISCHFEGER

Milwaukee, Wisconsin 53246, E. U. A.





315

6

FIG. 3

GRUA

DIAGRAMA DE ALCANCE

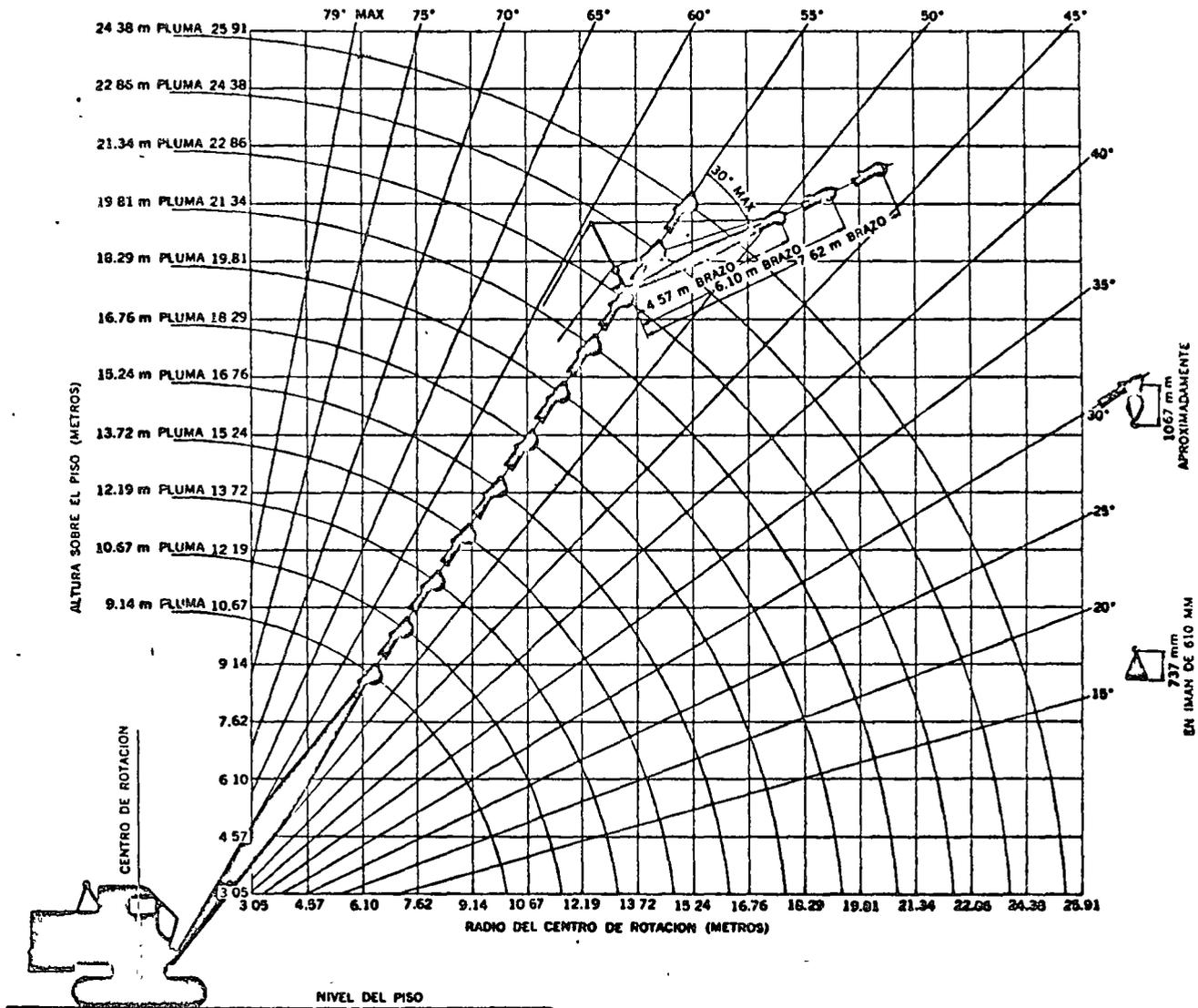
(METRICO)

MAQUINARIA INTERCONTINENTAL, S. A.

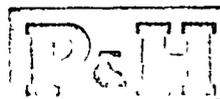
Petón 50, Esq. Obrero Mundial

Col. Uretrate, México (12) D. F.

Tel. 19-96-90 con 5 líneas



Para Especificaciones Básicas de la Máquina referirse al Boletín No. X432-2 SP



HARNISCHFEGER

Milwaukee, Wisconsin 53246, E. U. A.

CAPACIDADES NOMINALES DE LA GRUA EN LIBRAS

Radio de Operación en Pies	Pluma 30 Pies		Pluma 40 Pies		Pluma 50 Pies		Pluma 60 Pies		Pluma 70 Pies		Pluma 80 Pies	
	Sobre Lados	Sobre Extremos	Sobre Lados	Sobre Extremos	Sobre Lados	Sobre Extremos	Sobre Lados	Sobre Extremos	Sobre Lados	Sobre Extremos	Sobre Lados	Sobre Extremos
12	25600	40000	18100	20400	11800	13250	11600	13050	11400	12850	8050	9050
15	18300	29500	13650	15050	8650	9650	8450	9450	8250	9250	6100	6900
20	12200	20600	6900	7700	6700	7500	6500	7300	6300	7100	4950	5550
25	9050	13650	5750	6350	5550	6150	5350	5950	5150	5750	4000	4500
30	7100	10050	4600	5300	3500	4350	3700	4150	3500	3950	3300	3750
35	...	...	...	...	3350	3750	3150	3550	2950	3350	2750	3150
40	...	...	...	...	...	...	2400	2700	2200	2500	2000	2300
45	...	...	...	...	...	...	...	...	1700	1950	1500	1750
50	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
60	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
70	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

CAPACIDADES NOMINALES DE LA GRUA EN KILOGRAMOS

Radio de Operación en Metros	Pluma 9.14 Mts.		Pluma 12.19 Mts.		Pluma 15.24 Mts.		Pluma 18.29 Mts.		Pluma 21.34 Mts.		Pluma 24.38 Mts.	
	Sobre Lados	Sobre Extremos	Sobre Lados	Sobre Extremos	Sobre Lados	Sobre Extremos	Sobre Lados	Sobre Extremos	Sobre Lados	Sobre Extremos	Sobre Lados	Sobre Extremos
3.05	15740	18145	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3.66	11610	13380	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
4.57	8300	9345	8210	9255	...	...	...	...	...	...	...	...
6.10	5535	6190	5445	6100	5350	6010	5260	5920	5170	5830	...	...
7.62	4105	4560	4015	4470	3925	4375	3835	4285	3740	4195	3650	4105
9.14	3220	3585	3130	3495	3040	3400	2950	3310	2860	3220	2765	3130
10.67	...	...	2610	2880	2515	2790	2425	2700	2335	2610	2245	2515
12.19	...	...	2175	2405	2085	2315	1995	2225	1905	2130	1815	2040
13.72	...	...	...	...	1770	1975	1680	1880	1590	1790	1495	1700
15.24	...	...	...	...	1520	1700	1430	1610	1340	1520	1245	1430
18.29	...	...	...	...	...	...	1090	1225	1000	1135	905	1045
21.34	...	...	...	...	...	...	...	...	770	885	680	795

El radio de operación es la distancia horizontal del eje de rotación a la línea vertical que pasa por el centro de la carga. Las capacidades de carga brutas indicadas no exceden el 75% de las cargas de vuelco con la máquina asentada en terreno firme, a nivel y soportada uniformemente por la superficie. Estas capacidades de grúa incluyen el peso del gancho, el bloque, la banda y todos los demás accesorios de manejo de la grúa. Se recomiendan topes posteriores para todas las longitudes de pluma. Las capacidades nominales suponen que la máquina está equipada con una pluma adecuada P&H. Dedúzcanse 1000 libras (455 kilogramos) de la capacidad nominal de carga de la pluma principal cuando ésta esté equipada con brazo.

LONGITUDES MAXIMAS DE PLUMA QUE LA MAQUINA PUEDE LEVANTAR DEL SUELO

Pluma Colocada en	PIES		METROS	
	Pluma Sola	Pluma y Brazo	Pluma Sola	Pluma y Brazo
Lado	80	70 + 25	24.38	21.34 + 7.62
Atras	80	70 + 25	24.38	21.34 + 7.62

CAPACIDAD MAXIMA DE BRAZO

Angulo de descentrado del brazo a la pluma bajo carga	Brazo 15 pies	Brazo 20 pies	Brazo 25 pies	Brazo 4.57 M.	Brazo 6.10 M.	Brazo 7.62 M.
	Libras	Libras	Libras	Kilos	Kilos	Kilos
10°	10000	8000	6500	4535	3630	3150
20°	8000	6500	5500	3630	3150	2495
30° (máx.)	7000	5000	4500	3175	2270	2040

Las capacidades de carga del brazo para cualquier radio del centro de rotación, son las mismas que las capacidades de grúa indicadas en la tabla para pluma principal cuando se opera a ese radio; pero no se excedan las capacidades de brazo indicadas. Para capacidades de cucharón montado en el brazo, réstase 10% de la capacidad máxima de brazo. El radio máximo de operación del brazo no debe exceder la longitud de la pluma principal en la que está siendo usado.

Los datos publicados aquí son estadísticos y para información únicamente. El rendimiento puede variar con las condiciones encontradas. Estas máquinas son fabricadas y vendidas en conformidad con el standard comercial CS-90-58 del Departamento de Comercio de los Estados Unidos de Norteamérica. Harnischfeger Corporation se reserva el derecho de hacer cambios en las especificaciones sin previo aviso.

Dirija sus solicitudes a:

CONJUNTO DE TAMBOR Y FLECHA				
Tambores de Grúa para Levante**	Diám. Cable	Cap. Máx. Cable	Tiro de Cable*	Velocidad Cable*
Lado Iza 13 7/8" D.P	5/8"	543 pies	16,000 libras	158 Pies/min.
Lado der. 11 7/8" D.P	5/8"	500 pies	14,000 libras	150 Pies/min.
Lado izq. 352 mm.	16 mm.	165.51 m.	7,260 Kg.	48.16 m./min.
Lado der. 352 mm.	16 mm.	155.14 m.	7,260 Kg.	48.16 m./min.

*La tracción y velocidad del cable están basadas en un sólo cable operando a velocidad normal (2a. velocidad). Para ajustarse a las necesidades del trabajo, se puede variar la tracción y velocidad del cable cambiando a otras velocidades.

**Tambor liso del lado izquierdo (grúa con deslenso planetario); tambor ranurado del lado derecho.

PARTES DE CABLE DE LEVANTE

Número de partes de cable	1	2	3	4
Carga máxima - Libras	10,000	20,000	30,000	40,000
Carga máxima - Kilos	4,533	9,070	13,610	18,145

PRESIONES DEL TERRENO

Ancho zap.(Pulg.)	24	28	24	28	24	30
Libras pulg. cuadr.	Garra	Garra	Semi-garra	Semi-garra	Plano forj.	Plano forj.
	73	63	73	63	77	63
Ancho zap.(mm)	610	711	610	711	610	762
Kilos cent. cuadr.	Garra	Garra	Semi-garra	Semi-garra	Plano forj.	Plano forj.
	0.51	0.44	0.51	0.44	0.54	0.45

da desventaja es su falta de estabilidad, de modo que pueden volcar si no se manejan hábilmente. Al cargarla, la grúa no puede moverse más que horizontalmente y sobre un terreno suficientemente resistente. Para las cargas límite y la posición extrema de la pluma hacia afuera se necesitan cuidados especiales.

Estas grúas constan de dos partes: la plataforma que se mueve sobre cru-gas y la parte superior que gira los 360° . La parte superior puede disponerse con plumas de celosía de diferentes longitudes. El cabrestante para elevar la carga e inclinar la pluma, el motor diesel o de gasolina y los controles están en la parte superior. El dispositivo de control es mecánico o hidráulico, ha-ciendo posible un preciso ajuste de la grúa.

Estas máquinas son capaces de elevar, girar y desplazarse, y la pluma pue-de además girar hacia arriba o hacia abajo.

El traslado de éstas grúas de una obra a otra resulta un tanto complica-do porque por carretera requieren de un trailer especial que muchas veces re-sulta caro ó bien de una plataforma de ferrocarril que requiere de maniobras de carga y descarga y muchas veces desarmado además de que en nuestro medio puede llevarse varios días este tipo de transporte. (FIG 3.-)

c).- GRUAS MONTADAS SOBRE CAMION:

Las grúas sobre camión constan del chasis, incluyendo el motor y el gene-rador, y la parte superior giratoria. A la parte giratoria perterecen el con-trapeso, la pluma y la cabina de mando. Estas grúas son móviles y se desplazan sobre sus propias ruedas, por lo que ofrecen numerosísimas ventajas para la e-levación y colocación de piezas prefabricadas.

En Estados Unidos y el oeste de Europa, las grúas sobre camiones son las máquinas de elevación más generalmente empleadas. Debido a su movilidad, estas grúas pueden considerarse como el mejor y más eficiente equipo de elevación.

Este tipo de grúas puede girar horizontalmente 360° , la pluma puede mover-se en un plano vertical desde la horizontal hasta aproximadamente 80° y con ésta, puede subir y bajar la carga con controles hidráulicos o neumáticos con una precisión increíble.

La han fabricado de una gran diversidad de capacidades que varían desde 15 Tons. hasta 300 Tons. alcanzando a elevar cargas a alturas sorprendentes.

Se anexan algunas gráficas de capacidades de carga de este tipo de grúas.

(FIG. 4 y 5).-

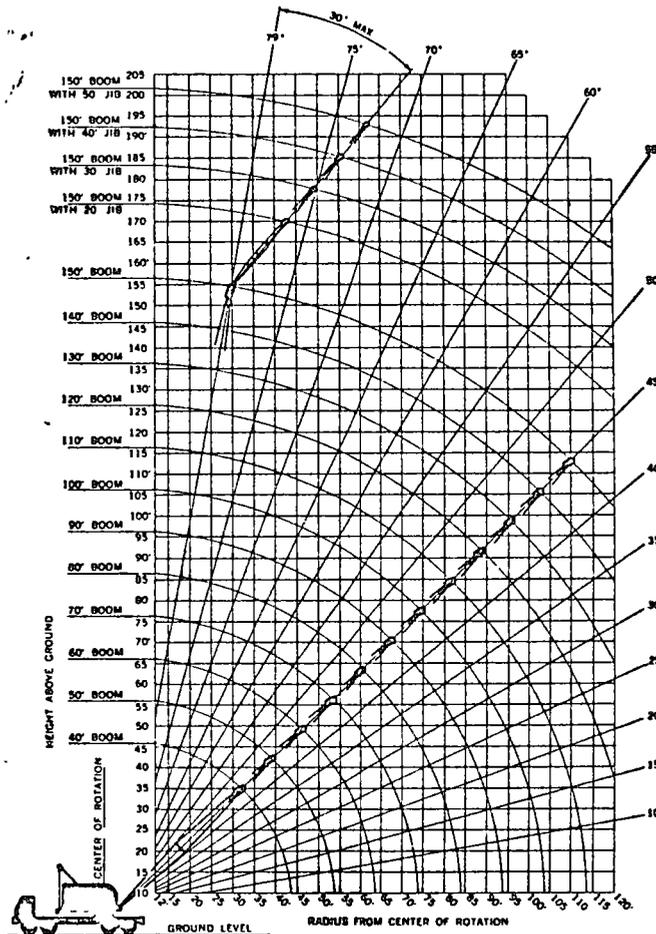
P & H

650A1C

CRANE SPECIFICATIONS

PCSA CLASS 12-293

50 TON TRUCK CRANE



	WITH OUTRIGGERS		WITHOUT OUTRIGGERS	
	Boom Only	Boom & Jib	Boom Only	Boom & Jib
Side	150	130 & 50 Ft.	100	90 & 30 Ft.
Rear	150	150 & 50 Ft.	100	100 & 30 Ft.

DRUM SHAFT ASSEMBLY				
Laggings (Smooth) P D	Cable Dia	Max Cable Capacity	*Line Pull	*Line Speed
Front — 1 1/8"	3/4"	683 ft	21350 lbs	165 f p m
Rear — 1 1/4"	3/4"	907 ft	20900 lbs	165 f p m

*Line Pulls and Speeds based on single line and first layer of rope and engine at full load speed

WEIGHT OF LOAD HANDLING ACCESSORIES	
Single Sheave Hook Block	450 Lbs
Three Sheave Hook Block	780 Lbs
Stings	200 Lbs Approx
Clamshell or Dragline Bucket	Depends on Size and Make

MAXIMUM JIB RATINGS — LBS.				
OFFSET ANGLE JIB TO BOOM UNDER FULL LOAD	20 Ft Jib	30 Ft Jib	40 Ft Jib	50 Ft Jib
10°	14000	11000	9000	7000
20°	13000	10000	8000	6000
30° Max.	12000	9000	7000	5000

Jib crane rating at any radius from center of rotation is the same as crane rating shown in table for main boom when operated at that radius but not to exceed maximum jib ratings shown. For bucket ratings on jib deduct 20% from jib ratings. Maximum jib operating radius not to exceed length of main boom on which it is being used. Use of outriggers recommended when boom is equipped with jib.

HOIST REEVING						
Number of Parts of Main Hoist Reeving	1	2	3	4	5	6
Maximum Loads—Lbs.	16700	33400	50000	66700	83400	100000

650A-TC

TOWER CRANE

⑩ FIG 4

DRUM SHAFT ASSEMBLY

Lappings—Drum and Function	Pitch Dia	Cable Dia	Max Cable Cap	Line Pull	Line Speed
Rear Drum—L H Side Tower Hoist	13 1/4"	3/4"	—	14000 lbs	124 F P M Raise 76 F P M Lower
Rear Drum—R H Side Load Hoist	18 1/4"	3/4"	560'	22000 lbs	166 F P M
Front Drum Jib Boom Hoist	18 1/4"	3/4"	565'	22250 lbs	165 F P M

*Line Pull and Line Speed based on single part line, first layer of rope and engine at full load speed

MODEL 650A-TC TOWER CRANE WITH 16,000# STANDARD COUNTERWEIGHT

GENERAL DATA

TOWER CRANE ATTACHMENT: Consists of two boom elements.

1. TOWER BOOM: 50" x 50" Tubular T-1 steel chords — pin connected
 Basic length in 5 sections (standard) 110 Ft.*
 Consisting of: Base Section 20 Ft.
 One insert 30 Ft.
 Two inserts of equal length — 20' (totaling) 40 Ft.
 One cap section 20 Ft.
 Sectional pendant types suspension ropes — standard.
 *Maximum tower boom is 130 ft long and should be made up from 20 ft base section, 20 ft cap section, one 10 ft. insert, one 30 ft insert and one 50 ft insert.

2. JIB BOOM: 45 1/2" x 40" Tubular T-1 steel chords — pin connected
 Basic length in three sections (standard) 60 Ft.
 Consisting of: Basic jib boom in two equal sections 40 Ft.
 One jib boom insert 20 Ft.
 Optional jib booms available
 70 ft consisting of
 Basic jib boom in two equal sections 40 Ft.
 One jib boom insert 30 Ft.
 80 ft consisting of
 Basic jib boom in two equal sections 40 Ft.
 Two jib boom inserts (each 20 ft) 40 Ft.
 90 ft consisting of
 Basic jib boom in two equal sections 40 Ft.
 One jib boom insert 30 Ft.
 One jib boom insert 20 Ft.
 100 ft consisting of (Maximum with 110' tower)
 Basic jib boom in two equal sections 40 Ft.
 Two jib boom inserts (each 30 ft) total 60 Ft.
 120 ft consisting of (Maximum with 130' tower)
 Basic jib boom in two equal sections 40 Ft.
 Two jib boom inserts (each 30 ft.) total 60 Ft.
 One jib boom insert 20 Ft.
 Sectional pendant type suspension ropes (standard).
 One jib point sheave on anti friction bearings — pitch dia 18 3/8"
 10-part line for hoisting jib boom — reeved to front drum with planetary power lowering and spring set hydraulically released brake.

TOWER BACKSTOPS: Standard

TOWER HOIST: 8 part line reeved to L H side rear drum with planetary power lowering (standard)

LOAD HOIST: Single part line to R H side rear drum (standard)

JIB BOOM BACKSTOP: Cable type (standard).

HOOK BLOCK: Weighted jib hook, with safety latch single part line (standard). Single sheave hook block with swivel hook and two part hoist line (optional extra) 18 ton.

POWER CONTROLLED LOAD LOWERING: Planetary device for lowering load under power — rear drum — R.H. side (optional extra)

BRAKE: Front drumshaft, spring set, hydraulic release with planetary hydraulic setting

GANTRY: High gantry, folding type (standard)

WORKING WEIGHT: (Standard machine) approx 116,100 lbs
 Counterweight included in working weight (upper) 16,000 lbs.
 Front bumper counterweight 9,500 lbs.

Oper Rad Ft	Angle	60 Ft Boom		70 Ft Boom		80 Ft Boom		90 Ft Boom		100 Ft Boom		
		Boom Pt El	Rating Lbs	Boom Pt El	Rating Lbs							
30	68	174 8	34100	67	183 6	30750	70	134 4	29750	63	261 3	24500
35	63	172 6	31400	62	180 9	25500	66	132 3	25000	61	197 9	18000
40	57	170 2	26000	57	174 9	18600	58	126 9	18300	54	191 8	14000
50	45	161 5	19100	53	165 6	14500	50	120 3	14250	48	183 8	11400
60	30	148 8	14800	42	150 9	11900	39	118 3	8300	36	171 8	9260
68	0	118 3	12600	27	118 3	10750	26	153 9	9500	24	155 3	7860
70										24	118 3	6750
78												
80												
88												
90												
98												
100												
108												

Oper Rad Ft	Angle	70 Ft Boom		90 Ft Boom		110 Ft Boom			
		Boom Pt El	Rating Lbs	Boom Pt El	Rating Lbs	Boom Pt El	Rating Lbs		
35	67	194 1	25125	69	213 6	20500			
40	62	191 8	21875	66	211 5	18450			
45	59	189 0	19200	62	209 1	16450	68	231 2	15375
50	53	185 6	17200	54	203 0	13625	62	226 5	13050
60	42	176 4	14250	46	194 8	11400	56	220 4	10800
70	27	161 9	11900	36	183 5	9260	49	212 8	8750
78	0	128 3	10250	24	166 4	7860	42	202 9	7325
80				0	128 3	6750			
90									
98									
100							33	189 8	6300
110							22	170 4	5375
118							0	128 3	4650

Oper Rad Ft	Angle	70 Ft Boom		90 Ft Boom		120 Ft Boom			
		Boom Pt El	Rating Lbs	Boom Pt El	Rating Lbs	Boom Pt El	Rating Lbs		
35	67	203 6	19500	69	223 3	16500			
40	62	200 9	18250	61	217 9	14900			
50	53	194 9	15800	54	211 8	13250	69	250 4	13000
60	42	185 6	14000	46	203 8	11400	64	247 1	12500
70	27	170 6	11900	36	191 8	9260	59	242 1	10600
78	0	138 3	10250	24	175 3	7860	47	226 8	7050
80				0	138 3	6750			
90									
98									
100							40	216 1	5900
110							32	202 4	5025
120							21	181 6	4250
128							0	138 3	3500

NOTE: Operation of this equipment in excess of rated loads and disregard of instructions voids the warranty. Areas on plate where no ratings are shown operation is not intended or approved.
 Bumper counterweight is required for maximum tower

Number of Parts of Main Hoist Reeving	1	2
Maximum Load — Lbs	18000	34100

Operating radius is horizontal distance from centerline of rotation thru gravity center of load with tower in vertical position. Gross ratings shown do not exceed 75% of tipping loads and include weight of hook, slings, and all other load handling accessories. Ratings under 40' radius are based on strength of materials. These ratings are the maximum permissible and are contingent upon the machine being level and standing on a firm level, uniformly supporting surface with outriggers fully extended and being equipped with proper P&H tower and boom and 1 1/2" EIPS dia guy cables on the tower. Gantry must be in raised position at all times. All ratings apply to usage over rear 240° sector of carrier.

NOTE: When machine is equipped with load weighing device on jib point, 500 lbs must be subtracted from rating plate loads



Manufactured and sold in conformance with U.S. Department of Commerce Commercial Standard CS90 58
 Harnischfeger Corporation reserves the right to make changes in specifications without advance notice
 Data published herein is statistical and for information only. Performance may vary with the conditions encountered.

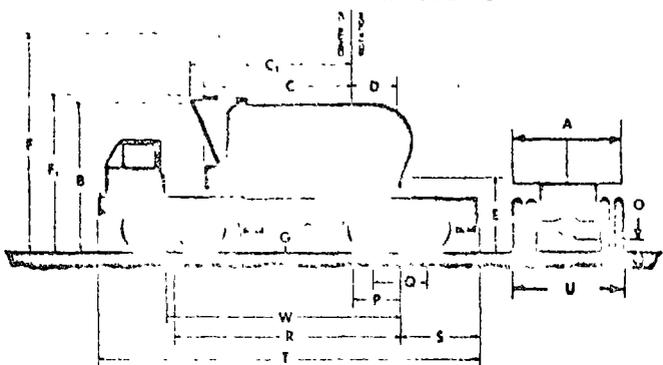


HARNISCHFEGER

Milwaukee, Wisconsin 53246

Address inquiries to:

GENERAL DIMENSIONS



A	Width of cab	9'-8"	2.95 m
B	Height to top of cab	12'-8 1/2"	3.87 m
C	Radius of rear end (counterweight)	13'-4"	4.07 m
C	Radius of rear end (pantry lowered)	16'-10 1/2"	5.15 m
D	Center of rotation to boom foot pin	4'-2"	1.27 m
E	Height from ground to boom foot pin	6'-11 1/2"	2.11 m
F	Clearance height over gantry (raised)	22'-4 1/2"	6.81 m
F	Clearance height with gantry lowered	12'-11 1/2"	3.95 m
G	Counterweight ground clearance	5'-3 1/2"	1.61 m
O	Ground clearance (rear axle housing)	1'-3"	381 mm
P	Center of rotation to center of rear bogie	3'-6"	1.07 m
Q	Distance between rear axles	5'-0"	1.52 m
R	Wheelbase	19'-2"	5.84 m
S	Center of rear bogie to rear of carrier	6'-11 1/2"	2.13 m
T	Overall length of carrier with outriggers	32'-6 1/2"	9.91 m
U	Overall width of carrier (14.00 x 24 Tires)	11'-0 1/2"	3.37 m
V	Turning circle (min.) radius	51'-6"	15.70 m
W	Back of truck cab to center of rear bogie	19'-2"	5.84 m

P & H

FIG. 5-

TRUCK CRANE • DRAGLINE • CLAMSHELL

SPECIFICATIONS

UPPER MACHINERY

POWER:
Diesel: Cummins, HRF-6 CI, 6 cyl., with 24 volt electrical starting system (standard) 160 H P @ 2000 R P M
 General Motors, 6055C, 6 cyl., with 24 volt electrical starting system (optional) 158 H P @ 1800 R P M
 Cummins, NH220 CI, 6 cyl., with 24 volt electrical starting system and twin disc 3 stage torque converter (optional) 187 H P @ 2100 R P M

TRANSMISSION: Three speed Dana (standard) engine clutch and transmission shifter controls at operator's station

TORQUE CONVERTER: Twin disc 3 stage (optional with Cummins NH220 CI only)

FUEL TANK: Capacity 75 gals.

