

**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DIPLOMADO PARA LA
FORMACIÓN INTEGRAL DE
RESIDENTES DE OBRA**

**MODULO III: CA033 FORMACIÓN DEL
SUPERVISOR MODERNO DE OBRA**

TEMA

BITÁCORA DE OBRA

**EXPOSITOR: ING. GILBERTO E. HERNÁNDEZ GÓMEZ
PALACIO DE MINERÍA
JULIO DEL 2003**

División de Educación Continua
Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.

SUPERVISION DE OBRAS

Bitácora de Obra

Ing. Gilberto E. Hernández Gómez

Palacio de Minería México, D.F.

Julio de 2003

**1.-ELEMENTOS DE
COMUNICACIÓN**

OFICIALES

OFICIOS

MINUTAS

BITÁCORA

NO OFICIALES

DIARIO DE OBRA

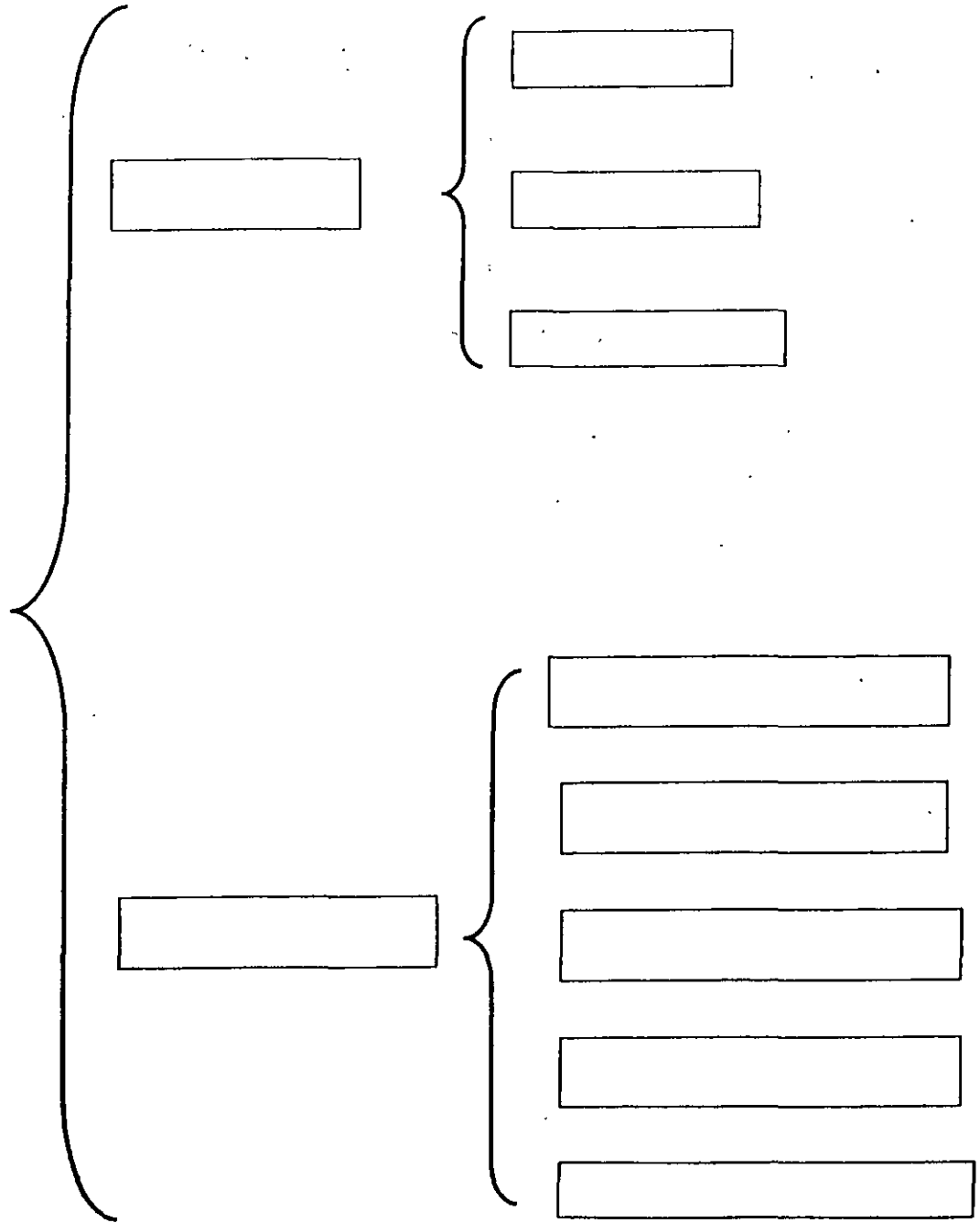
REPORTES

MEMORANDA

INFORMES

CIRCULARES

1.-ELEMENTOS DE COMUNICACIÓN



2.- BITÁCORA

FORMA PARTE DEL CONTRATO

FORMA PARTE DEL CONTROL

LA INFORMACIÓN ES HISTÓRICA

DA FE DEL CUMPLIMIENTO

ASIGNA RESPONSABILIDADES

FUNCIÓN DE COMUNICACIÓN

DESCRIBE LOS EVENTOS

DEFINE CONTROVERSIAS

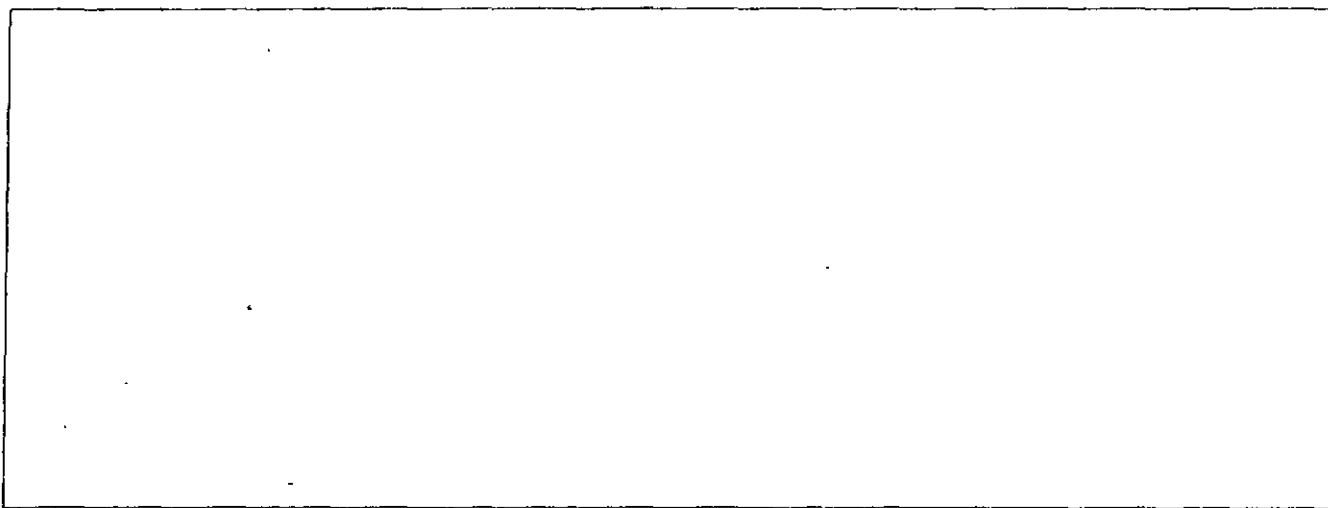
2.- BITÁCORA

A vertical list of eight empty rectangular boxes, grouped by a large curly brace on the left side. The boxes are arranged in a column and are intended for recording data in a log or diary.

3.- DEFINICIÓN

ES EL DOCUMENTO QUE FORMA PARTE DEL SISTEMA DE CONTROL Y DEL DESARROLLO DE LAS OBRAS, SE TRATA DEL DOCUMENTO MÁS IMPORTANTE PARA LA BUENA MARCHA DE LOS TRABAJOS; TIENE EFECTOS TÉCNICOS COMO ADMINISTRATIVOS; POR SU CARACTER OFICIAL, TIENE LEGALIDAD EN CUALQUIER CONFLICTO.