THROTTLE: Cummins Engine, HRF 6 CI, twist grip control on swing lever (standard), foot throttle (optional) General Motors engine, 6.71, twist grip control on swing lever (standard), foot throttle (optional) Cummins engine, NH220 CI, with torque converter, twist grip control on swing lever (standard) Foot throttle (optional). Separate hand lever control for converter output shaft governor also furnished as standard

CONTROLS: Full flow power hydraulic

SWING UNITS: Swing motion through two magnetorque units

CLUTCHES: Band type, internal expanding, separate clutch for each machine function

BRAKES: (Main hoist and digging drums), band type external contracting, full wrap, with spring set safety device (Front and rear planetary drums), band type, full wrap, external contracting

BOOM HOIST ASSEMBLY: Independent internal expanding band type clutch with automatic brake and planetary lowering Twin external safety ratchets for locking main drum or planetary drum Main drum mounted on anti friction bearings
 Line speed Raising 123 F P M
 Lowering 75 3 F P M

MAIN DRUMS: Drums in tandem, mounted on anti-friction bearings (See separate sheets covering attachments for further details)

HIRD DRUM: Mounts on extension of front drum shaft, to the left of main drum Does not interfere with any other machine function or front end attachment (optional).

GANTRY: High gantry, telescoping, 3 position, hydraulic power raise.

COUNTERWEIGHT: One piece, external 26,000 lbs.

Removable via two hand operated hydraulic jacks set in recesses in carrier frame Power hydraulic removal available as optional extra

TYPE OF FASTENING TO LOWER: 6 adjustable hook rollers, one double front, two double rear

SWING ROLLERS: 30 rollers, live roller circle

SWING GEAR: Internal cut teeth 67 56" pitch dia.

ROTATING SPEED: 3.88 R P M.

SWING BRAKE: External band, (spring set, hydraulic release)

P&H 8 x 4 CARRIER

8 Wheels, 4 Wheel Drive, 12 Tires

WEIGHT Including turret and manually operated outriggers, with standard tires 64,100 lbs 29,075 kg

FRAME: Welded construction box section frame members of T 1 alloy steel between outrigger housings. 18" heavily reinforced alloy steel channel ahead of front outrigger housing Full T 1 steel top deck plate Rear frame section pin connected

OUTRIGGER HOUSINGS: Two independent housings, front and rear, pin connected, alloy steel (removable)

OUTRIGGER BEAMS: Welded box section of T-1 alloy steel, screw jacks at ends of beams Fully extended position from center of truck 9' 10"

HYDRAULIC OUTRIGGERS: Total of 8 double acting hydraulic cylinders provide independent horizontal and vertical motion of each beam, solenoid valve controlled (optional extra).

Metric Specs.

POWER PLANT*

Diesel Cummins, NHRS 6B, 6 cyl., with 24 volt starter, 12/24 volt alternator 320 H P @ 2100 R P M.

RADIATOR: Vertical flat tube and fin type core, thermostatic temperature control, cooling system capacity 48.4 qts. 45.8 lt

FUEL TANK Capacity 75 gals 284 lt.

CLUTCH: Lipe rollway, 14" double plate

TRANSMISSIONS

Main transmission Fuller No T0905F 5 speed forward plus reverse Auxiliary transmission Spicer No 8341D 4 speed

BRAKES — SERVICE: Bendix Westinghouse front wheels, Maxibrakes on 4 rear wheels, shoe type, air on all 8 wheels

Total lining area 1792 sq in 11,562 cm²

MAXIBRAKES: The Maxibrake is a spring loaded safety brake for the rear wheels which is normally kept in the "off" position by the pressure in the air reservoir If for any reason pressure drops, the brake applies automatically to stop the vehicle It provides normal driver control through the foot treadle valve and also has a dash mounted valve manually controlled which can be used for emergency application in the event of air line failure to the brake chamber, and can be used as a parking brake Hand lever operated, 4 shoe, 16" disc type located on drive line (optional extra)

FRONT AXLES: Schuler Model FTCS-34L, 40,000 lb tandem capacity.

REAR AXLE UNIT: Timken-Detroit Model PR400 planetary axle Single reduction at axle center and planetary drive at wheel hub to four sets of dual wheels with interaxle differential 90,000 lbs tandem capacity

SUSPENSION:

Front and rear — Torque rods and underhanging bogie beams

STEERING GEAR: Ross TE72671, Vickers hydraulic booster assist

STEERING WHEEL: 21" dia

TIRES Front — Four 18 00 x 22.5 — 16 ply duplex

Rear — Eight 14 00 x 24 — 24 ply

CAB Steel, one man type, offset left side of engine, safety glass

LIGHTS: Dual headlights, tail lights, stop lights, directional signal lights — front and rear, license plate light, clearance lights on sides and truck cab, clearance lights also furnished on crane cab

Reflectors on front and rear and sides, headlights, license plate, front directional and clearance lights recessed Rear directionals protected by metal guard, dome light in cab, low air pressure warning light, illuminated speedometer and gage cluster Two recessed weatherproof cable sockets for upper lighting in transit 12 volt lighting system

EQUIPMENT: Front bumper, full fenders, skirts, running boards, hood, rigging compartment, leatherette cushion seat, two 12 volt batteries, horn, left hand rear view mirror, air operated windshield wiper, reserve tank with hose extension and tire inflating valve, air controlled safety device to prevent movement of carrier until air pressure is sufficient to release Maxibrakes, illuminated instrument panel with speedometer, ammeter, oil pressure gauge, fuel gauge, a water temperature indicator, low air pressure indicator light, engine tachometer, metal tool box with engine tool kit, hydraulic jacks* for truck use and counterweight removal, and a set of four aluminum outrigger floats, front and rear tow hooks *Standard equipment includes two jacks One jack only is furnished when power hydraulic counterweight removal device is furnished

PERFORMANCE

(Based on Cummins NHRS-6B Diesel Engine)

Machine as std crane, manual outriggers — wt 133,985 lbs

CONDITION	SPEED RANGES	% GRADE
		AT GOV SPEED
On Highway*	To 40.3 M P H (58.9 km/hr)	17.5
Off-Highway†	To 13.6 M P M (20.4 km/hr)	34.3

*Auxiliary transmission in high range.

†Auxiliary transmission in low range

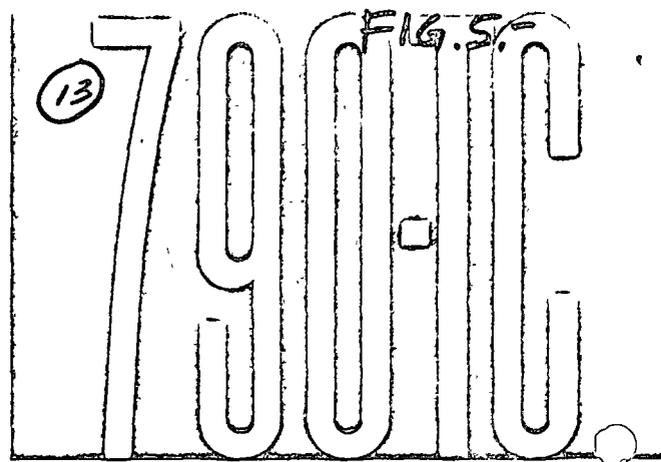


Manufactured and sold in conformance with U.S. Department of Commerce Commercial Standard CS90 56
 Harnischfeger Corporation reserves the right to make changes in specifications without advance notice
 Data published herein is statistical and for information only Performance may vary with the conditions encountered

P & H

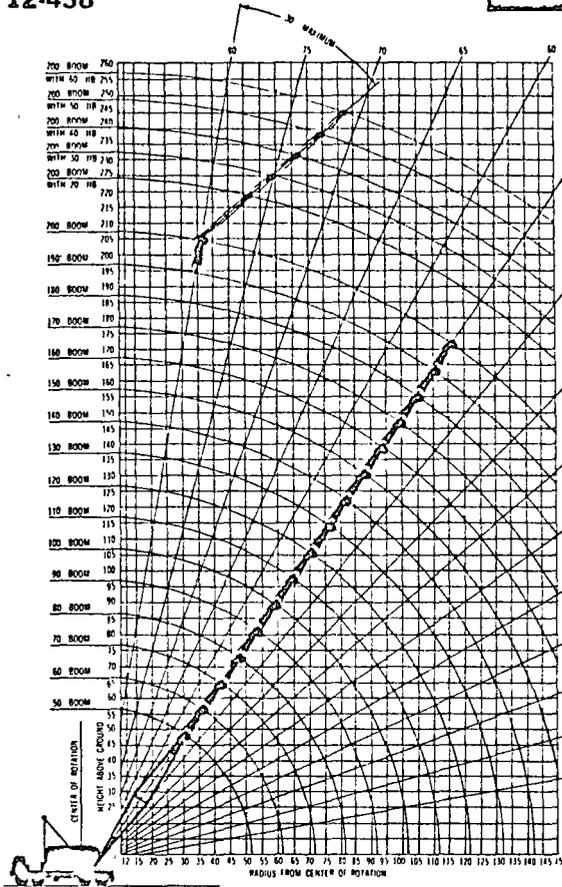


P & H



CRANE SPECIFICATIONS

PCSA CLASS 12-438



ADVANCED BOOM DESIGN PROVIDES INCREASED SAFETY MARGIN AND GREATER CAPACITIES

P&H Boom features all-welded lattice type construction with tubular T-1 steel chords. Greater strength is provided at minimum weight with increased rigidity against twisting strains. Greater boom lengths and heavier loads at increased operating radii are the result of this relative lightness.

Basic boom sections and inserts are designed for greater rigidity, fast assembly and takedown. Maximum efficiency for heavy lifting with multiple reeving is assured by the open throat and offset boom point design.

15 FOOT TIP SECTION MAXIMUM BOOM TO LIFT OFF GROUND				
Side Rear	WITH OUTRIGGERS		WITHOUT OUTRIGGERS	
	Boom Only	Boom & Jib	Boom Only	Boom & Jib
	200	180 + 40	130	100 + 30
200	200 + 50	130	110 + 30	

25 FOOT TIP SECTION MAXIMUM BOOM TO LIFT OFF GROUND				
Side Rear	WITH OUTRIGGERS		WITHOUT OUTRIGGERS	
	Boom Only	Boom & Jib	Boom Only	Boom & Jib
	200	180 + 50	130	110 + 30
200	200 + 60	130	120 + 30	

* Boom lengths or boom and jib length combinations greater than 180 ft require front bumper counterweight

MAXIMUM JIB RATINGS
POUNDS

OFFSET ANGLE JIB TO BOOM UNDER FULL LOAD	20 Ft Jib	30 Ft Jib	40 Ft Jib	50 Ft Jib	60 Ft Jib
10°	22000	20000	16000	12000	8000
20°	16000	14500	12000	9500	7000
30° (Max)	13000	11000	8500	7000	6000

Jib crane rating at any radius from center of rotation is the same as crane ratings shown in table for main boom when operated at that radius but not to exceed maximum jib ratings shown. For bucket ratings on jib deduct 20% from jib ratings. Max jib operating radius not to exceed length of main boom on which it is being used. Use of outriggers recommended when boom is equipped with jib.

HOIST REEVING

Number of Parts of Main Hoist Reeving	1	2	3	4	5
Maximum Load—Lbs	18000	36000	54000	72000	90000
Number of Parts of Main Hoist Reeving	6	7	8	9	10
Maximum Load—Lbs	108000	126000	144000	162000	180000

DRUM SHAFT ASSEMBLIES

Leggins (Smooth) P D	Cable Dia	Max Cable Capacity	*Line Pulls	*Line Speeds
Front — 18 1/4"	3/4"	685 Ft.	27250 Lbs.	164.5 fpm
Rear — 18 1/4"	3/4"	900 Ft.	26500 Lbs.	164.5 fpm

* Line pulls and speeds based on single line and first layer of rope and engine at full load speed.

700TC

CRANE

(14) FIG. 5.-

Oper Rad Ft	WITHOUT OUTRIGGERS							
	40 Ft Boom Over Side	40 Ft Boom Over Rear	50 Ft Boom Over Side	50 Ft Boom Over Rear	60 Ft Boom Over Side	60 Ft Boom Over Rear	70 Ft Boom Over Side	70 Ft Boom Over Rear
17	95000	106000	150000	166000	210000	234000	279000	312000
15	68500	79600	108500	125000	164000	184000	221000	252000
20	47500	54600	75500	86500	111000	126000	152000	172000
25	36100	41600	56500	64500	84000	95000	114000	130000
30	28700	33600	45000	51000	66000	75000	89000	102000
35	21400	25800	34000	38000	49000	56000	66000	76000
40	18100	21800	28000	31000	40000	45000	53000	61000
45			15600	17000	22000	25000	29000	33000
50			13700	15000	19000	21000	25000	28000
60				16100	20000	22000	26000	29000
70					10200	12400	14000	16000
80						7800	9200	10500
90							5900	6800
100								7600

Oper Rad Ft	WITHOUT OUTRIGGERS							
	90 Ft Boom Over Side	90 Ft Boom Over Rear	100 Ft Boom Over Side	100 Ft Boom Over Rear	110 Ft Boom Over Side	110 Ft Boom Over Rear	120 Ft Boom Over Side	120 Ft Boom Over Rear
12								
15								
20								
25	34300	39000	34100	38800	25400	30400	25200	30100
30	25300	30400	25700	30600	24800	29200	24500	28300
35	20600	25000	20400	24800	16200	20000	16100	19700
40	17300	21000	17100	20800	15000	18000	14700	17500
45	14800	17900	14600	17700	14400	17000	14100	16200
50	12900	15300	12700	15100	12500	14900	12700	14500
60	9500	11700	9200	11400	9000	11200	8700	10900
70	7100	9200	7000	9000	6800	8700	6500	8500
80	5700	7400	5400	7100	5700	6900	4900	6500
90	4500	5900	4200	5700	4000	5400	3700	5200
100			3300	4600	3000	4300	2800	4100

GENERAL DATA

BOOM Tubular T-1 alloy steel chords, lattice construction
 Basic length pin connected in two equal sections 50 ft.
 Open throat with five offset boom point sheaves, on anti friction bearings, pitch diameter 18 1/8"
 10 part boom hoist reeving, standard
 15 foot upper boom section, optional

HOOK BLOCK 35 ton
 Single sheave with swivel hook and 3 part hoist line standard. Additional parts of line optional extra

POWER CONTROLLED LOAD LOWERING: Planetary device for controlling load lowering speed with engine. Available for either or both front and rear main hoist drums, optional extra

DUAL BRAKES: Arrangement locks planetary drum to cable drum, planetary brake is connected hydraulically to foot pedal. Braking force is doubled, lining life extended. Available both drums, optional extra

THIRD HOIST DRUM: Mounted on extension of main front drum shaft, optional extra

GANTRY: High gantry, telescoping, 3 position, hydraulic power raise, standard

WORKING WEIGHT: (including hook block) 133,985 lbs
 Cast iron counterweight included in working weight 26,000 lbs
 Front bumper counterweight, optional extra 14,000 lbs

Operating radius is the horizontal distance from centerline of rotation to a vertical line through the load center of gravity. Gross crane ratings are shown for units mounted on P&H crane carrier with dual front and rear axles and do not exceed 85% of tipping loads. Ratings at an operating radius of 20 ft or less and marked (*) are based on strength of materials. When using a 15 ft hammerhead tip section, ratings with outriggers of greater than 20 ft operating radius must be reduced by 1200 lbs & without outriggers the ratings must be reduced by 3000 lbs. The crane ratings include weight of hook block slings and all other load handling accessories. Ratings with outriggers are based on outriggers extended to a fulcrum point 9 ft 10 in from center of carrier. Ratings without outriggers depend upon proper inflation capacity & condition of tires. Maximum allowable boom length to be used with 15 ft hammerhead point is 140 ft. Hammerhead attachment to be used on crane or clamshell applications only. Ratings for booms equipped with a 15 ft tip section must be reduced by 700 lbs for all boom lengths except the 40 ft basic boom. Ratings on outriggers apply to lifts over sides and rear only. Gantry must be in raised position for all conditions except as follows: crane operated at rated capacity with gantry lowered is allowable with boom lengths 70 ft or less at working angles of 30° or more above horizontal. Standard boom hoist reeving 10 part line. Center hitch required for boom lengths of 190 ft and 200 ft not more than one 10 ft insert permitted in booms longer than 150 ft when boom is equipped with job main hook ratings must be reduced by 1500 lbs for 20 ft & 30 ft jib, 2000 lbs for 40 ft jib, 2500 lbs for 50 ft jib and 3000 lbs for 60 ft jib. Low gear operation may be required when digging drum is operated on 6th or 7th layer of cable. Backstops recommended for all boom lengths. At radii and boom lengths where no ratings are shown on plate operation is not intended or approved. Ratings are based upon freely suspended loads and machine standing on firm level uniformly supporting surface. Safe loads depend upon ground conditions, boom length radius of operation and proper handling, all of which must be taken into account by the user. Ratings are contingent upon machine being equipped with proper P&H boom.

M = 290 Ton

RATED CRANE LOADS IN POUNDS — MAIN BOOM (OVER SIDE AND REAR)

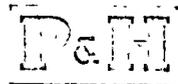
Oper Rad Ft	Angle	40 Ft Boom			50 Ft Boom			60 Ft Boom			70 Ft Boom			80 Ft Boom			90 Ft Boom			100 Ft Boom			110 Ft Boom		
		Boom Pt	Rating El	Rating Lbs	Boom Pt	Rating El	Rating Lbs	Angle	Boom Pt	Rating El	Rating Lbs	Angle	Boom Pt	Rating El	Rating Lbs	Angle	Boom Pt	Rating El	Rating Lbs	Angle	Boom Pt	Rating El	Rating Lbs		
12	81	47 8	180000	82	57 8	180000		80	67 5	156500															
15	76	47 2	157000	78	57 3	157000																			
20	69	45 4	122000	72	56 1	122000	75	66 4	121500	78	76 7	121000													
25	61	42 8	90900	66	54 2	90900	70	64 9	90700	73	75 4	90600	75	85 8	90400	77	96 1	90200	78	106 3	90000				
30	52	39 5	67700	60	51 6	67700	65	62 9	67600	69	73 7	67400	72	84 4	67200	74	94 8	67100	75	105 2	66900	77	115 5	66700	
35	41	33 5	53400	53	48 3	53400	60	60 3	53300	64	71 6	53100	68	82 5	52900	70	93 2	52700	72	103 8	52600	74	114 2	52400	
40	28	26 8	43800	45	43 8	43800	54	57 0	43700	60	69 0	43500	64	80 3	43300	67	91 3	43100	69	102 0	42900	71	112 7	42700	
45				36	37 8	37000	48	52 9	36900	55	65 7	36700	60	77 6	36500	64	89 0	36300	66	100 0	36100	69	110 8	35900	
50				24	28 9	31900	41	47 7	31700	50	61 8	31600	56	74 4	31400	60	86 3	31200	63	97 7	31000	66	108 8	30800	
60							22	30 9	24700	38	51 2	24500	46	66 2	24300	52	79 5	24100	56	91 8	23900	60	103 6	23700	
70										20	32 7	19700	35	54 4	19500	43	70 3	19300	49	84 2	19100	54	97 0	18900	
80													19	34 3	16100	33	57 4	15900	41	74 2	15700	47	88 6	15500	
90															18	35 9	13300	31	60 3	13100	39	77 8	12900		
100																		17	37 4	11000	30	63 0	10800		
110																				16	38 8	9200			

Oper Rad Ft	Angle	120 Ft Boom			130 Ft Boom			140 Ft Boom			150 Ft Boom			160 Ft Boom			170 Ft Boom			180 Ft Boom			190 Ft Boom			200 Ft Boom		
		Boom Pt	Rating El	Rating Lbs	Boom Pt	Rating El	Rating Lbs	Angle	Boom Pt	Rating El	Rating Lbs	Angle	Boom Pt	Rating El	Rating Lbs	Angle	Boom Pt	Rating El	Rating Lbs	Angle	Boom Pt	Rating El	Rating Lbs	Angle	Boom Pt	Rating El	Rating Lbs	
12																												
15																												
20																												
25																												
30	78	125 7	66600	79	135 9	66400																						
35	75	124 5	52200	77	134 8	52100	78	145 1	51900	78	155 3	51700	79	165 5	51500													
40	73	123 1	42500	74	133 6	42400	75	143 9	42200	76	154 2	42000	77	164 5	41800	78	174 7	41600	79	184 9	41400	80	195 1	41200	81	204 3	41000	
45	70	121 5	35700	72	132 1	35500	73	142 5	35300	74	152 9	35100	75	163 3	34900	76	173 6	34800	77	183 8	34600	78	194 1	34400	79	204 3	34200	
50	68	119 6	30600	70	130 3	30300	71	140 9	30100	72	151 5	29900	74	161 9	29700	75	172 3	29500	76	182 6	29300	77	192 9	29100	78	203 2	28900	
60	63	115 0	23500	65	126 2	23300	67	137 1	23100	68	147 9	22900	70	158 6	22700	71	169 2	22500	72	179 8	22300	73	190 2	22100	74	200 6	21900	
70	57	109 2	18700	60	120 9	18500	62	132 4	18300	64	143 6	18100	66	154 6	17900	67	165 5	17700	69	176 2	17500	70	186 9	17300	71	197 5	17100	
80	51	101 9	15300	55	114 5	15100	58	126 5	14900	60	138 3	14700	62	149 7	14500	64	160 9	14300	65	172 0	14100	67	182 9	13900	68	193 8	13600	
90	45	92 8	12700	49	106 6	12400	52	119 5	12200	55	131 9	12000	58	147 9	11800	60	155 6	11500	62	167 0	11300	63	178 3	11100	65	189 4	10800	
100	37	81 2	10600	43	96 8	10400	47	111 0	10200	51	124 3	9900	53	137 0	9700	56	149 3	9500	58	161 2	9300	60	172 9	9100	62	184 4	8800	
110	28	65 5	9000	36	84 5	8800	41	100 6	8500	45	115 3	8300	49	128 9	8100	52	142 0	7900	54	159 5	7600	56	166 7	7400	58	178 6	7200	
120	16	40 2	7900	27	67 9	7600	34	87 6	7400	40	104 3	7100	44	119 5	6900	47	133 4	6600	50	146 7	6400	53	159 5	6100	55	171 9	5800	
130				15	41 4	6600	26	70 3	6300	33	90 6	6100	38	107 8	5800	43	123 3	5500	46	137 7	5300	49	151 3	5000	51	164 4	4700	
140							14	42 7	5400	25	72 6	5100	32	93 5	4900	37	111 2	4600	41	127 1	4300	45	141 8	4100	47	155 8	3800	
150										14	43 9	4300	25	74 7	4100	31	96 3	3800	36	114 5	3500	40	130 7	3300	43	145 8	3000	

Manufactured and sold in conformance with U S Department of Commerce Commercial Standard CS90 58
 Harnischfeger Corporation reserves the right to make changes in specifications without advance notice
 Data published herein is statistical and for information only. Performance may vary with the conditions encountered

Address inquiries to:

HARNISCHFEGER



MODEL 70 MULTIKRANE

SAFE LOAD Chart

BASED ON 85% OF TIPPING

- Capacities listed are the maximum loads covered by the manufacturer's warranty with outriggers set, tires properly inflated and crane on dry, level concrete.
- Crane capacities include weight of hook block and other load handling devices and are considered part of the load. Allowances for their weight must be made and included in load lifted.
- The maximum allowable load at various radii is at times determined by structural strength. In these instances, the 85% of tipping factor must not be relied upon as the capacity limitation. Use the chart to correctly determine the capacity.
- A long boom can create a tipping condition when extended and lowered. The boom should be retracted in such instances, in proportion to the safe load chart capacities.
- All crane capacities are rated with boom fully retracted or fully extended as noted in the 2 left hand columns of the safe load chart.

NOTE: Maximum capacity on boom point section is limited to 32,500 pounds. See shaded area on Working Range chart.