3.- DEFINICIÓN



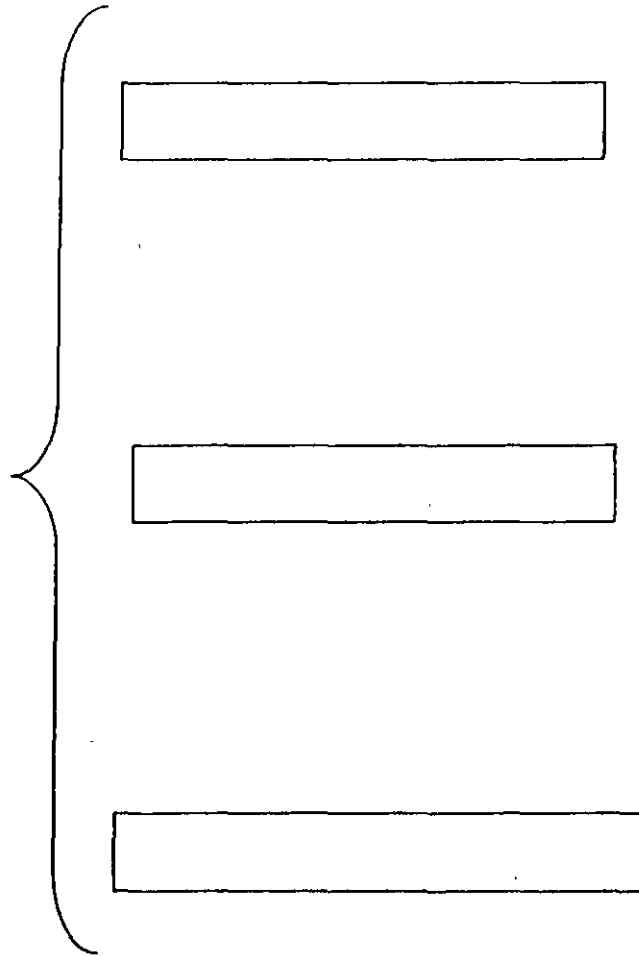
4.- TIPOS DE BITÁCORA

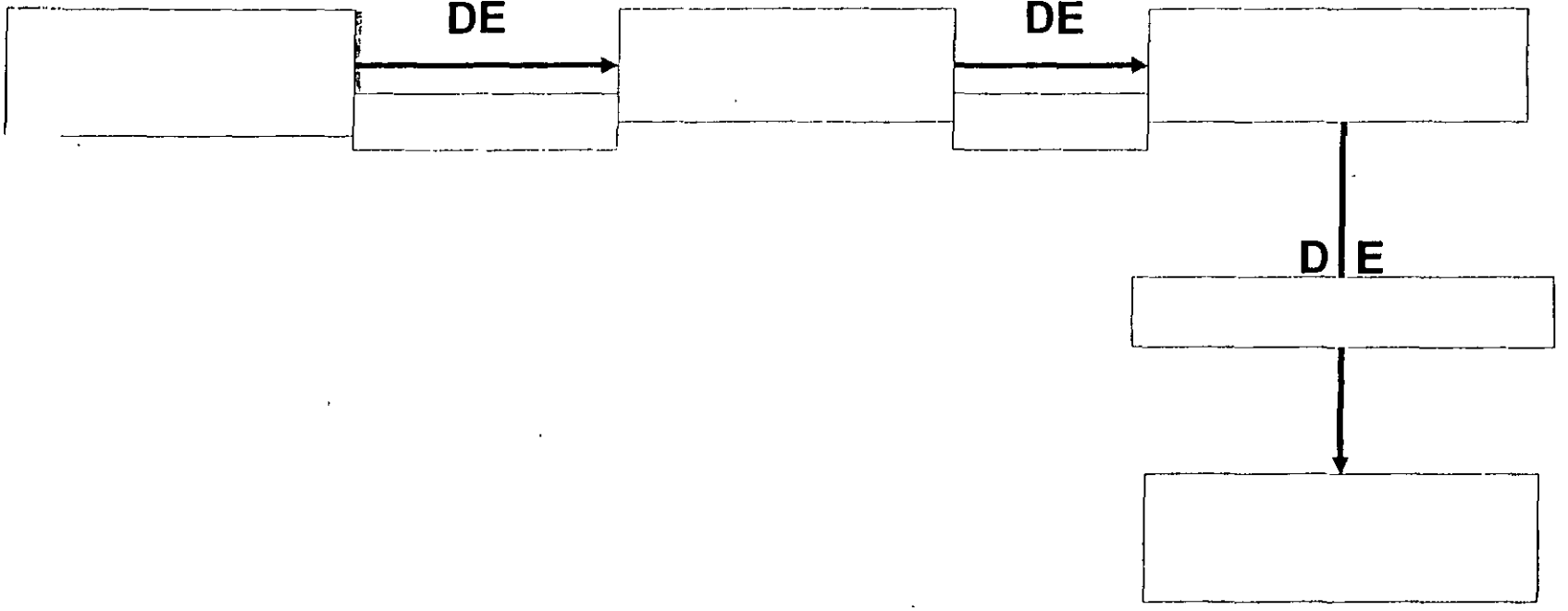
DE DIRECCIÓN

DE OBRA

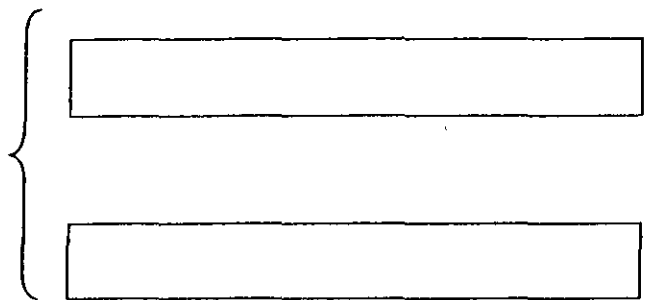