THREE-PART HYDRAULICALLY POWERED TELESCOPIC 24-60 BOOM*						
ANGLE OF BOOM FULLY EXTENDED	ANGLE OF BOOM FULLY RETRACTED	WORKING RADIUS IN FEET	BOOM WORKING RANGE LOAD IN POUNDS			
			360° ROTATION		FRONT OF MACHINE	
			WITHOUT OUTRIGGERS	WITH OUTRIGGERS	WITHOUT OUTRIGGERS	WITH OUTRIGGERS
	60°	10	39,400	70,000	60,000	70,000
	55°	12	29,600	59,000	48,200	61,200
	50°	14	22,400	50,500	39,400	54,000
	45°	16	17,250	44,000	32,300	48,200
	40°	18	13,900	38,500	26,500	43,000
70°	35°	20	11,600	33,600	21,850	39,000
	25°	22	10,050	29,150	18,000	35,600
65°	0°	24	8,800	25,500	14,900	32,500
		26	7,800	22,200	12,500	29,750
		28	6,800	19,250	10,750	27,200
60°		30	5,800	16,550	9,400	24,700
		32	5,000	14,300	8,400	22,500
55°		34	4,150	12,300	7,500	20,450
		36	3,400	10,750	6,600	18,600
50°		38	2,750	9,600	5,700	16,800
		40	2,250	8,750	5,000	15,200
45°		42	1,850	8,100	4,200	13,700
		44	1,500	7,450	3,500	12,300
40°		46	1,200	6,850	2,900	11,100
		48	1,000	6,450	2,450	10,050
35°		50	750	6,050	2,200	9,100
		52		5,650	1,900	8,450
30°		54		5,300	1,700	8,100
		56		4,900	1,400	7,700
		58		4,650	1,100	7,300
0°		60		4,450	850	6,900

*WITH STANDARD HEAVY DUTY HOOK BLOCK AND 7-PART LINE / STORED, 20-FOOT FOLDING JIB

16

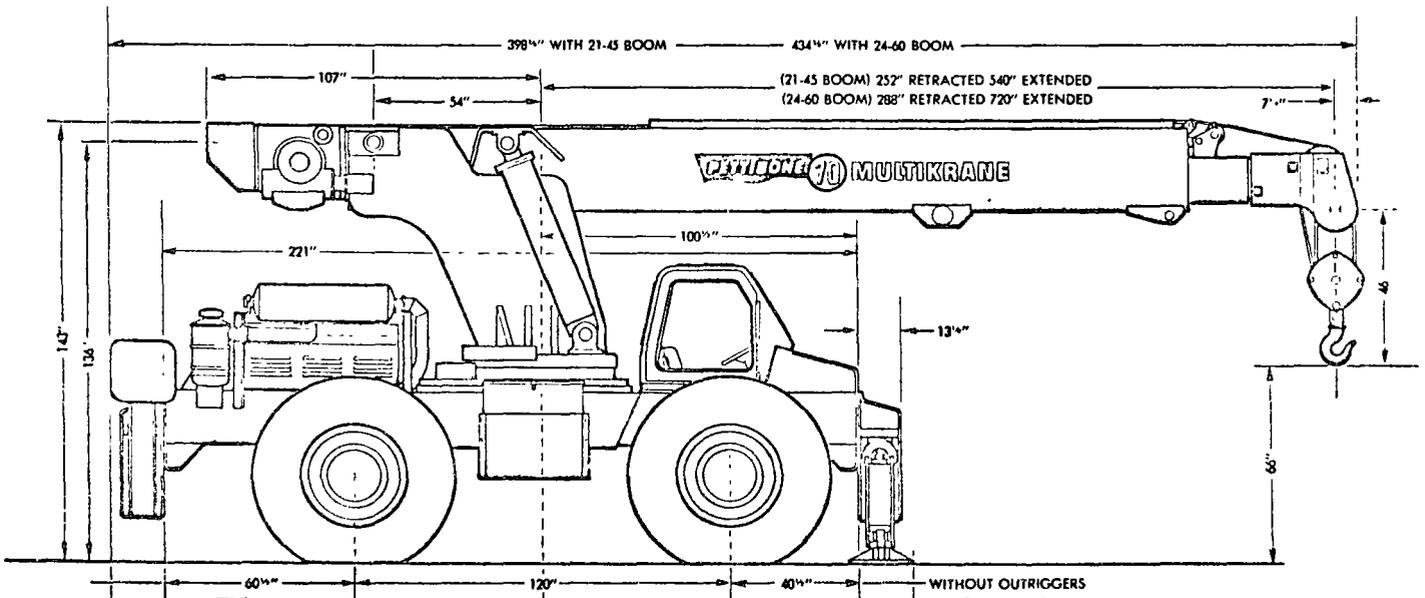
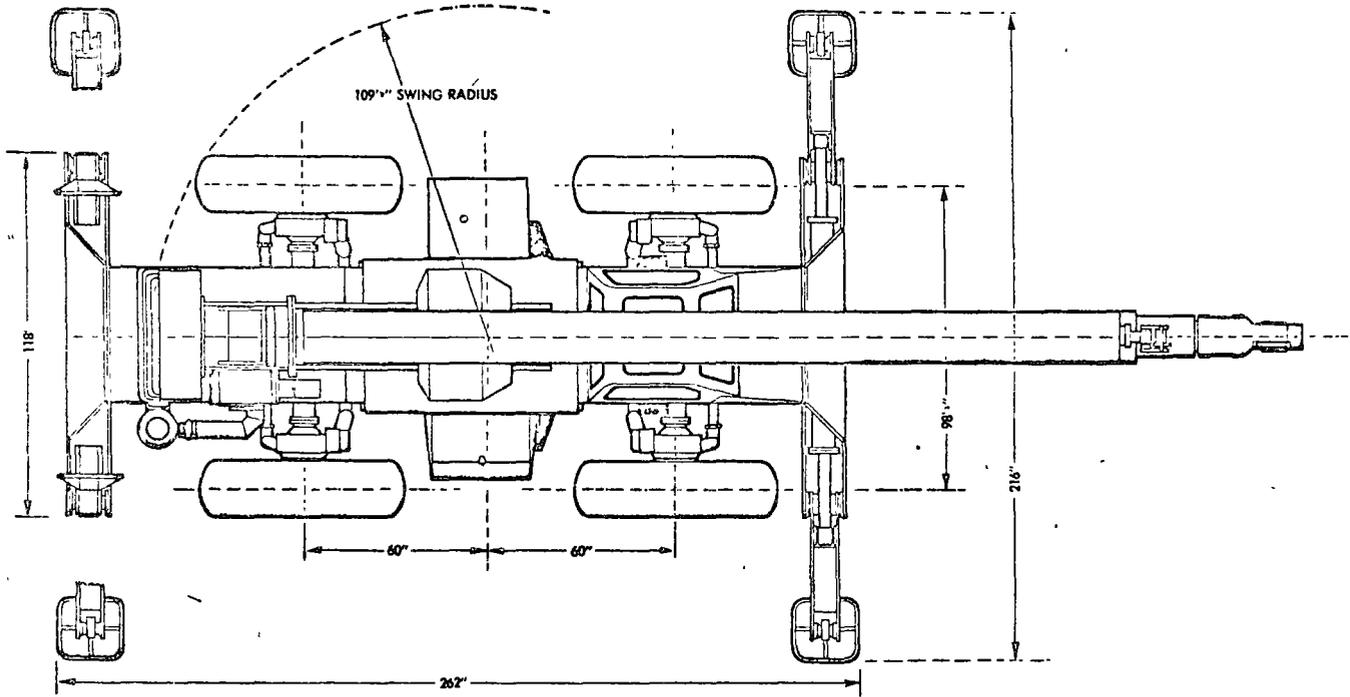
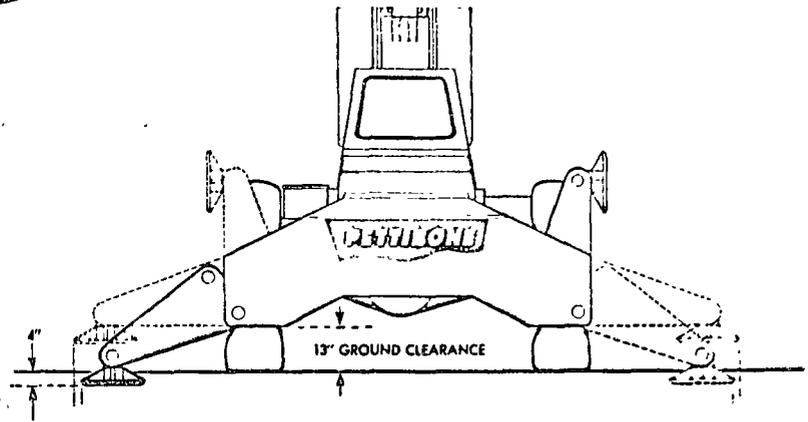
FIG. 6.-

PETTIBONE

MULTIKRANE

MODEL 70

PRINCIPAL DIMENSIONS



WORKING RANGES

17 FIG. 6-
12

HEIGHT IN FEET ABOVE GROUND

90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15

MAXIMUM CAPACITY 10,000 LBS.

MAXIMUM CAPACITY 32,500 LBS.

JIB (FOLDING) BOOM

MAX. 70°

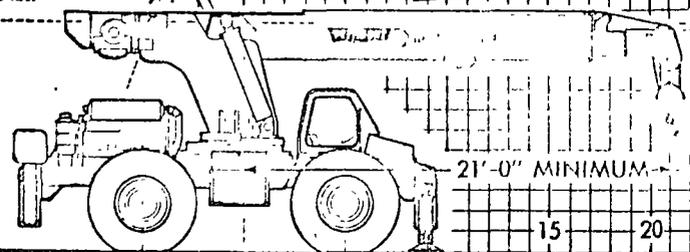
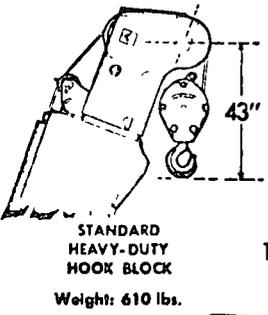
65°

60°

55°

50°

8'-0" OFFSET



21'-0" MINIMUM

MAXIMUM 60'-0" WITH STANDARD BOOM

15 20 25 30 35 40 45 50 55

DISTANCE IN FEET FROM CENTERLINE OF TURNABLE TO CENTERLINE OF BOOM POINT SHEAVE

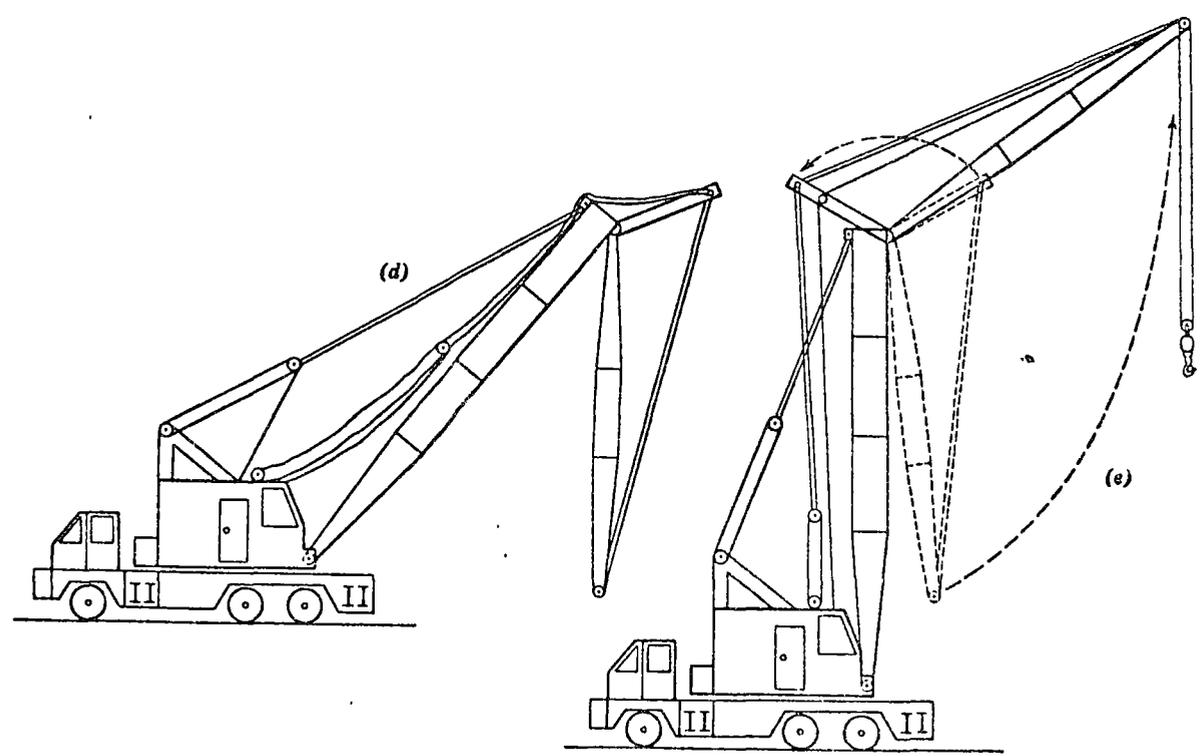
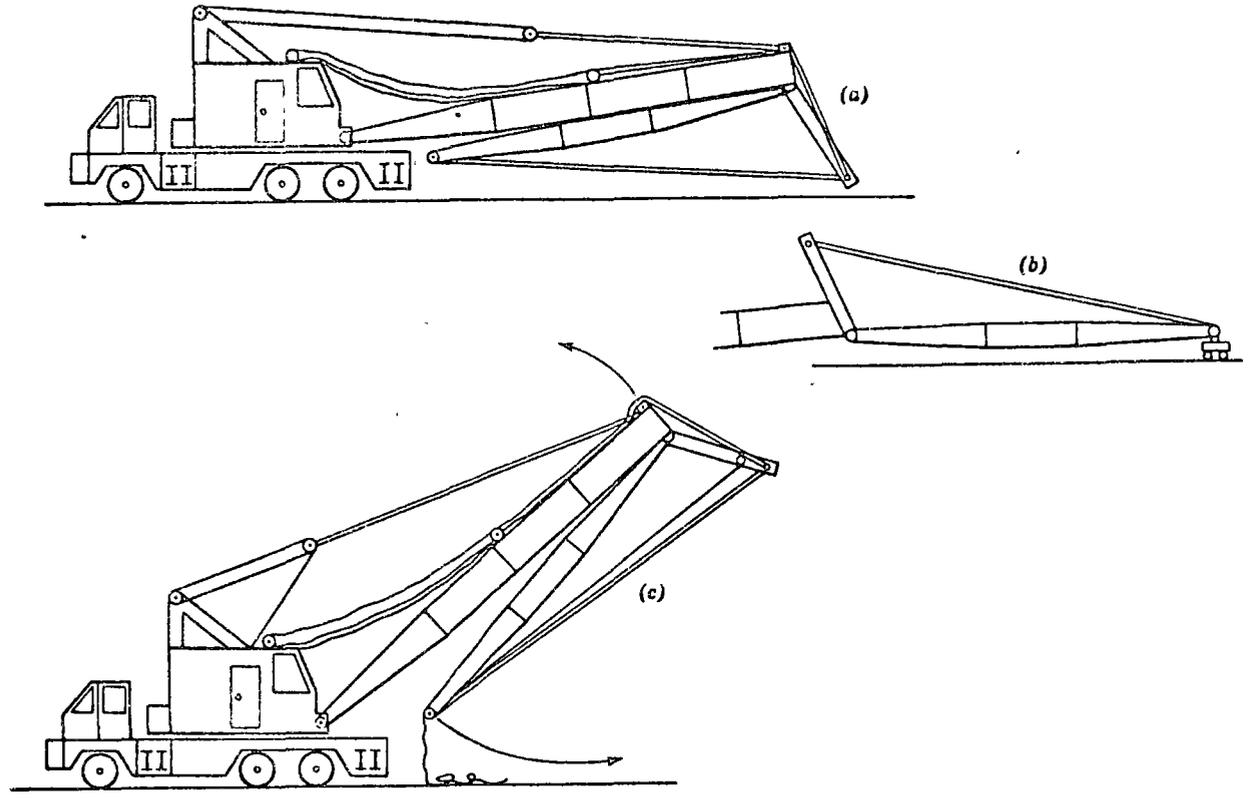


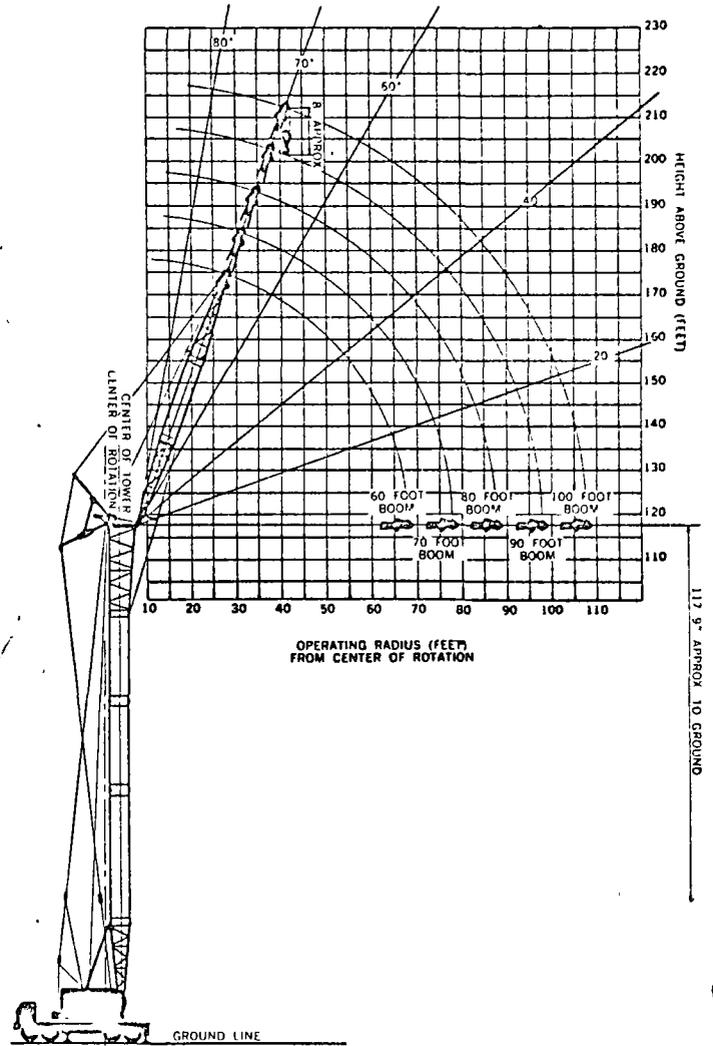
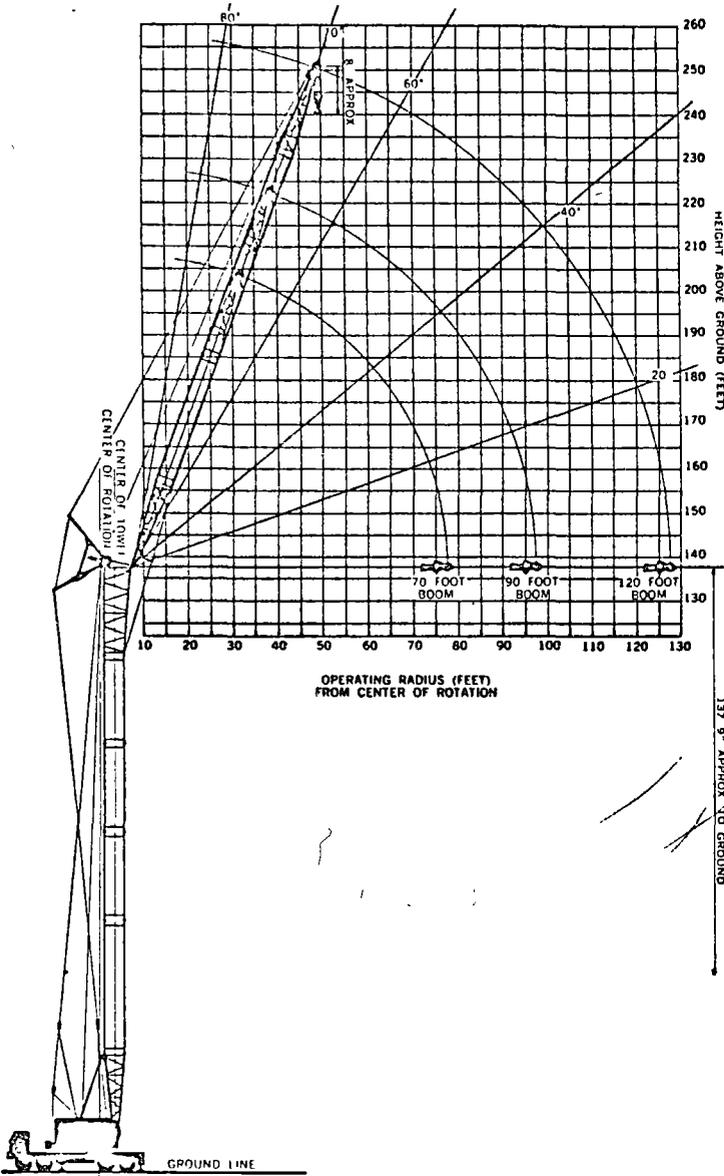
Fig. 9.8.5 Setting up truck-mounted tower crane. (a) Boom is pinned to connection on top of tower held by falls from gantry on crane body. Boom can be laid back against underside of tower or (b) laid ahead with tip on dolly to permit it to roll as lifted. (c) Tower is started up, letting boom swing out or roll on dolly. (d) Boom hangs down as tower is lifted toward its final position. (e) Tower upright, boom is rotated to working position by topping lift (boom fall).



P & H

12 FIG. # 7
650A-TC

TOWER CRANE SPECIFICATIONS



This attachment combines truck crane roadability with tower crane ability to reach out over the working floor where the swinging's easy.

Tower crane attachment is self erecting — it can raise itself under its own power from horizontal to a vertical operating position.

The tower crane attachment is similar to a normal crane boom with jib except that the jib is now movable and more adaptable. By a cable-controlled jib, loads can be spotted exactly where needed — obstacles are more easily avoided.

Tower and jib sections can be inserted or removed to provide exact heights and reaches needed.

Three hoist drums are required for this attachment. The boom hoist drum on the standard truck crane now becomes the tower hoist drum. The front hoist drum with a safety ratchet and a spring loaded brake, is used as the jib-boom hoist drum. The rear hoist drum on the standard crane is now the load hoist drum. Therefore, after the attachment is in working position, the jib-boom may be raised or lowered under power while the hoist or load line is power raised and lowered either by gravity (standard) or power (optional).

HERE'S WHAT CONTRACTORS HAD TO SAY AFTER USING THE RINGER...

ON TOP A BUILDING:

"We needed versatility and 360° swing... so we switched plans from a derrick to a Manitowoc RINGER. We lifted a 76-ton column at a 125' radius with the 4100W RINGER sitting 110' high on top a concrete air shaft. You can't beat a Manitowoc. This is what quality is, really!"

ON A BARGE:

"Manitowoc's are the best hook rigs going! These 156-ton, 232' long steel girders could only be set by the RINGER. The RINGER worked fine even for setting steel over water... no other crane operates with the ease of a Manitowoc."

IN A CONGESTED AREA:

"Only the Manitowoc 4100W RINGER could erect this project in such a confined area. With its reach, capacity, precision control and 360° swing, it was the perfect crane for the job!"

ON ROUGH, SLOPING TERRAIN:

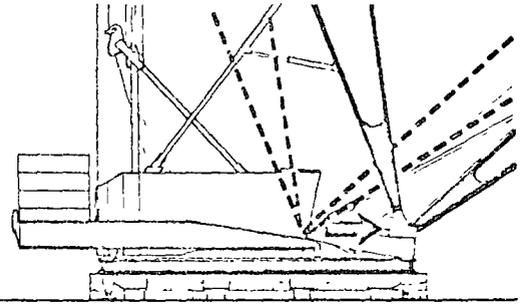
"The Manitowoc 4100W Series-3 RINGER moved down a 14% grade of uneven, rugged terrain complete with 260' boom, 130' mast, RINGER assembly, basic machine counterweights, and 135,000 pounds of RINGER box counterweights. It proved to be an incredible piece of machinery."

AND, HERE'S WHY THE RINGER WORKS...

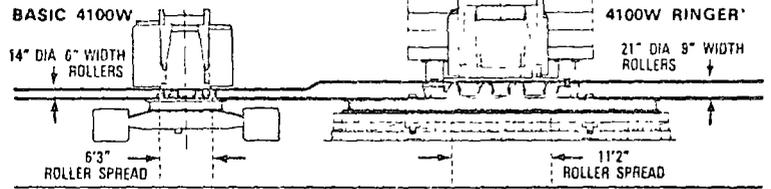
WHEN MANITOWOC INCREASES ITS BASIC CRANE'S CAPACITY BY ADDING ATTACHMENTS... YOU CAN BE ASSURED IMPORTANT LOAD-BEARING COMPONENTS ARE INCREASED TO MATCH ITS NEW CAPABILITY!

COMPARE:

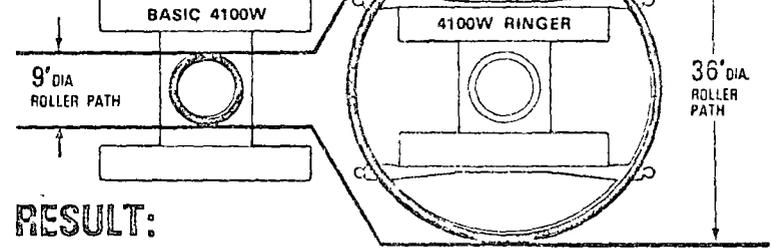
BOOM, MAST AND LOAD STRESS IS MOVED FORWARD OUT OF THE BASIC MACHINE TO A NEW FULCRUM POINT...



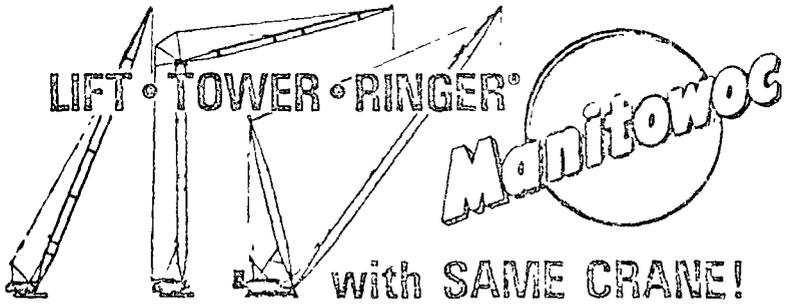
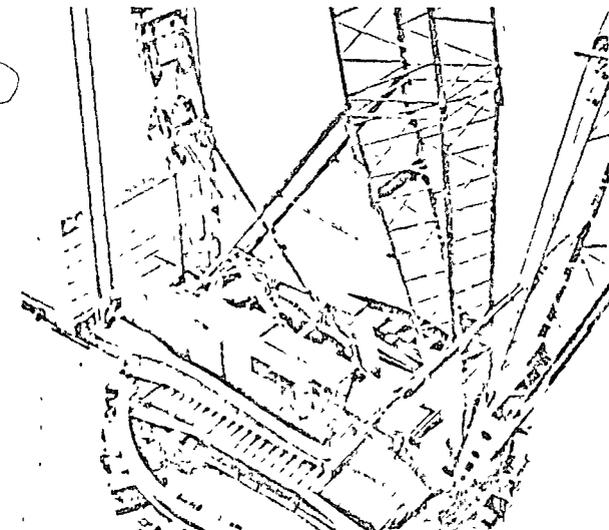
NEW LARGER ROLLERS AND ROLLER CARRIER ARE PROVIDED...



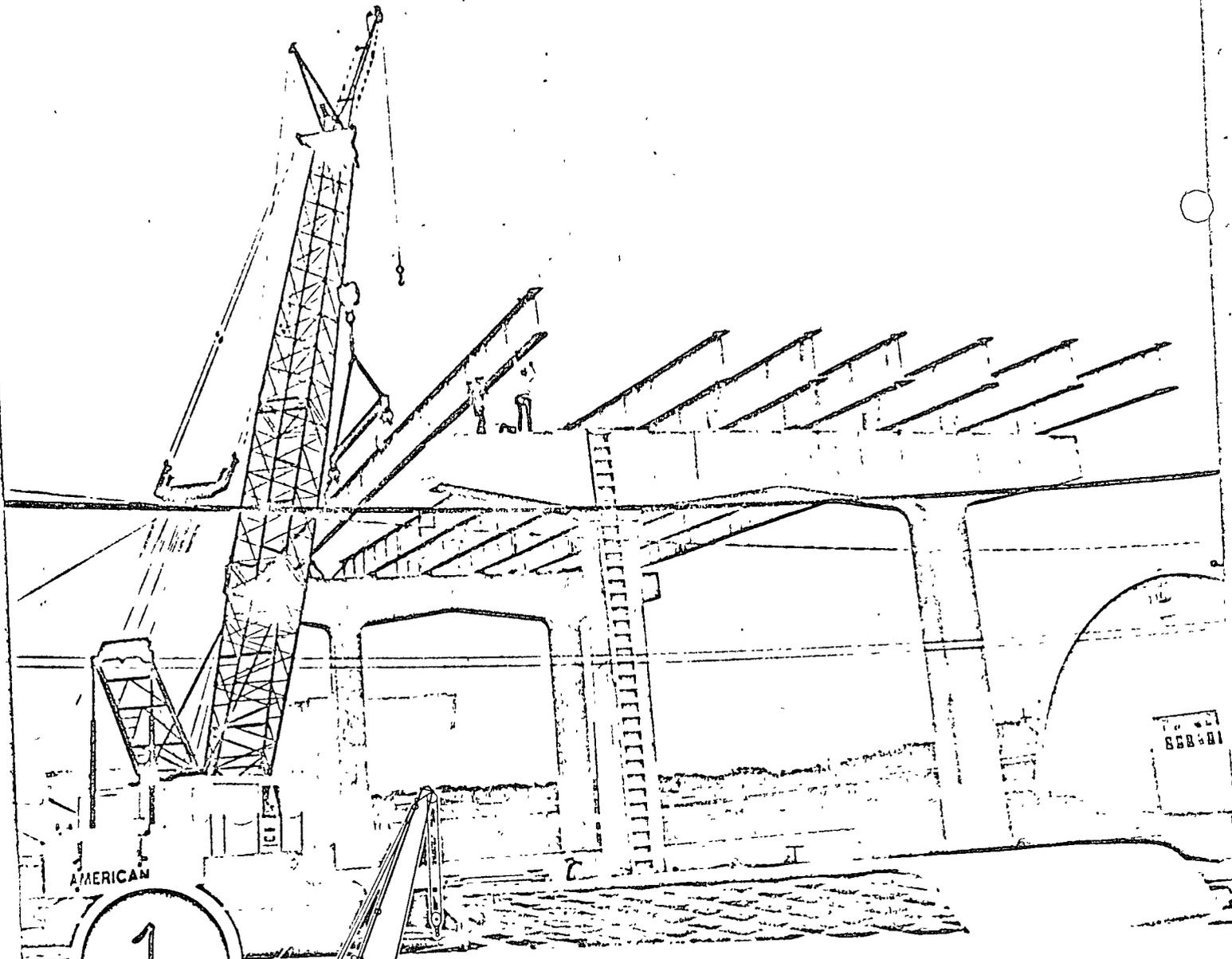
NEW LARGE ROLLER PATH PROVIDES GREATER STABILITY FOR THE DEMANDS OF INCREASED CAPACITIES...



RESULT: THE BEST IN CONTROL AND STABILITY... WITH INCREASED CAPACITY!



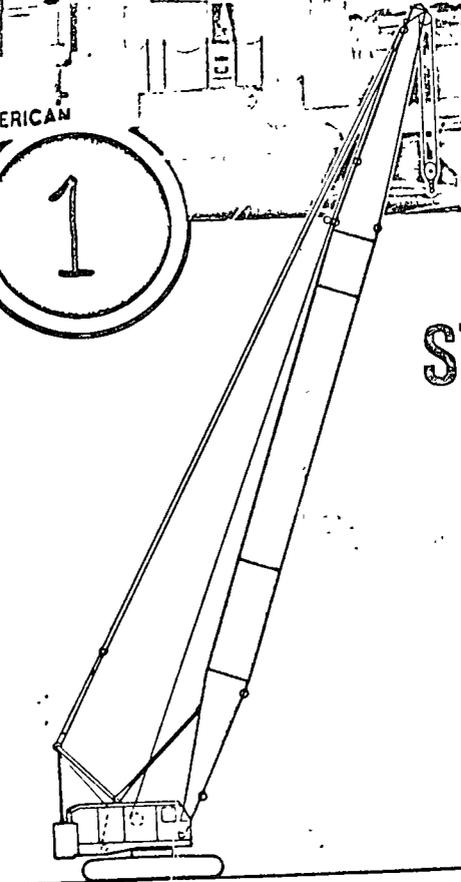
MANITOWOC ENGINEERING CO. (A division of The Manitowoc Co., Inc) MANITOWOC, WISCONSIN 54220

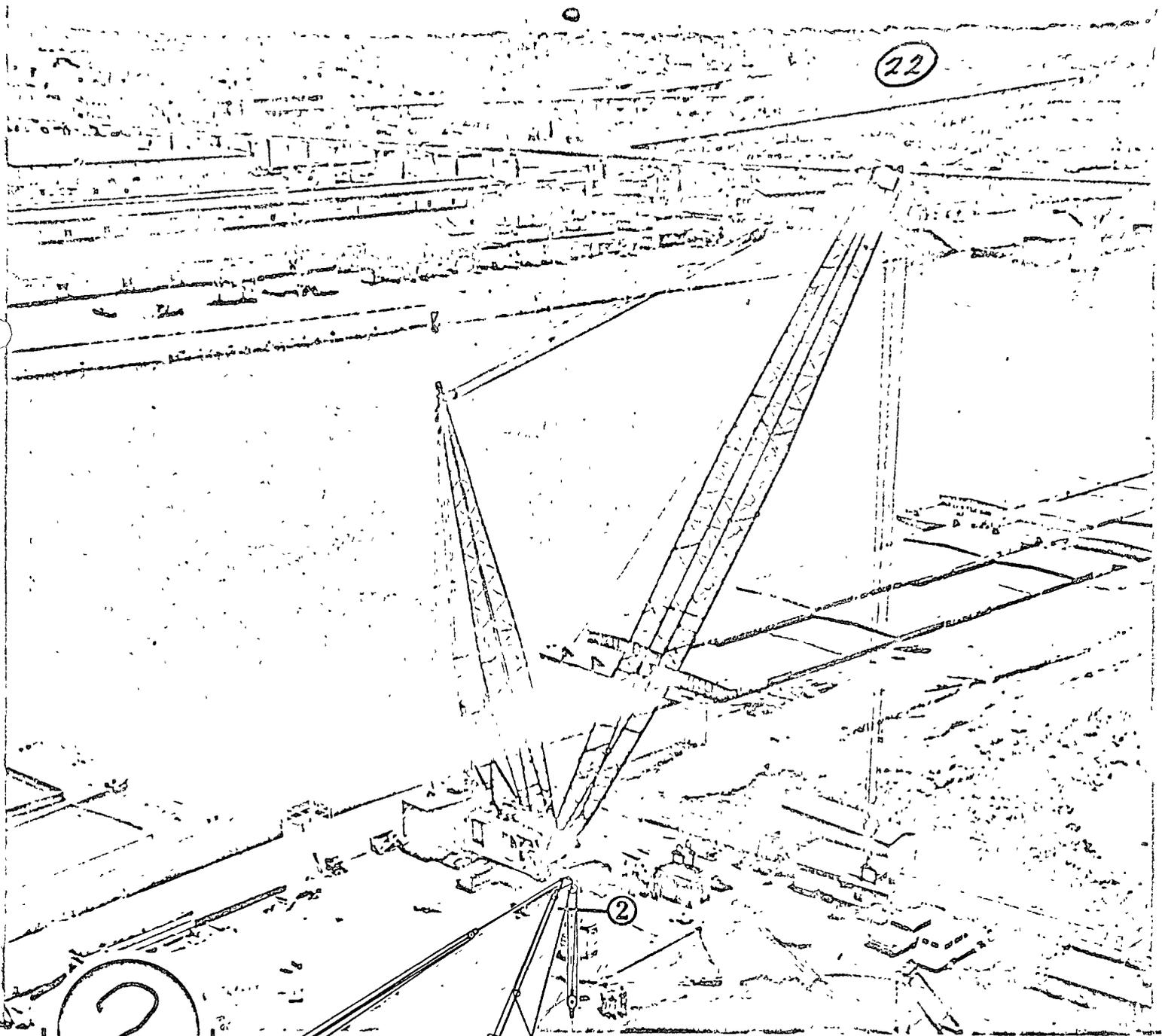


1

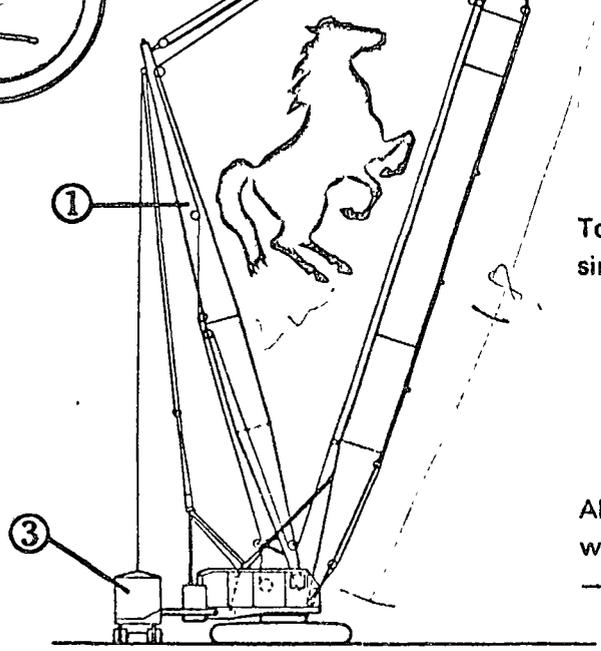
STANDARD 900 SERIES CRANE:

Easily the most advanced heavy duty crane on the market
 —offers lift capacity to 165 tons . . . capable of handling
 450 feet of boom and jib . . . self erecting . . . crane
 design backed by close to a century of crane and hoist
 experience—unequaled in the industry.





2

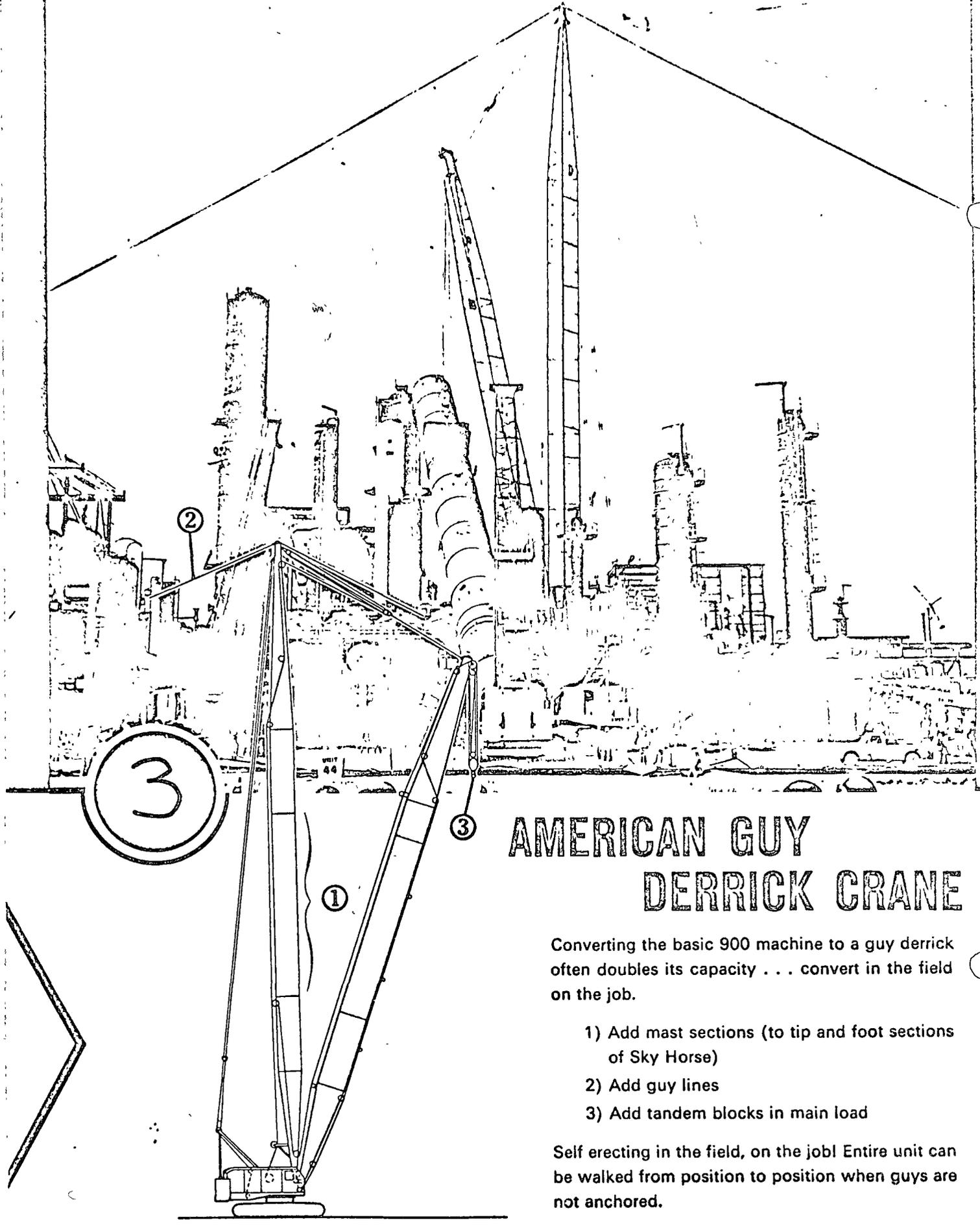


SKY HORSE®

To convert the same 900 machine to the Sky Horse simply . . .

- 1) Add mast
- 2) Add top boom blocks
- 3) Add counterweight
- 4) Add cross over sheave in load blocks

All units *self erecting*—special counterweight is water ballasted, fully mobile—swings with the crane —travels with the crane.

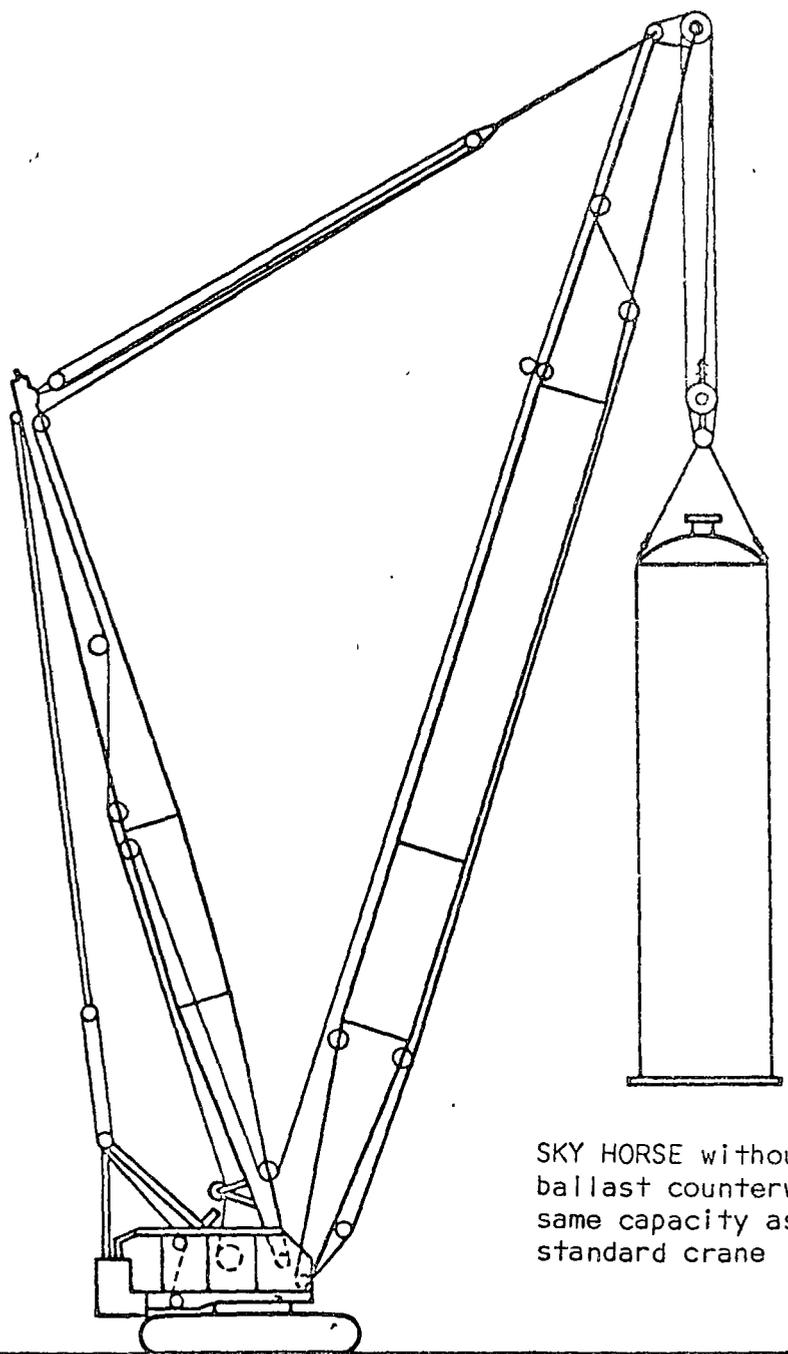


AMERICAN GUY DERRICK CRANE

Converting the basic 900 machine to a guy derrick often doubles its capacity . . . convert in the field on the job.

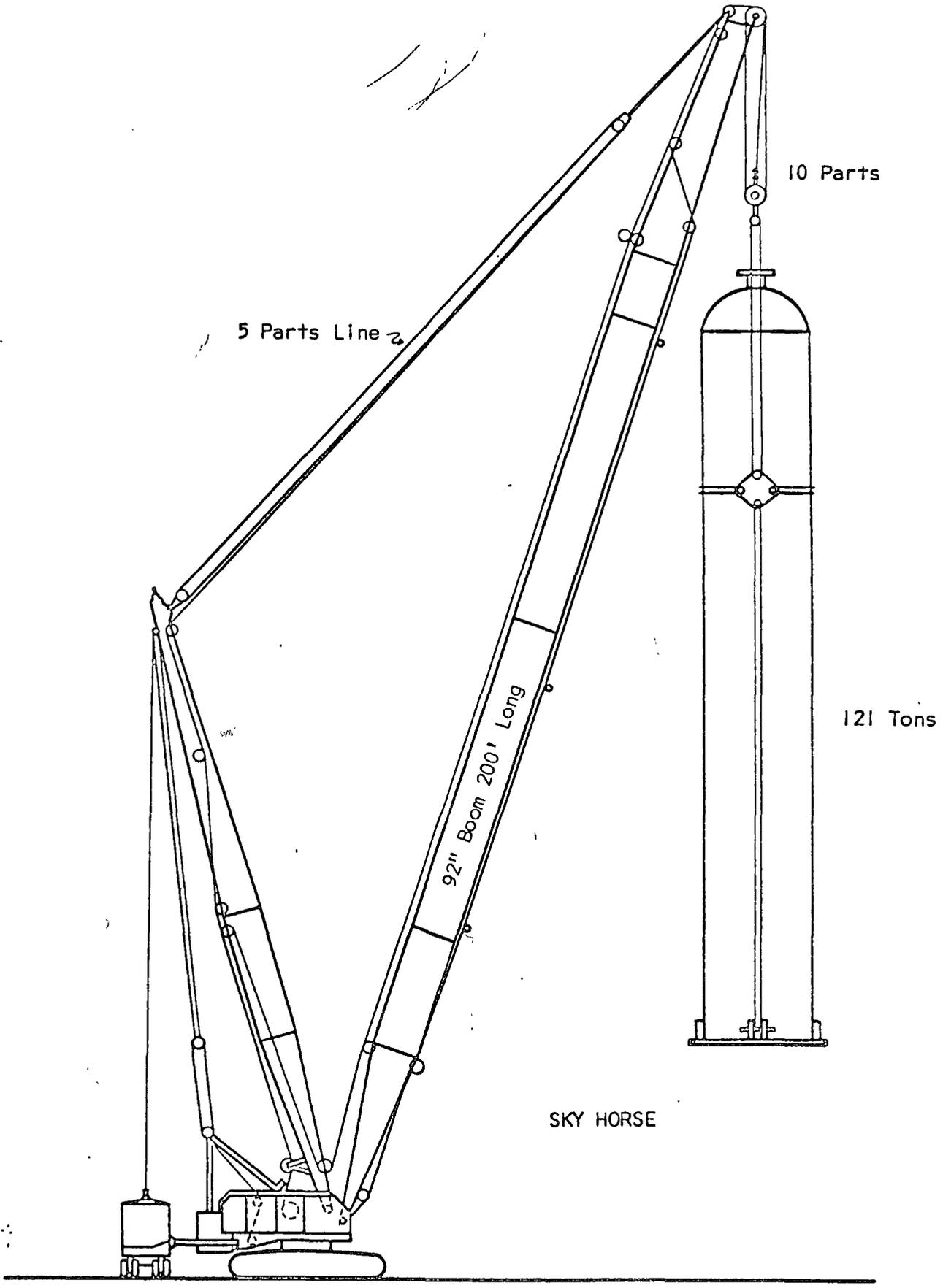
- 1) Add mast sections (to tip and foot sections of Sky Horse)
- 2) Add guy lines
- 3) Add tandem blocks in main load

Self erecting in the field, on the job! Entire unit can be walked from position to position when guys are not anchored.

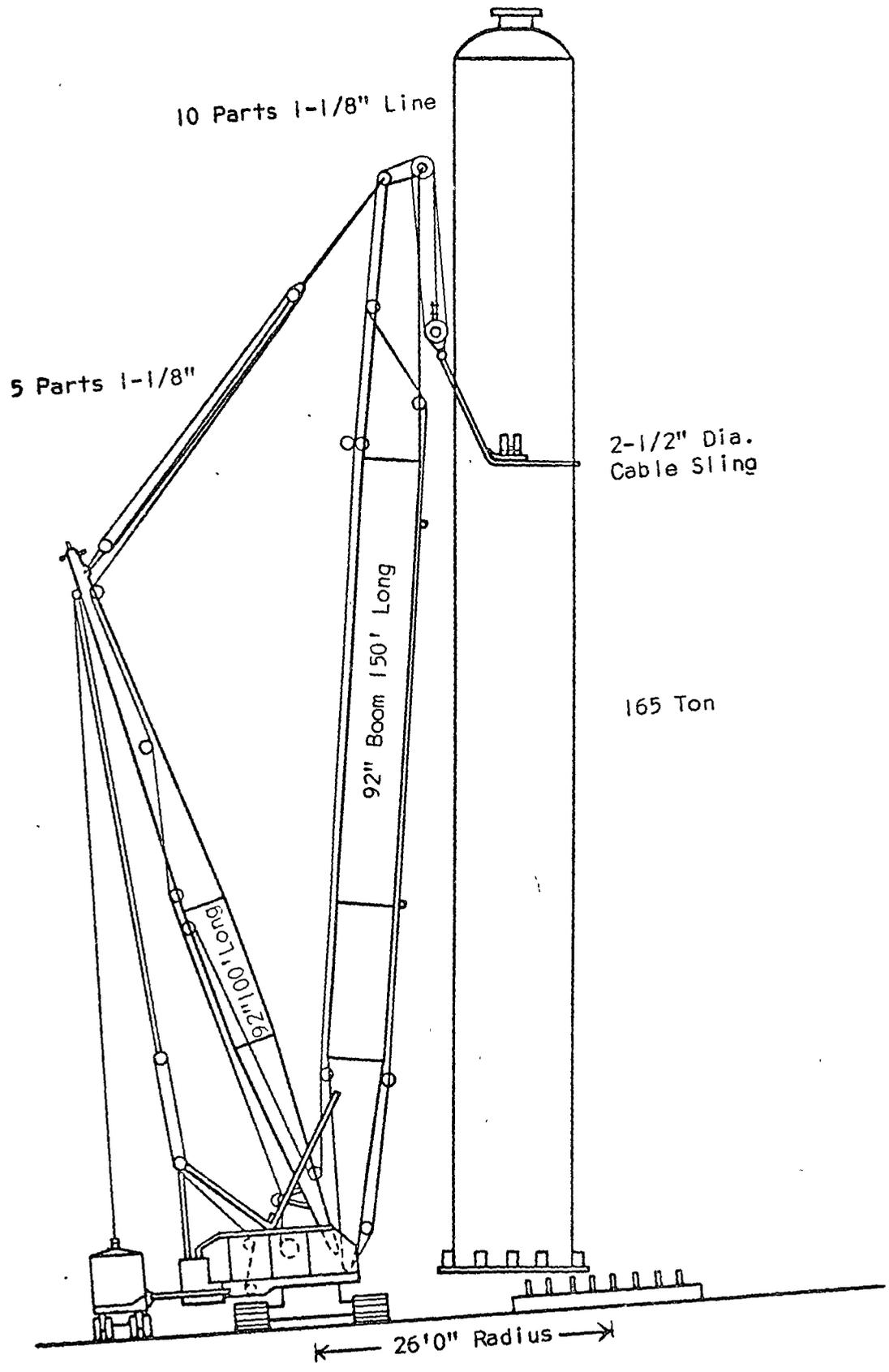


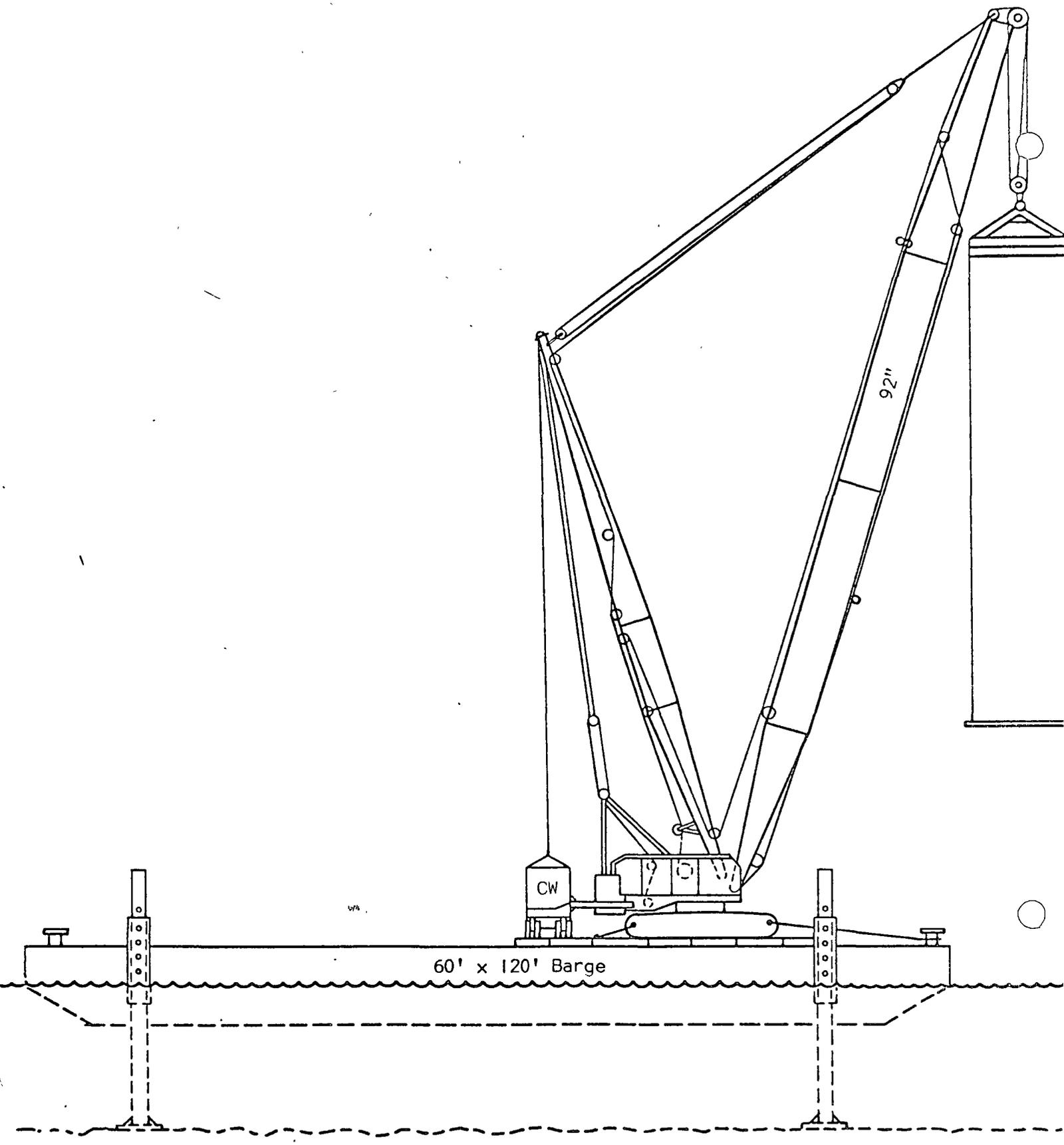
SKY HORSE without water
ballast counterweight
same capacity as
standard crane

25



26 FIG. 8.-





(23)

FIG. 8.-

5 Parts

10 Parts

92" Boom 200' Long

SKY HORSE on Jetty
Special Steel Mats
With Spud Poles

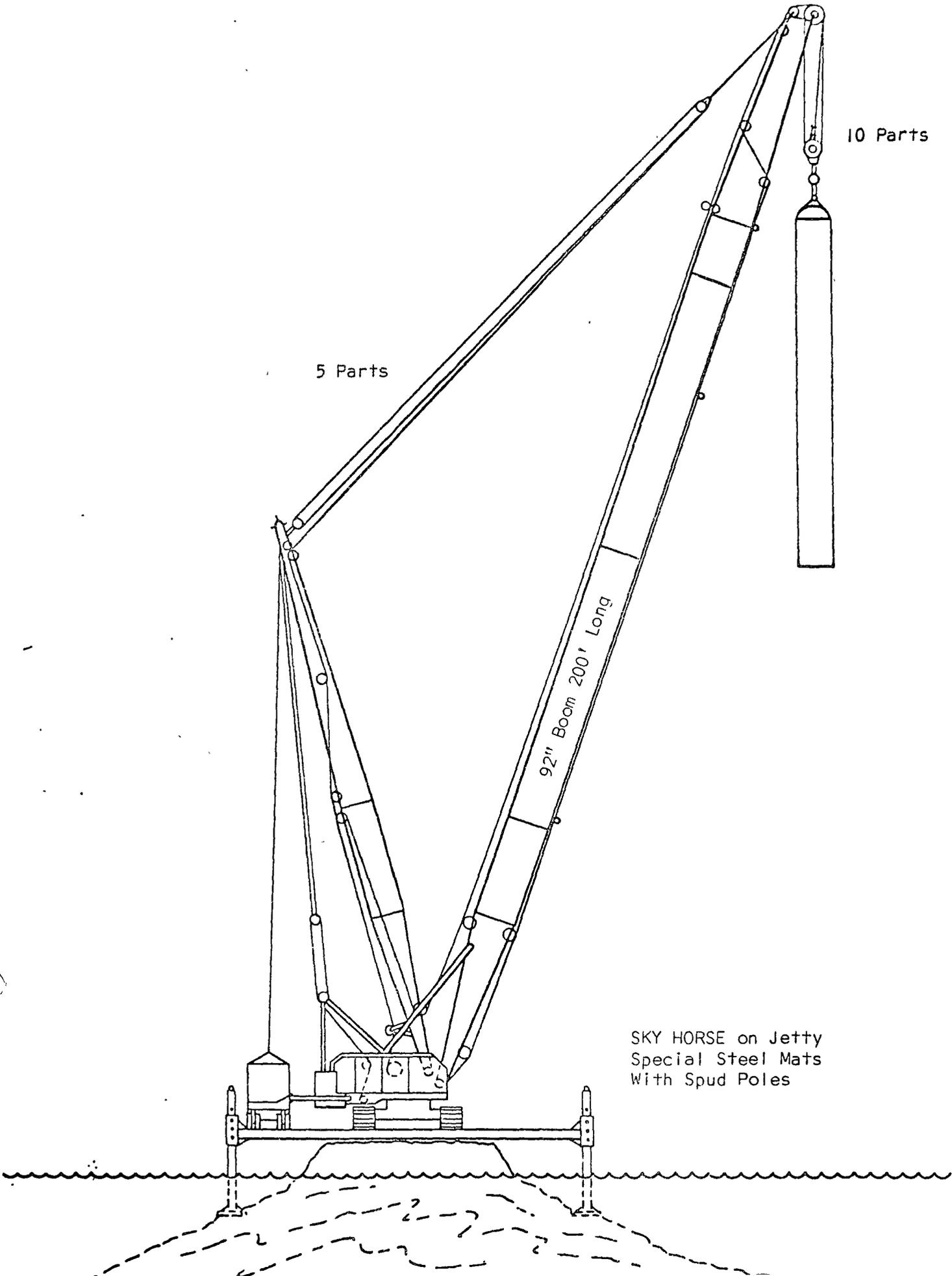
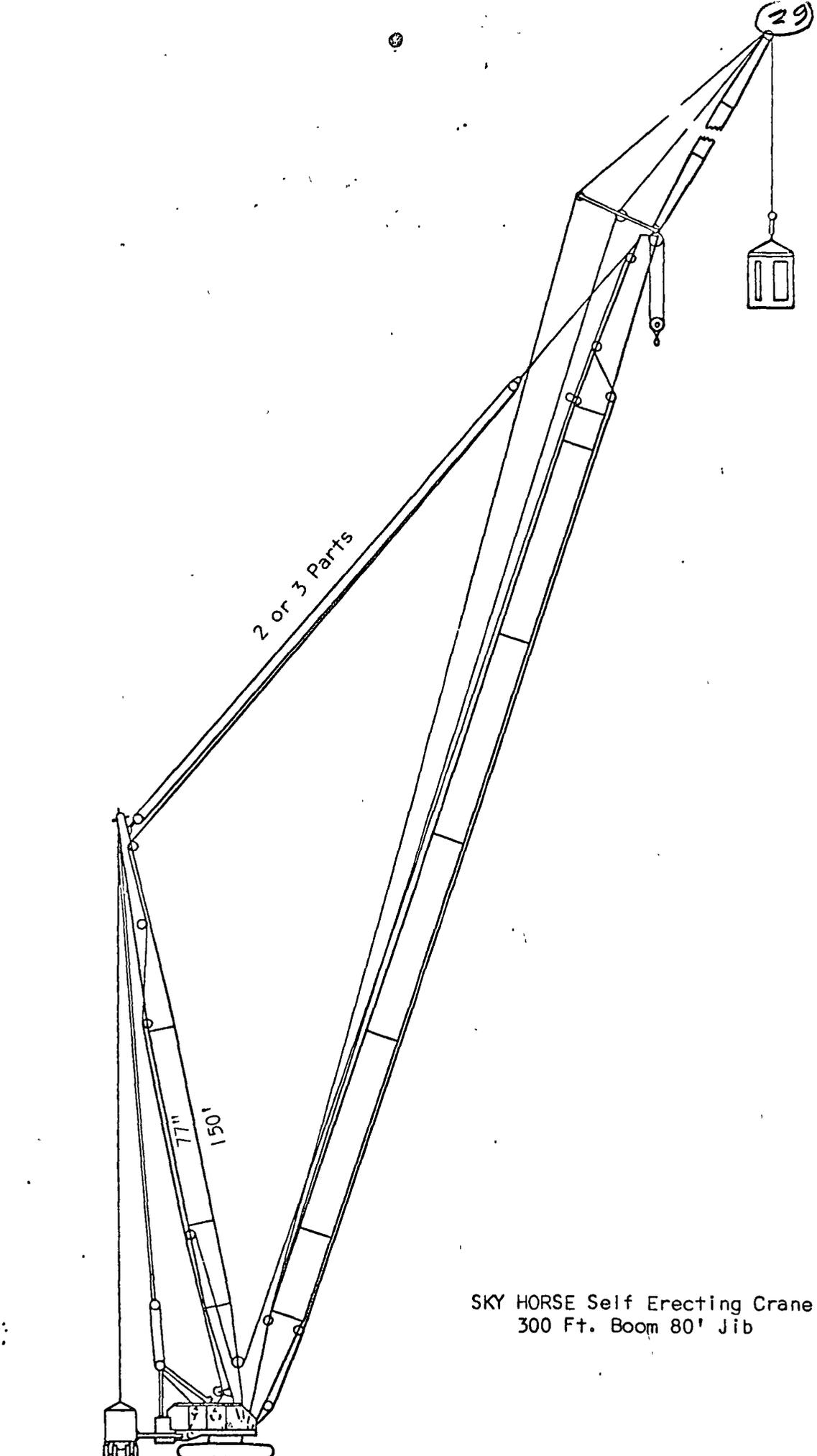
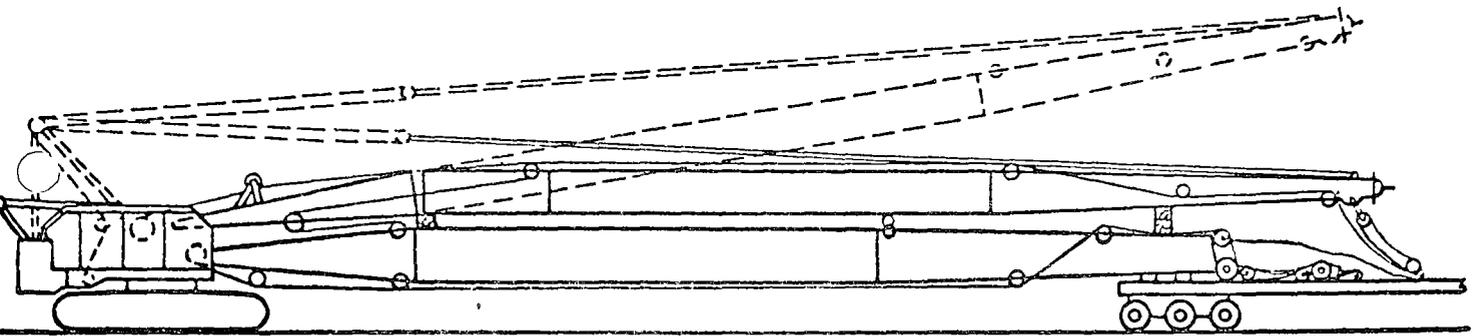


FIG. 8.-

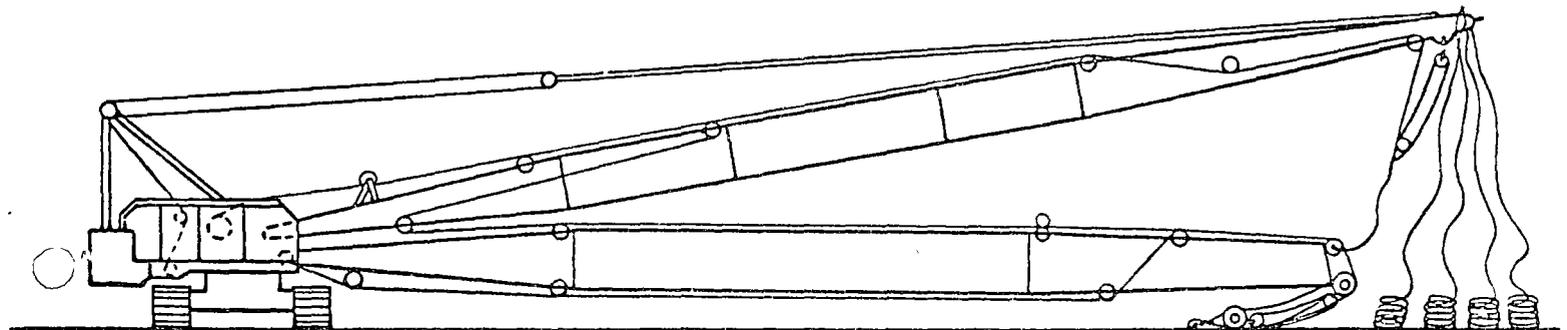


SKY HORSE Self Erecting Crane
300 Ft. Boom 80' Jib



MOVING GUY DERRICK
UNDER LOW OBJECTS

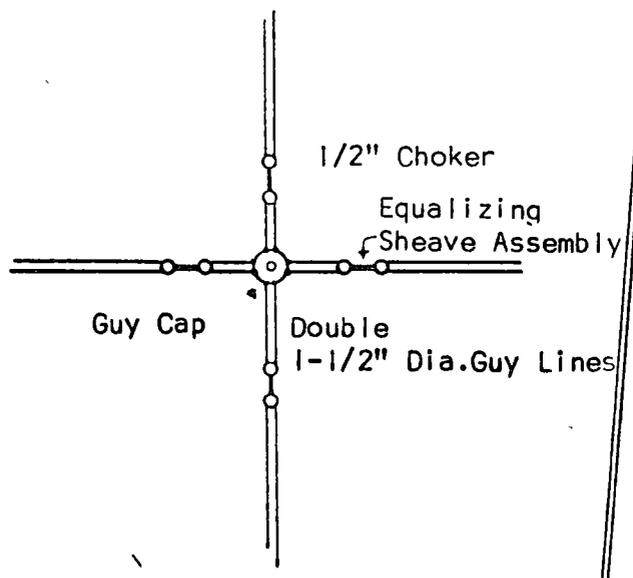
Lower Boom and Mast to Truck or
Lowboy...Place Cross Ties as
Indicated. Lowering or Raising
Boom Accomplished Without Help
of Other Equipment.



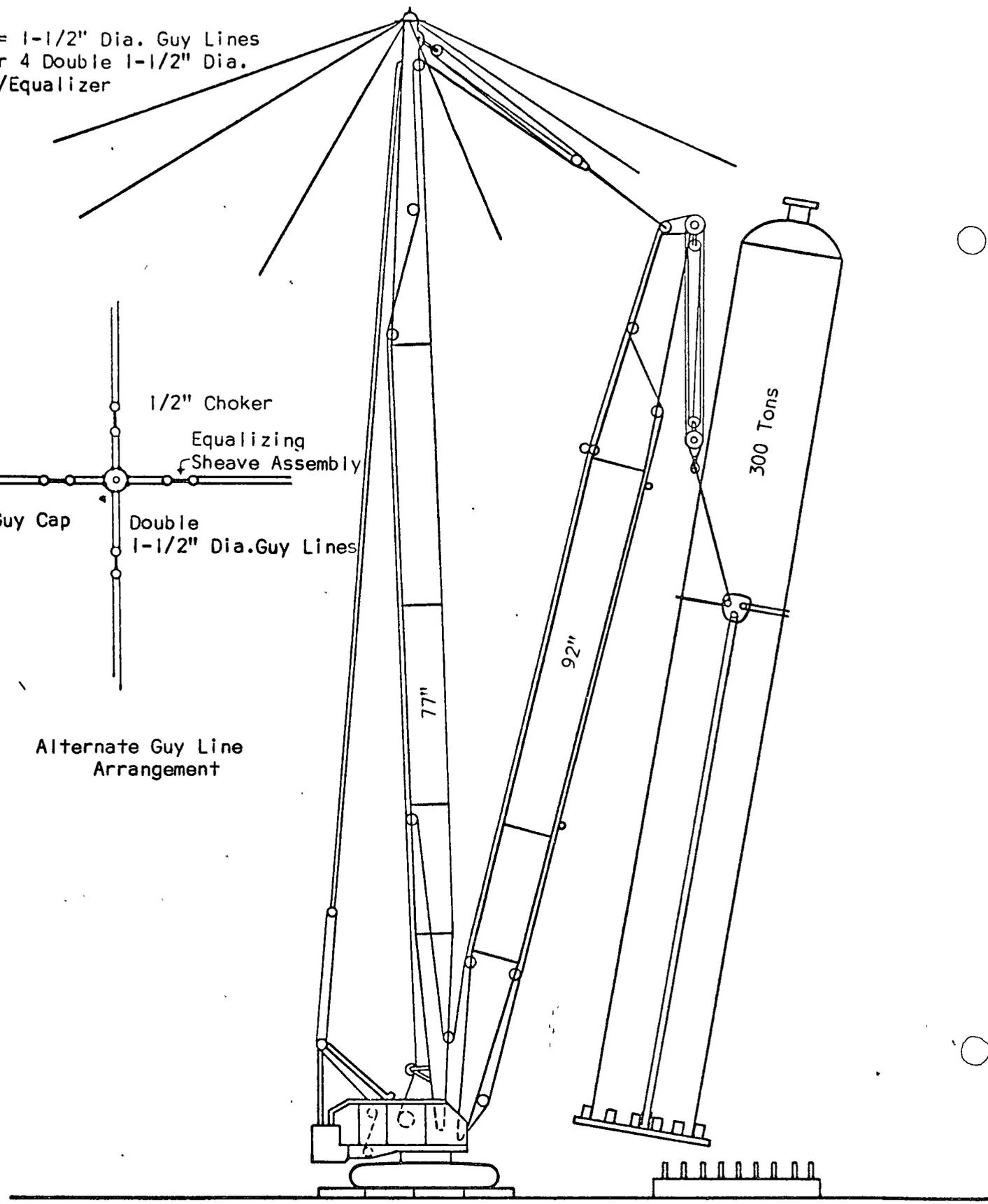
ATTACHING GUYS TO MAST CAP

Lower Boom and Mast Above Ground Level
Attach Lines...No Need to Send
Men to Top

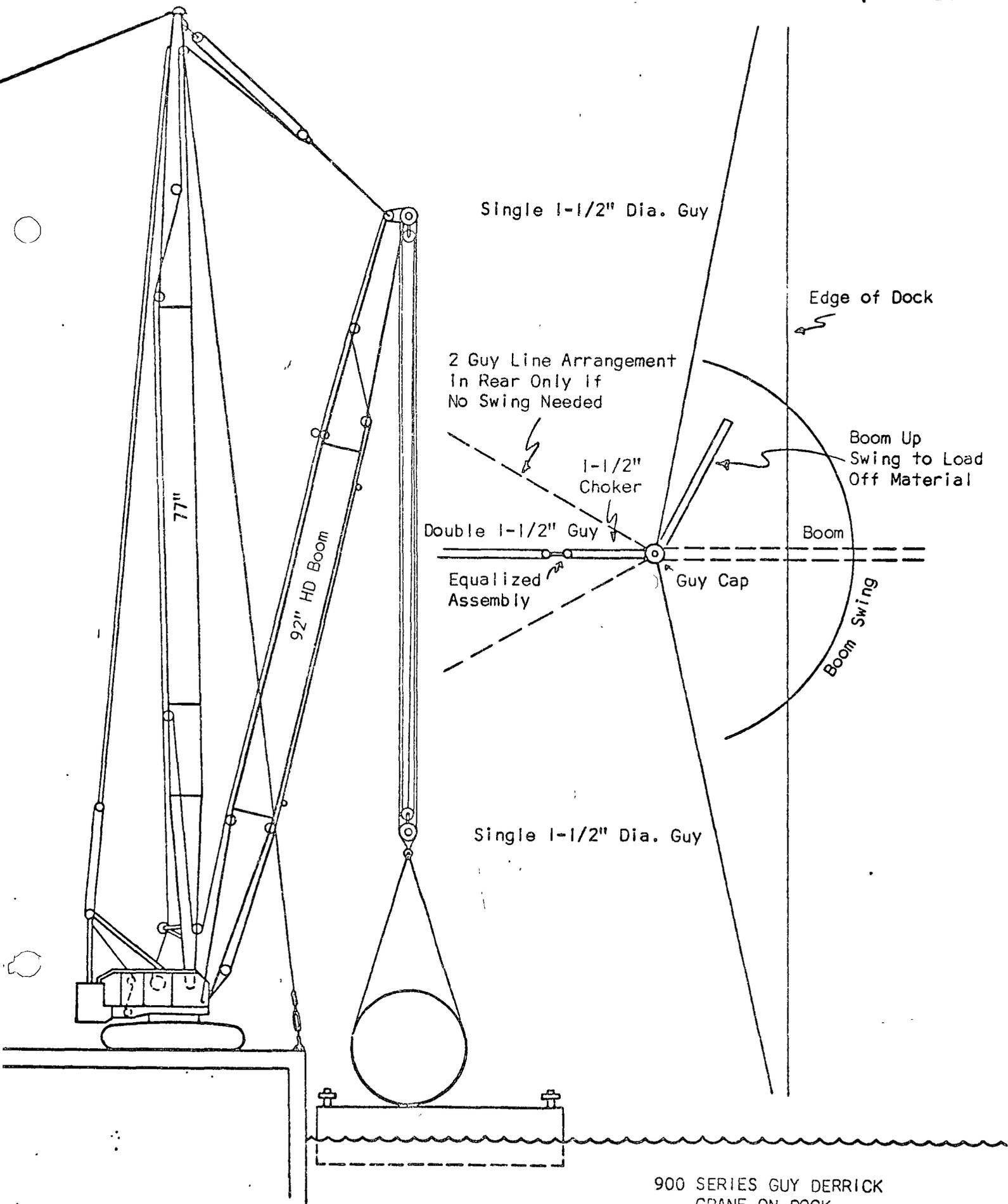
8 = 1-1/2" Dia. Guy Lines
or 4 Double 1-1/2" Dia.
W/Equalizer



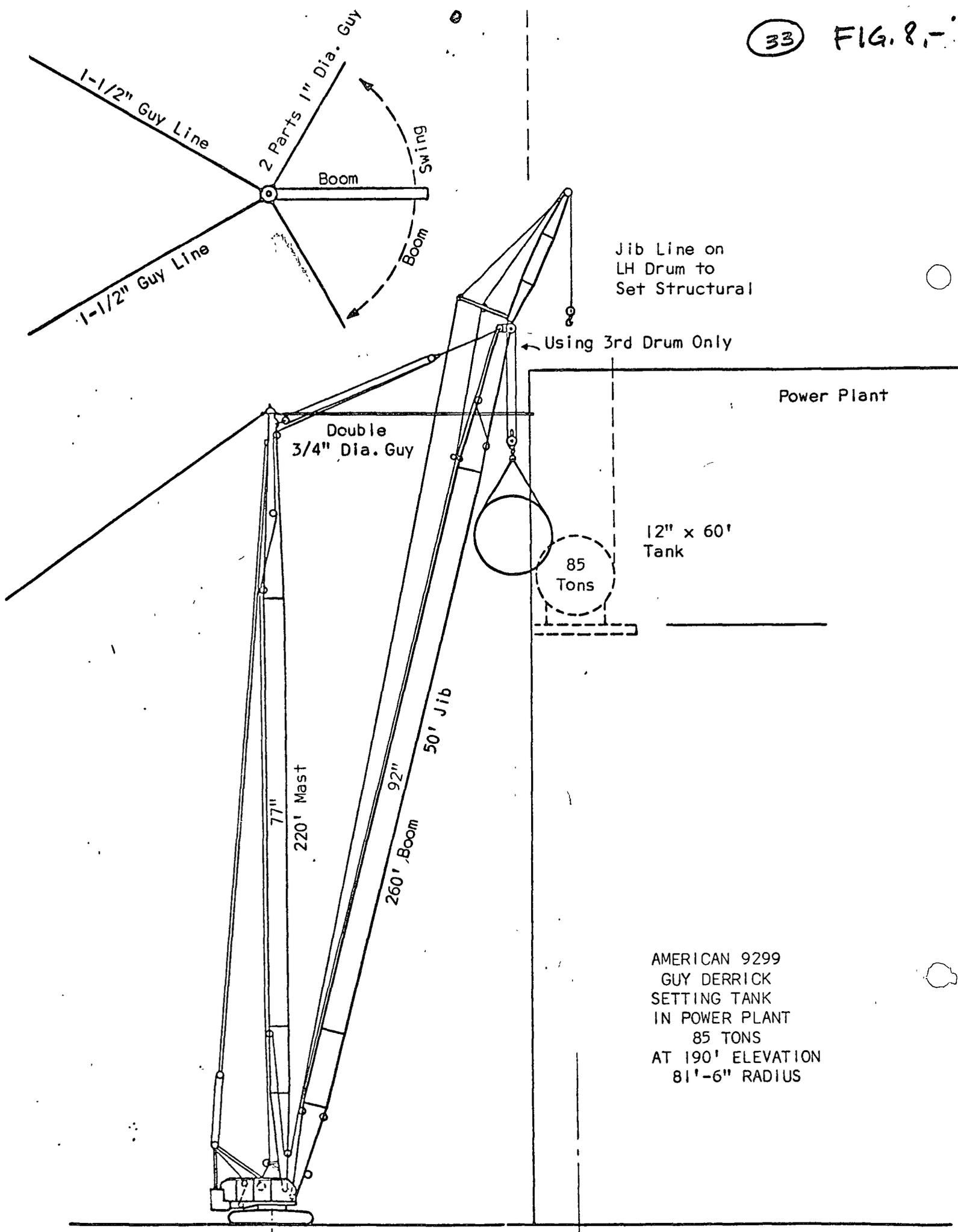
Alternate Guy Line Arrangement



AMERICAN 900 CRAWLER GUY DERRICK
FULLY RIGGED FOR MAX CAPACITY
AND 360° ROTATION



900 SERIES GUY DERRICK
CRANE ON DOCK
USING 3 GUY LINES



Jib Line on LH Drum to Set Structural

Using 3rd Drum Only

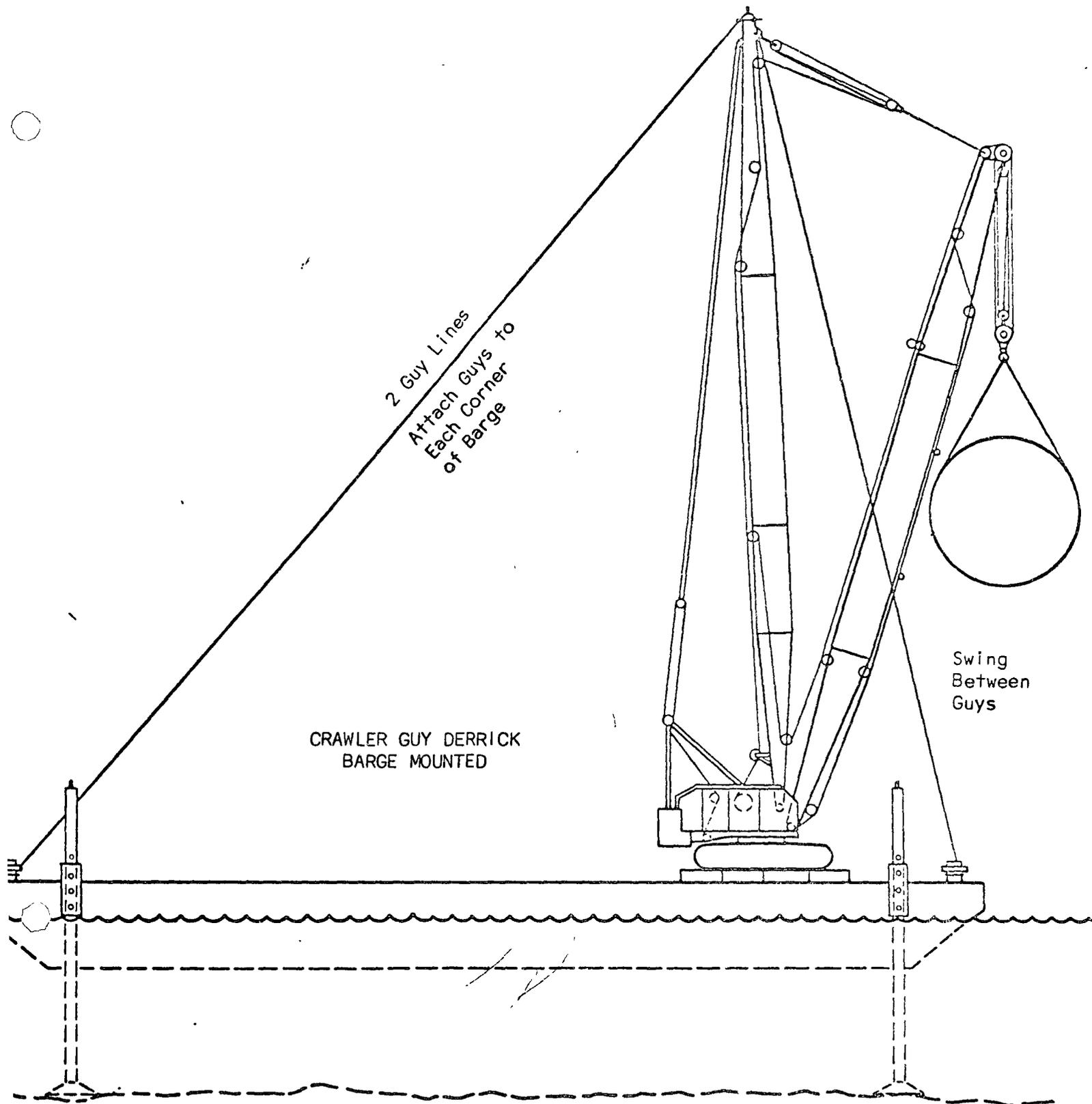
Power Plant

Double 3/4" Dia. Guy

12" x 60' Tank

85 Tons

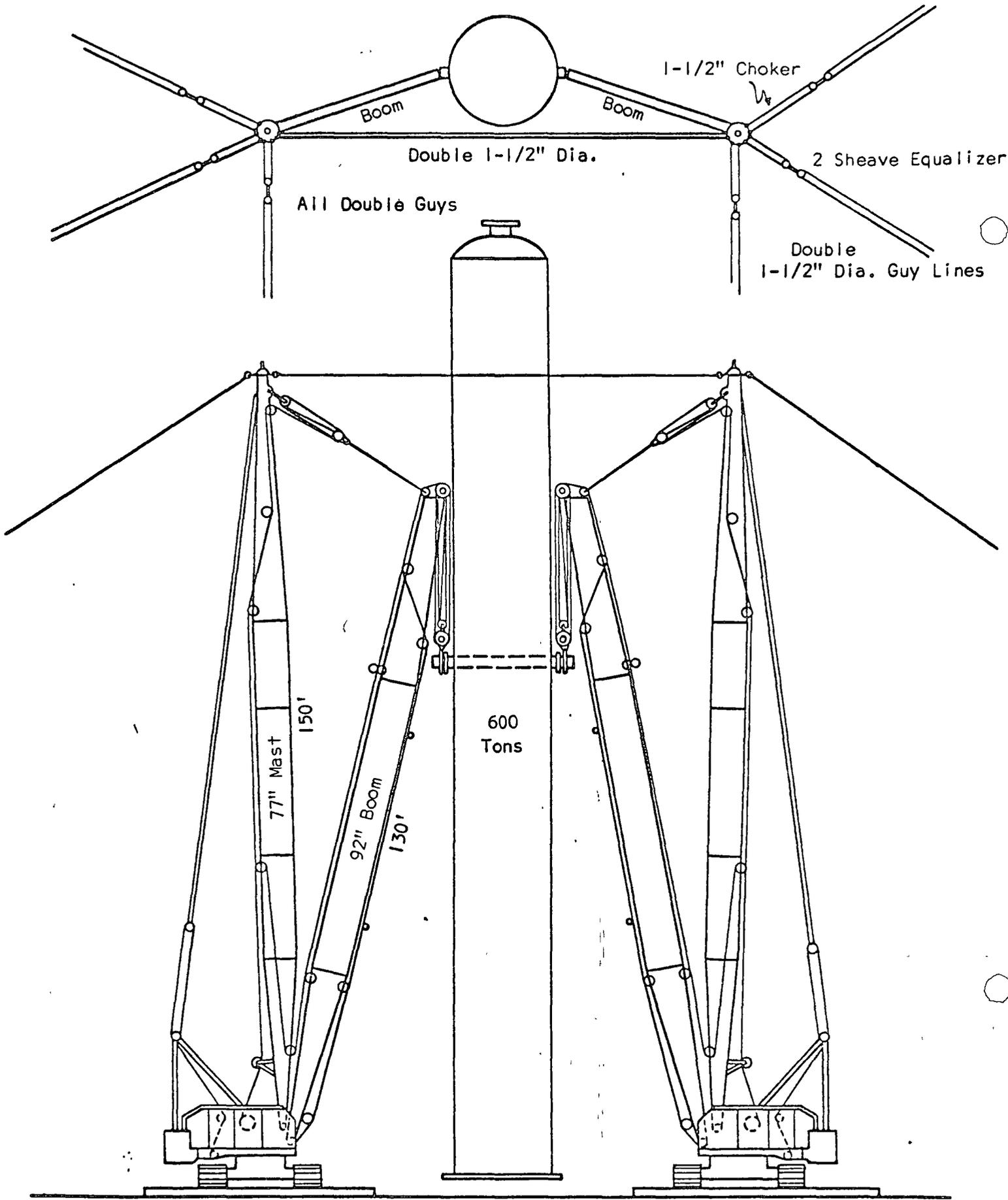
AMERICAN 9299
 GUY DERRICK
 SETTING TANK
 IN POWER PLANT
 85 TONS
 AT 190' ELEVATION
 81'-6" RADIUS



2 Guy Lines
Attach Guys to
Each Corner
of Barge

CRAWLER GUY DERRICK
BARGE MOUNTED

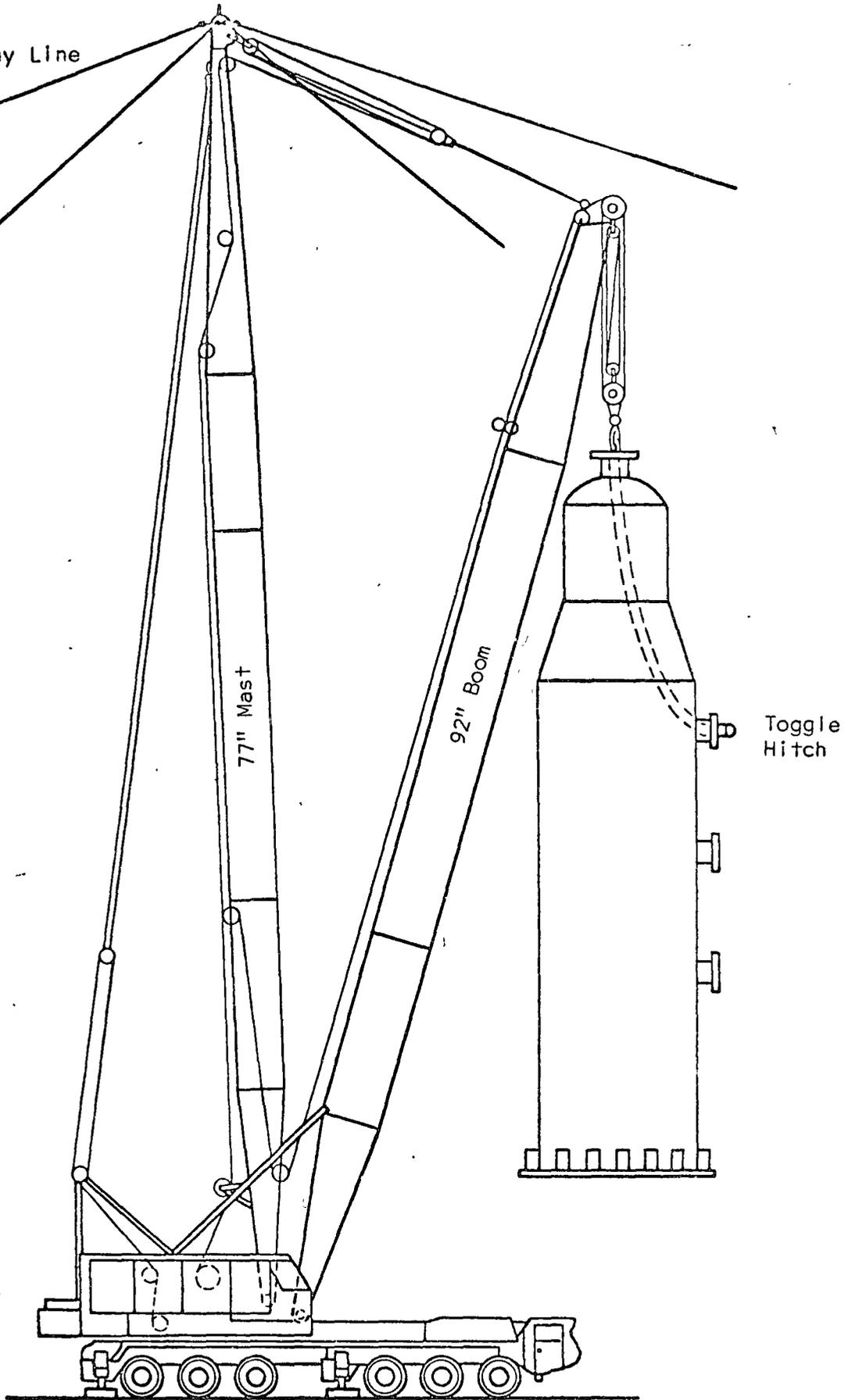
Swing
Between
Guys



TEAM LIFT 600 TONS AMERICAN 900 SERIES GUY DERRICKS

For Max. Capacity
8 - 1-1/2" Dia. Guy Line

or
4 Double
1-1/2" Dia.
W/Equalizer



9250 TRUCK CRANE GUY DERRICK

Existen variedades de estas grúas como son las de pluma telescópica hidráulica que en unos segundos pueden extender una longitud de pluma bastante grande y son muy propias para colocación de elementos en lugares incómodos.

Anexamos gráfica de capacidades de carga y características de éstas máquinas. (Fig. 6.-)

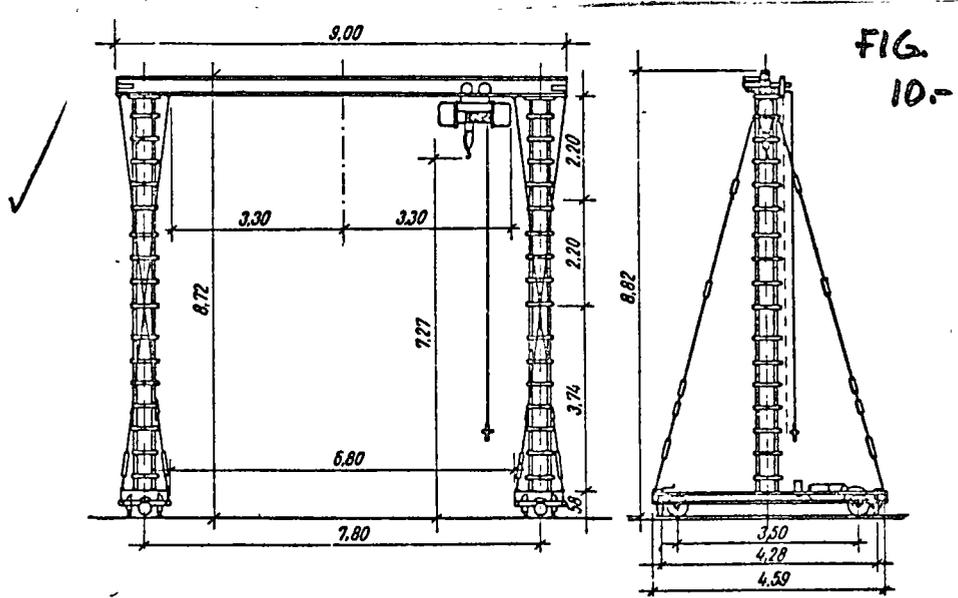
También pueden convertirse en grúas torre mediante las plumas adecuadas tal como puede verse en la (fig. No. 7.-)

Otras variedades son, mediante ciertas modificaciones a las grúas convencionales de este tipo, las grúas Derrick y las Sky Horse, tal como se ilustra en las (fig. No. 8.-)

d).- GRUAS DE PORTICO O MARCOS:

Estas grúas se usan principalmente para atender a las operaciones de las zonas de fabricación y almacenaje en las plantas de prefabricación. En ciertos casos pueden también emplearse para la elevación de piezas. Son móviles e indispensables en plantas de prefabricación. (Fig. 9.-)

Este tipo de grúa se desliza sobre rieles accionada a mano o por cualquier otro sistema. Está provista comunmente de un polipasto eléctrico en el cabezal que es el que levanta la carga y se puede trasladar a lo largo del citado cabezal. (Fig. No. 10.-)



Una variedad importante dentro de este tipo de grúas es la indicada en la Fig. No. muy útil en plantas de prefabricación y que puede levantar y

transitar tranquilamente con 50 Tons. las hay de varias capacidades y en ciertos casos se pueden usar para montar en obra como por ejemplo en el caso de construcción de viviendas.

e).- PLUMAS SENCILLAS Y PLUMAS GIRATORIAS:

Para trabajos pesados o en lugares donde no es conveniente o posible usar una grúa, son muy prácticas las plumas sencillas como la ilustrada en la Fig. 11.-

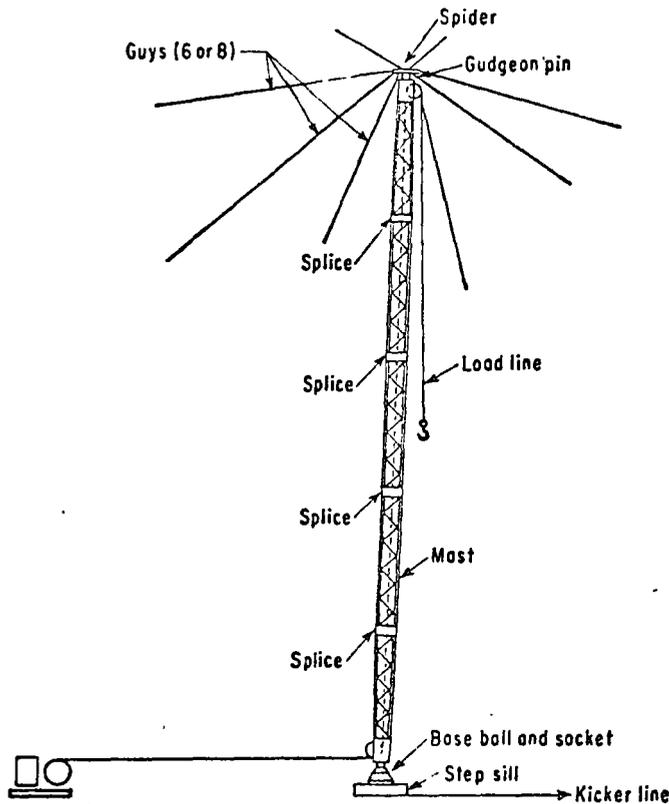


FIG. 11 ~~_____~~. Gin pole, or mast.

Se fabrican comunmente de acero estructural y trabajan como columnas y se sostienen verticales o con cierta inclinación mediante contraventeos de cable de acero y para levantar la carga se usa un malacate.

Ocasionalmente se usan por parejas con objeto de levantar algunas car-

ga pesada tal como se indica en la Fig. 12.-

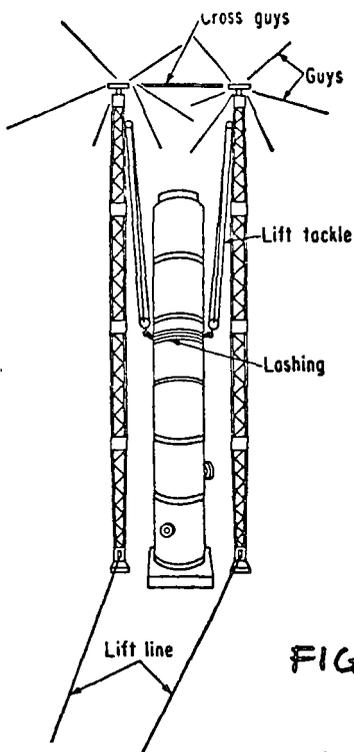


FIG. 12.-

En este caso es conveniente usar un malacate de dos tambores para las dos garruchas de levante y otros malacates independientes para los contraventeos.

Una variedad de estas plumas son las llamadas " Giratorias " (Guy Derrick) y están formadas esencialmente por un mástil que puede girar alrededor de un eje vertical y un brazo que puede girar en un plano vertical y que en un momento dado puede quedar hasta en posición horizontal y es sostenido por el mástil tal como se ilustra en la (Fig. No. 13.-)

En una estructura de varios pisos, se puede levantar fácilmente de nivel en nivel mediante el procedimiento indicado en la (Fig. No. 14.-)

Otras variedades "Derrickos " se indican en las (figuras: 15 y 16)

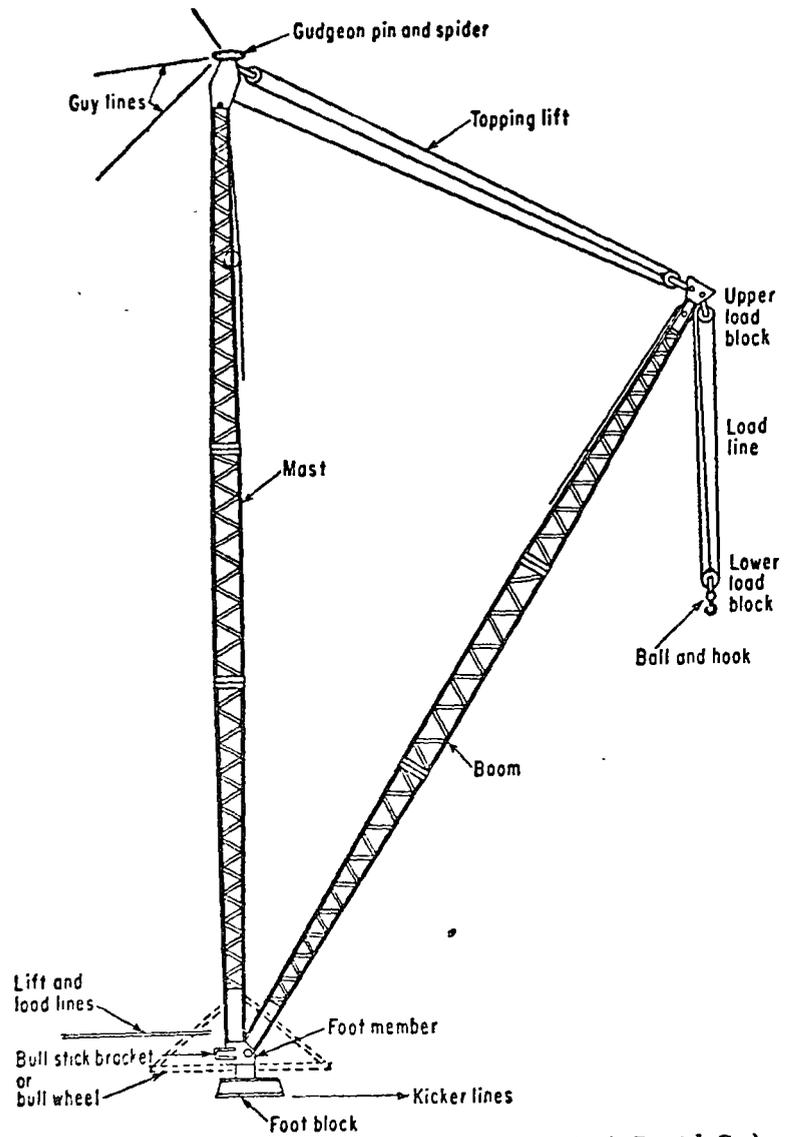
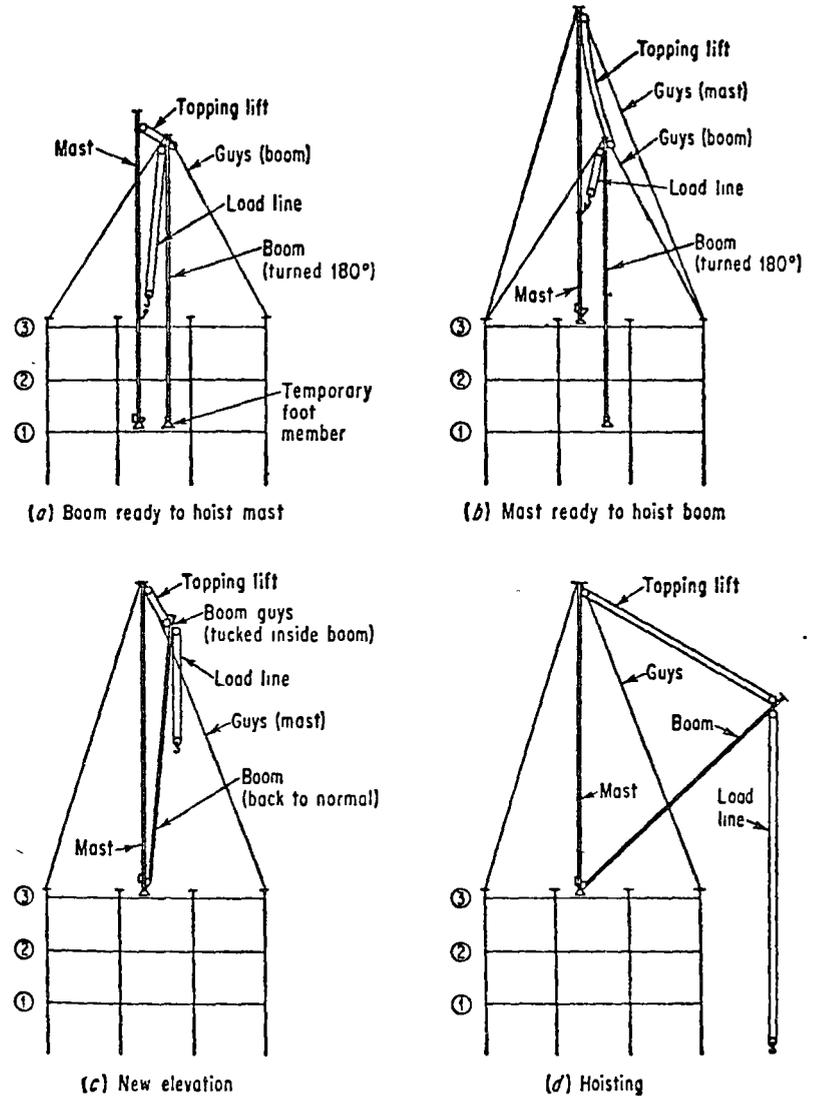


FIG. 13. Guy derrick (Courtesy of American Hoist & Derrick Co.)



Raising a guy derrick.

FIG. 14.

20

41

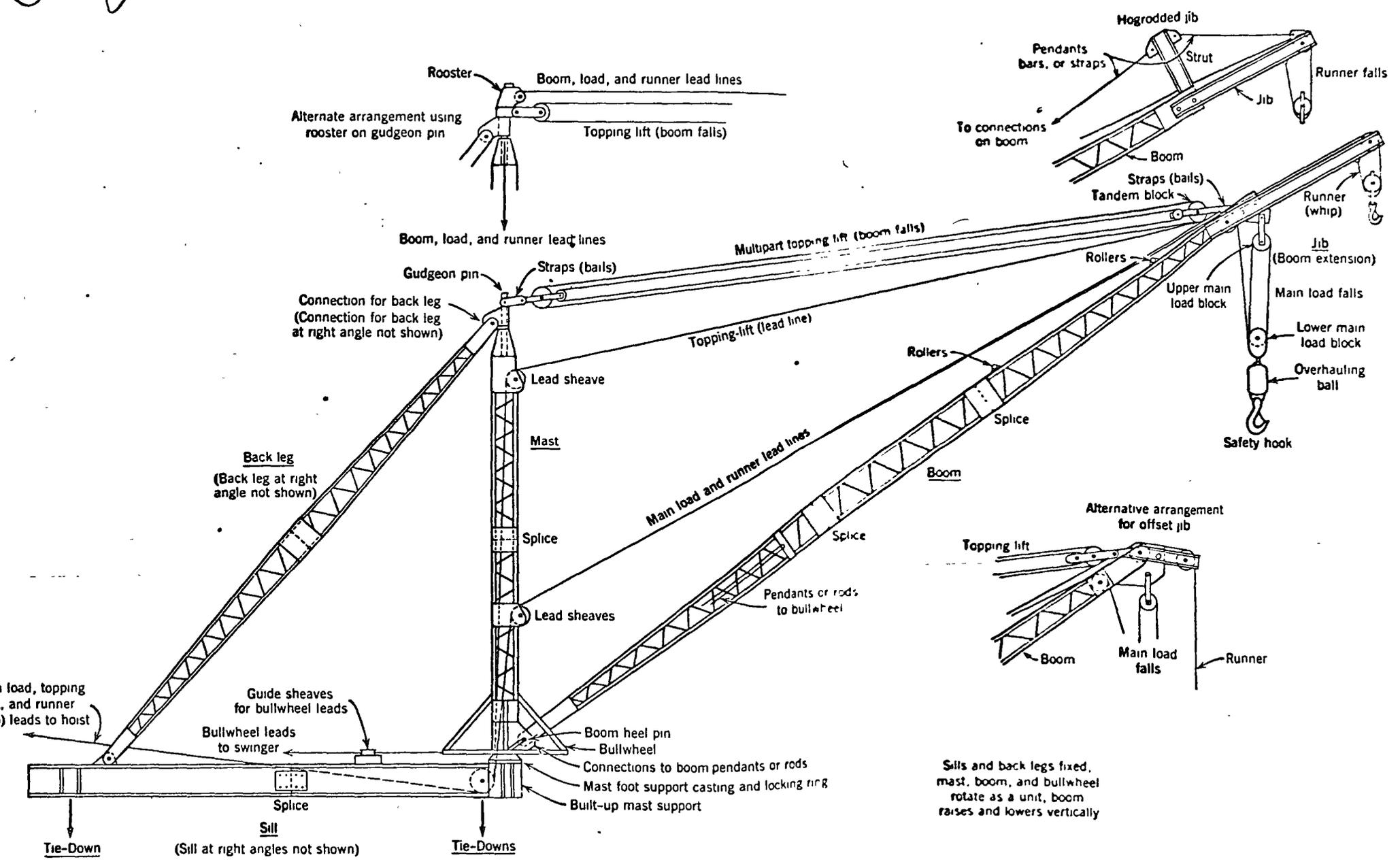
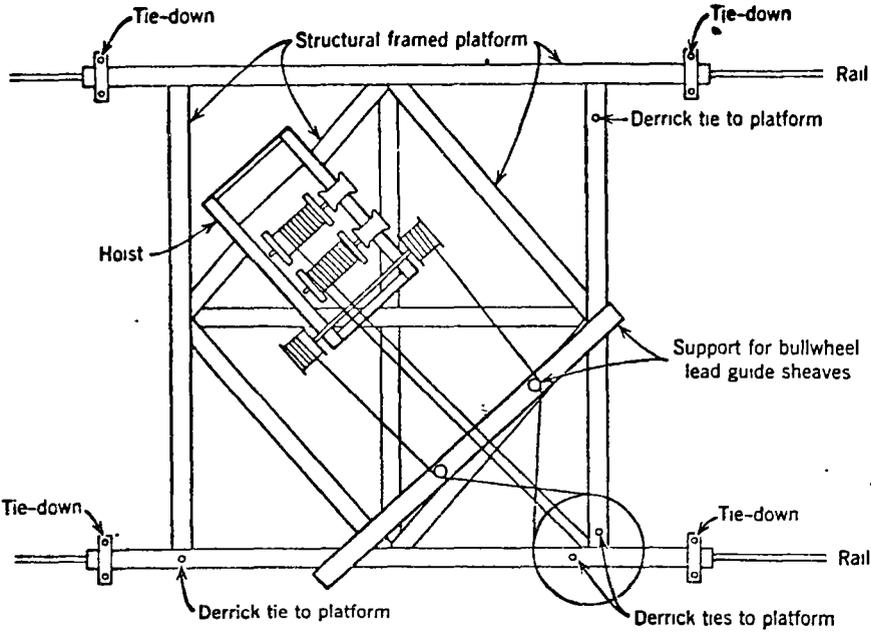
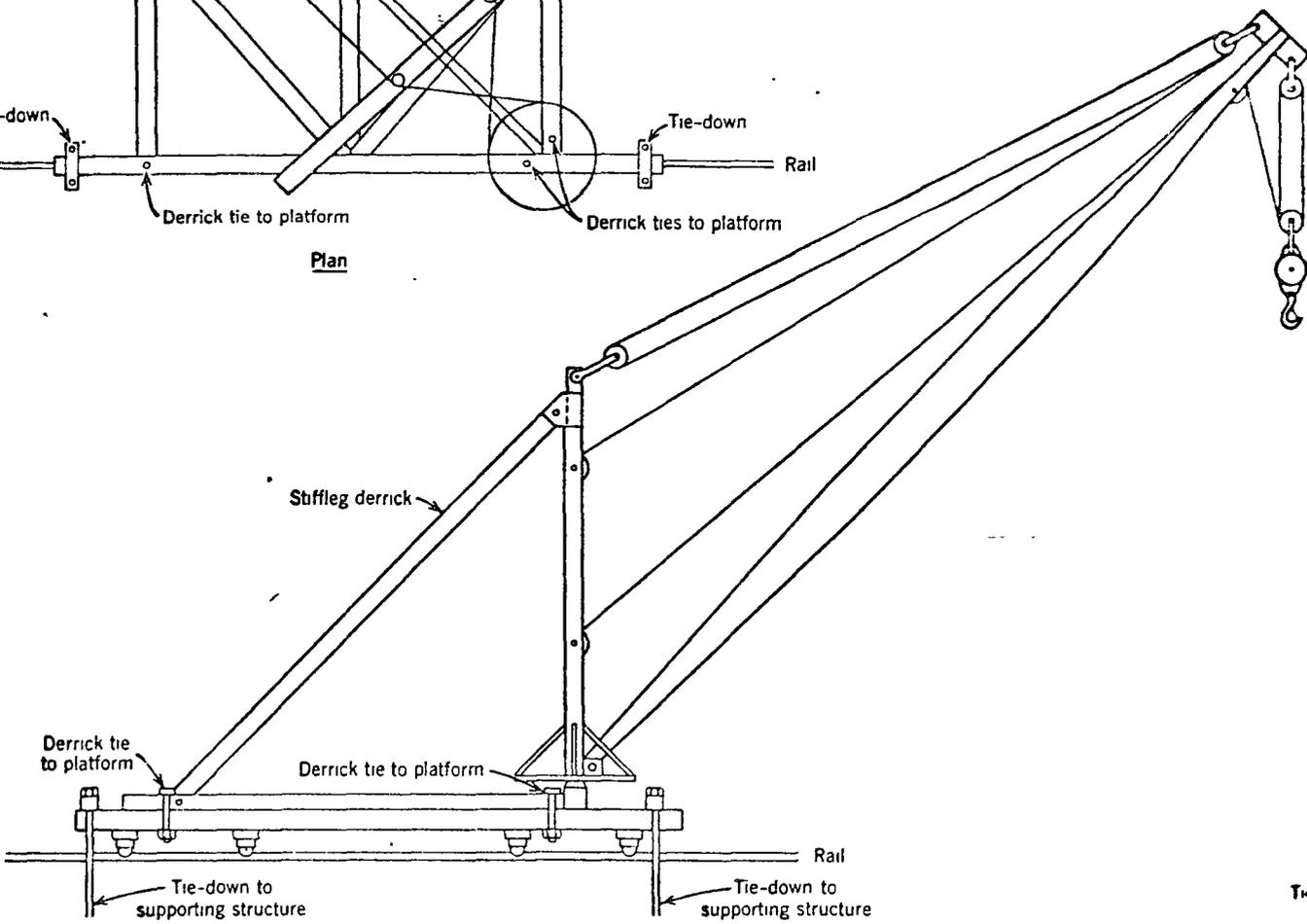


FIG. 15r

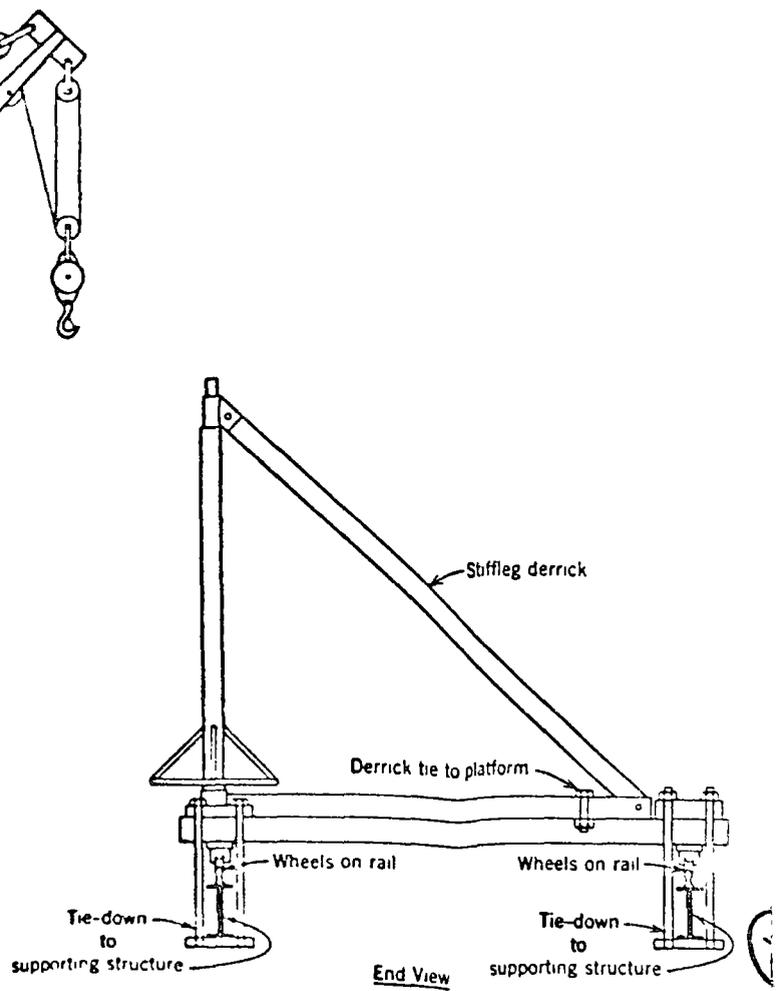
FIG 16.-



Plan



Side View



End View

Existen una gran variedad de accesorios que facilitan las maniobra y que forman parte del equipo, entre los cuales podemos citar:

- a).- Cables
- b).- Malacates de 1 y 2 Tambores
- c).- Tirfors de 1.5 y 3.0 Tons.
- d).- Templadores
- e).- Gatos de Escalera
- f).- Gatos Hidráulicos
- g).- Cables de acero y estrobos
- h).- Perros para cable de acero
- i).- Rosaderas para cables de acero
- j).- Terminales para cable de acero (Abiertas o cerradas)
- k).- Cadenas
- l).- Templadores de cadenas
- m).- Grilletes
- n).- Ganchos
- o).- Patezcas sencillas
- p).- Garruchas de varias poleas
- q).- Garruchas diferenciales.
- r).- Garruchas de palanca
- s).- Troles
- t).- Barretas de distintos tipos
- u).- Tortugas.

Se anexan dibujos con cierto detalle de cada uno de estos elementos.

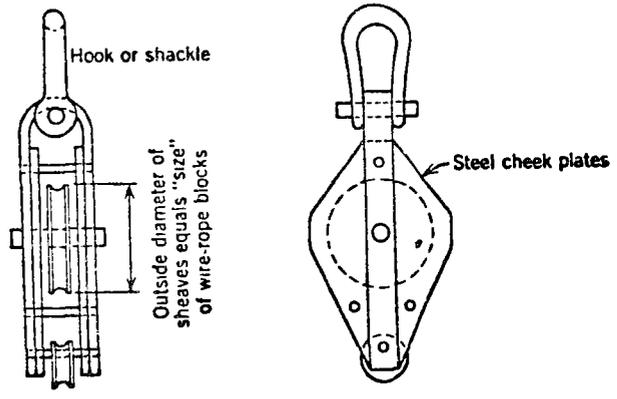
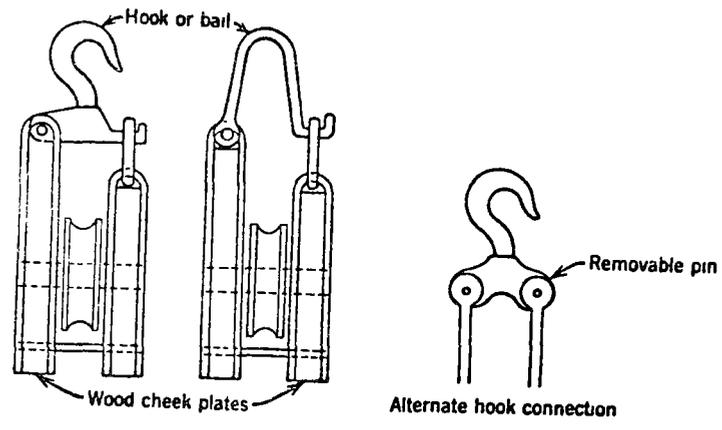
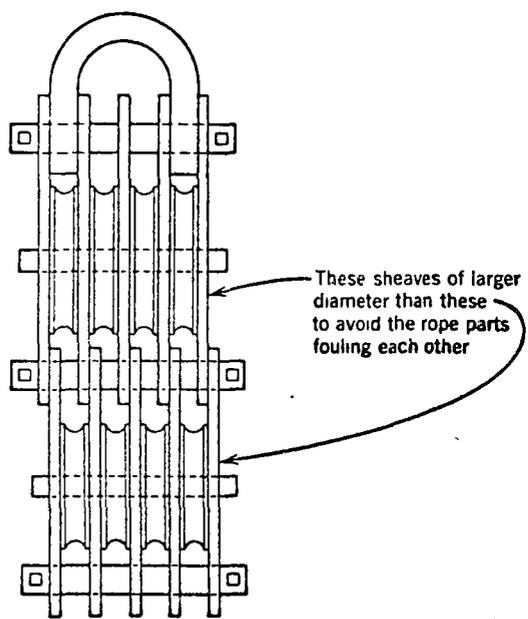
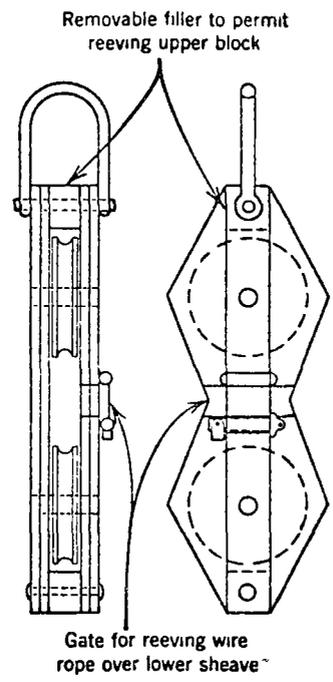
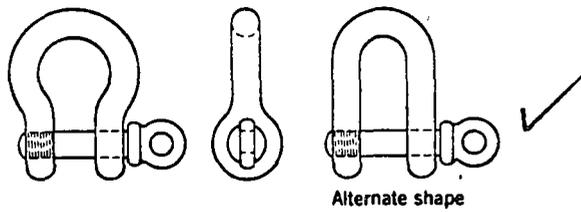
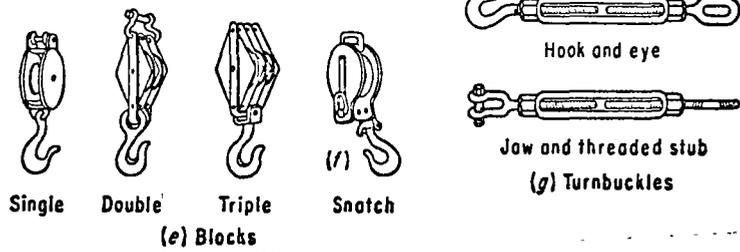
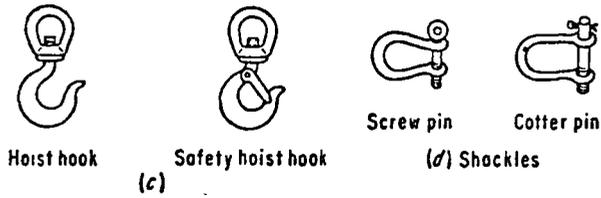
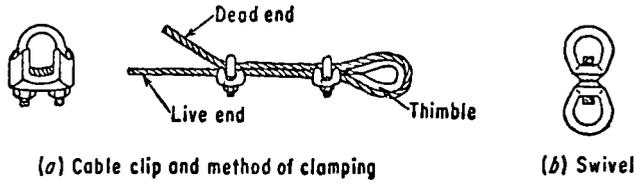
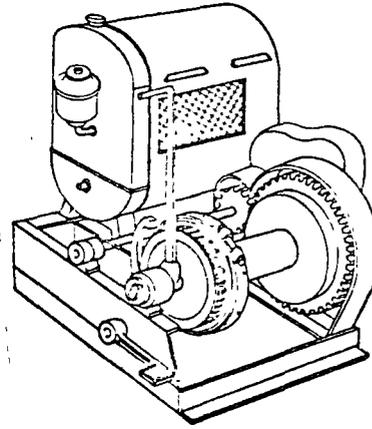
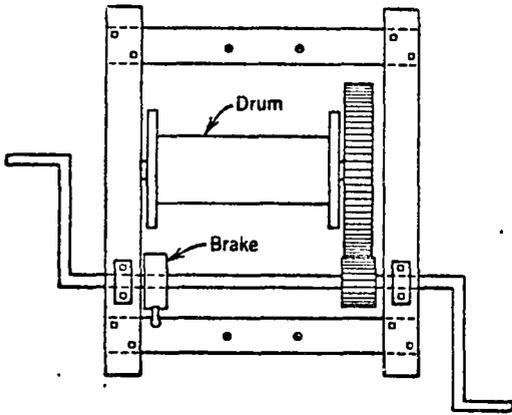


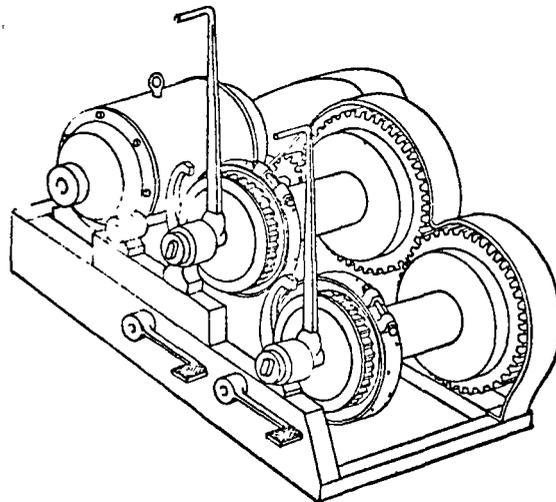
Fig. 3.7.16 Single-sheave wire-rope block.



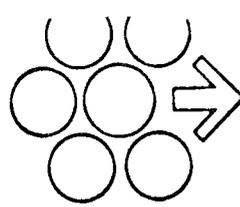
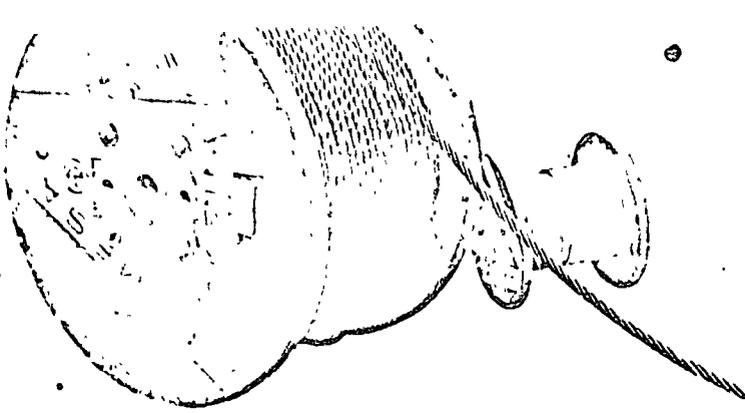




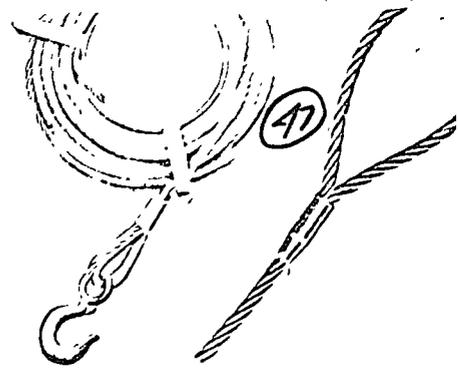
Power-hoisting Devices



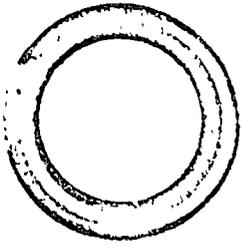
Two-drum machine



**CABLES DE ACERO
CAMESA
CORDON AZUL**



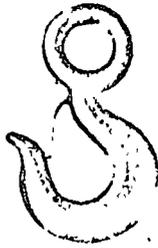
ESTROBOS SUPERLOOP CAMESA



Argolla



Terminal Abierta



Gancho de Ojo
Fijo con Seguro



Gancho Corredizo



Ganchos Giratorios
con Seguro



Terminal
Cerrada



Destorcedor



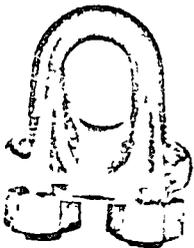
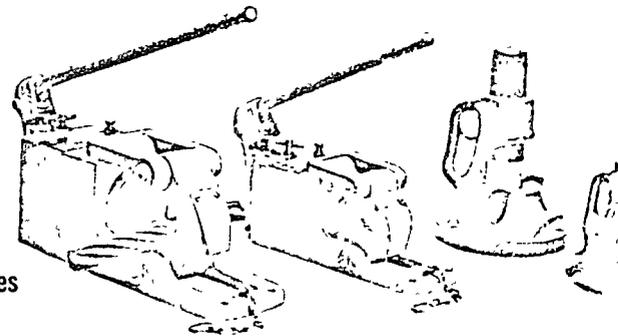
Estrib

ACCESORIOS PARA CABLES DE ACERO, AMERICANOS Y DEL PAIS

CROSBY

ACCESORIOS PARA CABLES

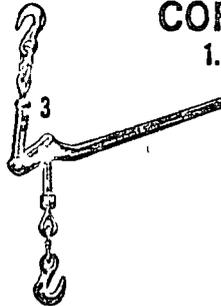
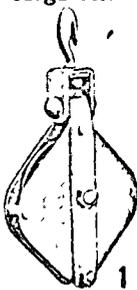
- 1 Patescas (Poleas)
- 2 Patescas para trabajo pesado
- 3 Tensores de palanca para cadena o ligadores de carga etc.



Grapa para Cable de Acero
(Perros)



Guardacabo
(Rozaderas)



CORTADORAS DE CABLE DE ACERO

- 1. Hidráulicas HYDRASHEAR
- 2. De Golpe HAMMER

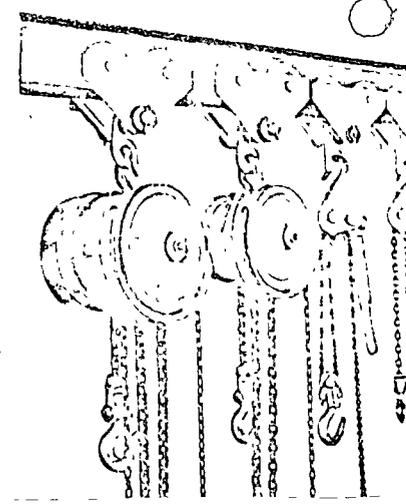
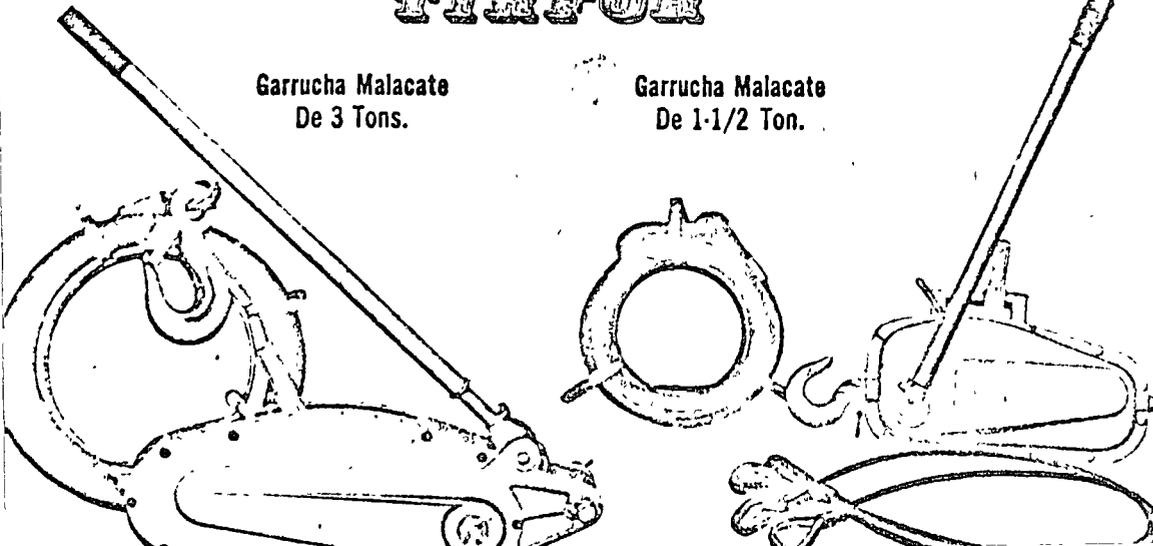
Garruchas Diferenciales
Garruchas de Palanca y Tro

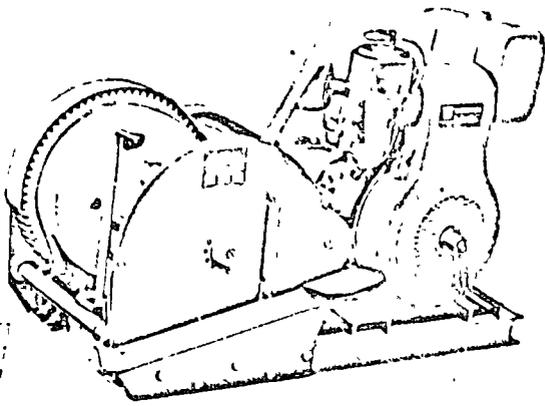
YALE

TIRFOR

Garrucha Malacate
De 3 Tons.

Garrucha Malacate
De 1-1/2 Ton.





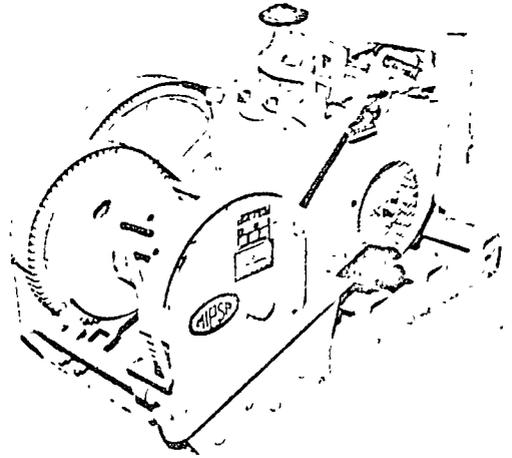
MALACATE 1000 Modelo M-1000, capacidad 1000 Kgs., equipado con motor de combustión interna a gasolina marca WISCONSIN Modelo AGND de 12.5 H.P. con reductor de velocidad, relación 384:1

R.P.M Motor:	Catarina	Mts/Min:	Kgs.
2800.	15	35.	1000.
Ancho:	Largo.	Alto:	Peso:
950 mm.	1260 mm	800 mm.	495.
Capacidad del tambor: Cable 3/8 ø 170 mts.			

48

MALACATE 1750 Modelo M-1750 capacidad 1750 kgs., equipado con motor de combustión interna a gasolina marca Wisconsin Mod. VH 4 DU 4 cilindros de 30 H.P.

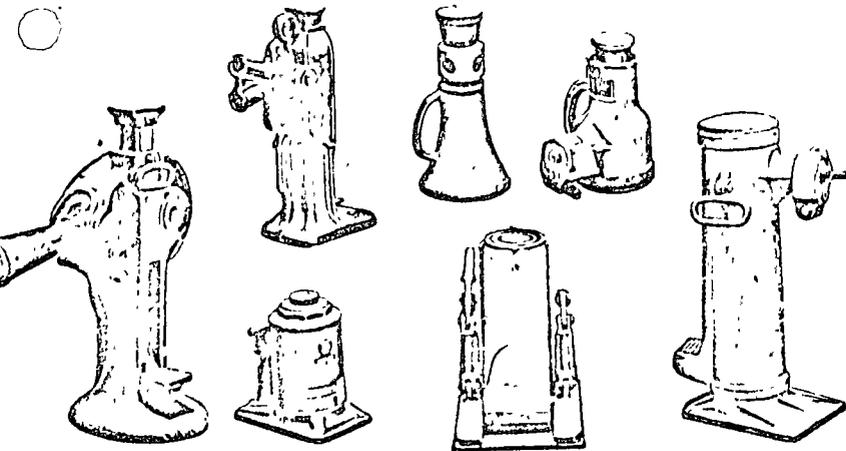
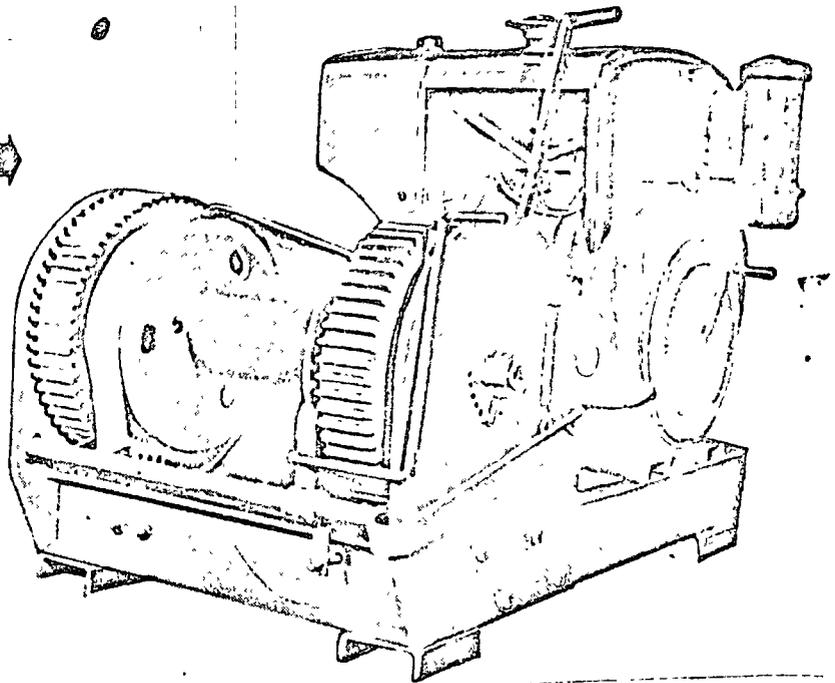
R. P. M. Motor	Piñón	mts/min.	Kg.
2800	14	35	1750
2800	20	50	1300
Ancho 950	Largo 1500	Alto 1000 mm	Peso 520
Capacidad del tambor: Cable 1/2 ø 160 mts.			



MALACATE 3000 Modelo M-3000, capacidad 3000 Kgs., equipado con motor de combustión interna a gasolina marca WISCONSIN Modelo VG4DU de 37 H. P. a 2400 R.P.M.

R.P.M. Motor:	Catarina	Mts/min:	Kgs:
2400.	17.	35	3000.
Ancho:	Largo:	Alto:	Peso:
1140 mm.	1450 mm.	1900 mm.	750.Kg.

Capacidad del tambor: Cable 5/8 ø 250 mts.



SIMPLEX

GATOS MECANICOS TIPO ESCALERA
izquierdos, derechos, tipo ferrocarrileros etc.

GATOS HIDRAULICOS PARA SERVICIO
PESADO DE 1 Y 2 BOMBAS DE OPERACION

GATOS MECANICOS E HIDRAULICOS
De Tornillo

De matraca para puentes

Hidráulicos desde 1 1/2 Tons. hasta 100 Tons.

REGLAS SOBRE SEGURIDAD Y SEÑALES

A continuación se encuentran algunas reglas para operar las máquinas de elevación y que deben seguir los operadores de éstas:

1.-) Piense con seguridad. Siga un plan definido de inspección y operación. Reporte o corrija inmediatamente cualquier condición insegura. Anteponga la seguridad a todo.

2.-) No sea un "Vaquero". Puede parecer rápido pero un verdadero profesional sabe que un ciclo de trabajo uniforme y bien balanceado da mejores resultados... y previene el desgaste excesivo de la máquina y lamentables accidentes.

3.-) Esté siempre alerta, no se distraiga. Tenga siempre la vista sobre la carga en movimiento.-- y si debe distraer su atención, apague la máquina primero. Si no puede ver con la carga, asegúrese de tener un señalero a plena vista.

4.-) Sea ordenado--. mantenga limpia la caseta, libre de aceite, grasa, trapos, cadenas, cubos, barriles y otras basuras. Tenga las piezas sueltas en una caja de herramientas. Use únicamente soluciones NO inflamables para la limpieza.

Asegúrese de que sus zapatos están limpios y secos antes de operar los frenos.

5.-) Inspeccione los cables diariamente--. y reemplace los cables gastados, deshilados o rotos. Ponga especial cuidado en los cables de pluma y extensiones. Revise el desgaste de las conexiones.

6.-) Inspeccione su máquina diariamente. Revise las partes sueltas gastadas o dañadas. Reporte o corrija inmediatamente todas las condiciones inseguras.

Y no opera la máquina hasta que hayan sido corregidas.

7.-) Reemplace todas las guardas y paneles rotos o perdidos. Están puestos ahí para protegerle.

8.-) Respeta siempre los artículos de seguridad.

9.-) Tenga siempre a la mano un extinguidor y aprenda a usarlo. Revise-lo regularmente (mensualmente por lo menos) para asegurarse que está en buenas condiciones.

10.-) Pruebe todos los controles al comienzo del turno para asegurarse de que están debidamente ajustados antes de empezar a trabajar.

11.-) Asegúrese que no haya personas sobre o cerca de la máquina antes de echar a andar el motor o comenzar a mover la máquina. Revise dentro, fuera y abajo.

12.-) Tenga precaución al cargar combustible, apague el motor, no fume, nunca cargue cerca de una flama. Mantenga los embudos en contacto con el tubo llenador para prevenir chispas estáticas. Apague la calefacción antes de cargar combustible.

13.-) Revise su base. Su máquina debe estar en un terrero tan sólido y parejo como sea posible--. y usted deberá construir una base en ciertas situaciones para obtener un buen cimiento para trabajar. Use vigas pesadas sobre suelo suave donde sea necesario. Nunca deje su máquina en un terreno bajo donde la lluvia pueda deslavar su base.

14.-) CUANDO TRANSITE SU MAQUINA:

+ Revise los puentes antes de cruzarlos... asegúrese de que soporten el peso de la máquina.

+ Revise los vados de ríos al pasar, entrando despacio, para medir la profundidad use la vara, colocándola a ambos lados de la máquina para localizar cualquier piedra o bordo, antes de avanzar.

+ Revise las alturas libres bajo los puentes, líneas eléctricas y telefónicas y bajo cualquier obstáculo alto. Cuando el espacio lateral sea estrecho, ponga un observador y asegúrese de que haya espacio suficiente para el giro.

+ Si transita con carga, asegúrela para evitar que se balancee. Nunca transite con cargas cercanas a la capacidad de la máquina.

+ Nunca transite una unidad montada sobre neumáticos con carga en los lados.

- + Mueva la máquina siempre con la carga atrás y en tránsito lento. Ayuda a aumentar la estabilidad de las orugas y hace más seguro el tránsito.
- + Ponga siempre el freno de giro cuando la máquina esté pasada o sosteniendo cargas por un período de tiempo, especialmente en cuestas. Si es necesario girar durante el tránsito ponga el embrague de giro antes de soltar el freno.
- + Nunca retroceda hasta que esté seguro que no hay nadie detrás de la máquina.
- + Bloquee las orugas cuando suba una pendiente asegúrese de que están bloqueadas para prevenir deslizamientos antes de accionar los embragues de tránsito.
- + 15.-) Nunca gire sobre trabajadores.

16.-) Nunca suba o baje de una máquina en movimiento... y nunca salte. Use las dos manos para subir o bajar.

17.-) Reciba señales de una sola persona... y use las señales standard marcadas al final de este folleto. Si se usa señales, asegúrese de ante mano de que tanto usted como su señalero las conocen perfectamente.

18.-) Al hacer ajustes o reparaciones...

- + Apague la máquina.
- + Baje la pluma o séguela para evitar la caída.
- + Neutralice todos los controles.
- + Cierre el switch y quite la llave para hacerla inoperativa.
- + Ponga señales de precaución apropiadas en los controles de la máquina.
- + Mantenga las manos, pies y ropa, lejos de los engranes, cables, tambores y poleas.
- + Nunca apoye sus manos sobre el cable cuando suba sobre la caseta.
- + Use una barra o un palo para guiar los cables hacia los tambores.

- + Mantenga las manos lejos del ventilador cuando el motor está trabajando.
- + Vigile su tablero. No reanude ninguna operación hasta obtener la señal clara de el tablero.
- + Vuelva a su lugar las guardas y cubiertas antes de reanudar operaciones.

19.-) Bloquee la pluma por debajo antes de desarmarla. Nunca se pare encima o debajo de la pluma durante este trabajo.

20.- NUNCA DEJE SU MÁQUINA...

- + Con carga en el aire, descánsela en tierra antes de bajarse.
- + Con el motor funcionando. Apáguelo... ponga y asegure todos los frenos incluyendo los frenos de giro... asegure todos los trinquetes y todos los controles.
- + Antes de bajar la pluma y asegurar el trinquete de lavante de pluma.
- + Antes de asegurar las puertas.

21.- Antes de desconectar las líneas de presión, si la máquina tiene controles hidráulicos, asegúrese de descansar la pluma en tierra o en el descanso de la risma. Nueva entonces los pedales y palancas aceite y apague el motor (o desembraque las bombas) antes de desconectar las líneas hidráulicas.

22.- Nunca exceda las capacidades marcadas por el fabricante. Recuerde que muchas máquinas tienen las capacidades limitadas por otros factores, diferentes a la estabilidad de la máquina.

23.- No meta las manos en las aberturas de las plumas telescópicas, a menos que las secciones estén ancladas una a otra con seguridad.

24.- Asegure la caseta antes de viajar en carretera, use el seguro de giro y bajo la pluma hasta la percha para prevenir giros imprevistos.

25.- Cuando suba la máquina al remolque, use siempre la rampa y si no existe, haga una con vigas o polines.

26.-) CUANDO TRANSITE EN CARRETERA...

- + Maneje el camión con las luces encendidas.
- + Use banderas y señales de precaución apropiadas.
- + Para unidades grandes, use vehículo madrina adelante o atrás, o los dos, equipados con radio.
- + Revise las leyes locales.

27.-) Conozca las capacidades de su grúa, una carga segura depende de la longitud de pluma y del radio de operación. Siga estas sugerencias para evitar que la pluma se doble o se vuelque la máquina.

- + Conozca el radio de operación de la carga... recordando que el radio es medido desde el centro de rotación, no desde el perno de anclaje de la pluma.
- + Opere siempre dentro de la capacidad marcada en su máquina.
- + La capacidad marcada para seguridad incluye el peso del gancho y otros implementos de manejo de materiales, tales como, cucharón de concreto, magneto, etc. Reste el peso de todos éstos para encontrar el verdadero peso de que usted puede manejar seguramente.
- + Las capacidades de seguridad están basadas en operación sobre terreno firme y parejo, los estabilizadores, deberán ser extendidos propiamente y/o bajados cuando sea posible.
- + Evite giros y levantamientos rápidos o frenajes súbitos... pueden causar sobrecargas.
- + No maneje cargas largas o pesadas a velocidad mayor de 40 KPH (25 millas). El viento puede mover la carga o crear condiciones inestables.

28.-) Tenga cuidado con los trabajadores que se encuentren en áreas elevadas... mantenga suficiente espacio libre entre ellos y su giro de carga.

29.-) Nunca permita a nadie montar sobre la carga o el gancho.

30.-) Mantenga la pluma lejos de los cables eléctricos. Trate a todos los cables como si llevaran corriente hasta que tenga información confiable de lo

contrario. Vigile su espacio libre cuando transite... el piso disperejo puede causar que la pluma roce o golpee contra los cables. Si es necesario trabajar cerca de cables de energía, revise los códigos locales o estatales.

Si golpea un cable energizado:

Permanezca dentro de la cabina hasta que el cable sea quitado o la corriente sea cortada.

- + Si usted debe dejar la máquina, asegúrese de saltar completamente fuera de la máquina.
- + Es inútil conectar a tierra una máquina hundiendo un tubo en la tierra.

31.- Haga una "carrera en vacío" en áreas estrechas, le ayudará a determinar la manera más segura de trabajar bajo las condiciones existentes.

32.- Revise las cargas antes de moverlas. Primero determine el peso de la carga y confróntelo contra la tabla de capacidades. Vea que la carga esté bien asegurada... que los cables no estén rotos o deshilados. El cable de levante deberá estar vertical. Al levantar, evite las arrancadas y frenadas bruscas.

OPERACION DE GRUAS

33.- Baje la carga con motor cuando sea posible. Cuando baje cargas pesadas, mantenga el freno de levante como reserva. Ponga el trinquete de seguridad en el tambor de levante cuando no lo use.

34.- No levante dos o más cargas aparejadas por separado en un solo levante, aún cuando la carga combinada esté dentro de la capacidad marcada en la grúa.

35.- Cuando se usen dos máquinas para levantar cargas pesadas o difíciles de manejo.

- + Use sólo un señalero.
- + Coordine el plan de levante con el otro operador antes de empezar.
- + Conozca la distribución de peso. Arregle los amarres de manera de que quede correctamente distribuida la carga.

36.-) Use siempre la pluma tan corta como sea posible... y observe las siguientes precauciones con cualquier longitud de pluma.

- + Haga solamente levantes verticales... nunca jale la carga lateralmente.
- + Mantenga baja la velocidad al levantar o bajar cargas.
- + Gire cuidadosamente, lentamente... y evite que la pluma o el pescante parezcan látigos.
- + No permita que la carga golpee la pluma o los estabilizadores.
- + Mantenga el gancho a la mayor distancia posible de las poleas de pluma.
- + Mantenga las cargas cercanas a la capacidad total de la máquina, tan cerca del suelo como sea posible.
- + Evite golpear estructuras cercanas con la pluma. Si lo hace, inspeccione la pluma antes de continuar el próximo levantamiento.

37.-) Pruebe la estabilidad antes de levantar cargas pesadas. Revise el asentamiento de los pontones. Despegue ligeramente la carga del suelo... mueva la máquina y asegúrese de que los frenos funcionan con la carga elevada. Nunca determine la capacidad de la máquina por la estabilidad.

La capacidad de carga es determinada antes de la inclinación. Si hay cualquier indicio de inclinación, la máquina está realmente sobre cargada.

38.-) Cuando gire, cuide la fuerza centrífuga. Gire la grúa lentamente para evitar giros exteriores de la carga. Si es necesario asegure la carga con un cable de tensión o maniobra., para controlar el giro.

39.-) Evite que la pluma golpee atrás. Nunca opere con la pluma a un ángulo más alto que el marcado en la carta de capacidades. Conozca qué controles le dan un freno de emergencia.

40.-) Revise su aparejo... asegúrese de que está libre antes de comenzar a levantar. Asegúrese de que amarra con seguridad la carga.

41.-) Controle la carga todo el tiempo. Para prevenir el movimiento excesivo durante el tránsito use líneas manuales para guiar o detener la carga.

42.-) No use la línea de levante para amarrar la carga... y nunca use cables deshilados para hacer amarres.

43.-) No retroceda la grúa cuando lleve el máximo de carga alejándose de la carga... podría voltearse.

44.-) Tenga cuidado del "bloqueo" causado cuando el conjunto de gancho golpea contra las poleas de pluma. El jalón continuo de las líneas de levante puede romper el cable o jalar la pluma sobre la cabina en ciertos tipos de pluma. En plumas telescópicas hidráulicas, asegúrese de soltar el cable cuando extienda y enrollar el cable de levante cuando retraiga.

45.-) CUANDO USE ELECTROIMAN...

- + Tenga especial cuidado con los hombres... nunca les permita tocar el magneto o la carga.
- + Haga señales de precaución con la bocina... y siga haciéndolas hasta que los trabajadores dejen completamente libre el camino.
- + Nunca mueva cargas sobre los trabajadores... nunca permita a nadie permanecer bajo el magneto o la carga.
- + No permita a los trabajadores estar entre el magneto y objetos de acero.
- + Cuide la corriente del electroimán... mantenga la tapa de la caja de control fuertemente cerrada.
- + Abra el switch del magneto antes de conectar o desconectar los cables del magneto.
- + Si es necesario acomodar una carga, asegúrese de que se use un polín de madera seca.

46.-) Use siempre estabilizadores para hacer cualquier levante, excepto para cargas ligeras con unidades de levante y traslado... y nunca levante una carga delante o enfrente de los estabilizadores, a menos que así lo especifique la carta de capacidades del fabricante.

47.-) Baje los estabilizadores de los pontones hasta levantar completamente de las llantas el peso de la máquina y nivele la unidad para alcanzar la capacidad total de la máquina con seguridad. Revise nuevamente y si es necesario, corrija los estabilizadores entre cargas pesadas.

48.-) Extienda siempre las vigas de los potones completamente.

49.-) Asegure los frenos de aire del camión en "puestos" ("ON") cuando opere... y cheque frecuentemente la presión de los frenos de aire.

50.- Al girar la pluma, cuide la cabina del camión, en las unidades montadas en camión. Mantenga la pluma lo suficientemente alta para librar la cabina en el giro.

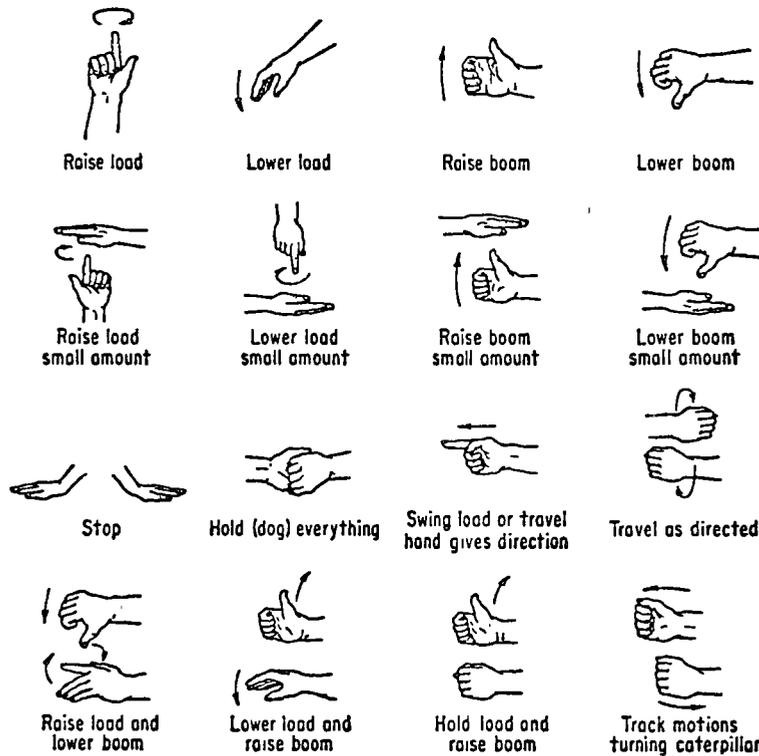


FIG. 2-12. Hand signals.

" BIBLIOGRAFIA "

1.- PREFABRICATED CONCRETE

Iaszlo Nokk

2.- ERECTING STRUCTURAL STEEL

Coppenheimer

MacGraw Hill

3.- CONSTRUCTION OF STRUCTURAL STEEL BUILDING FRAMES

By: William G. Rapp

John Wiley & Sons, Inc.

2

Q

Q