DE RESPONSABLES

4.- TIPOS DE BITÁCORAS

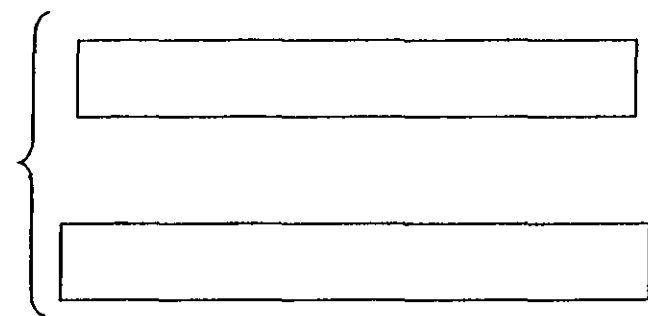




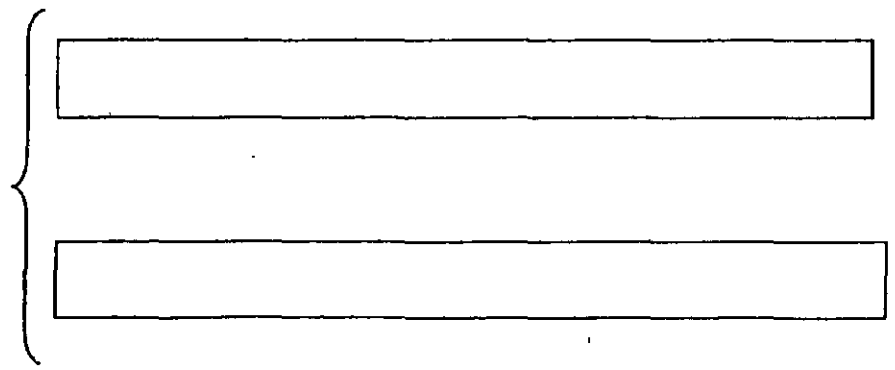
5.- OBJETIVO



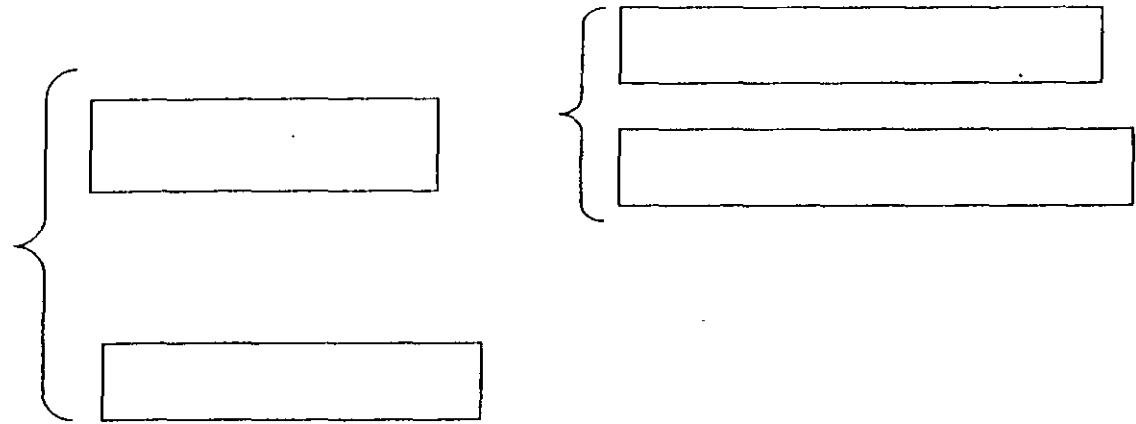
6.- ALCANCES



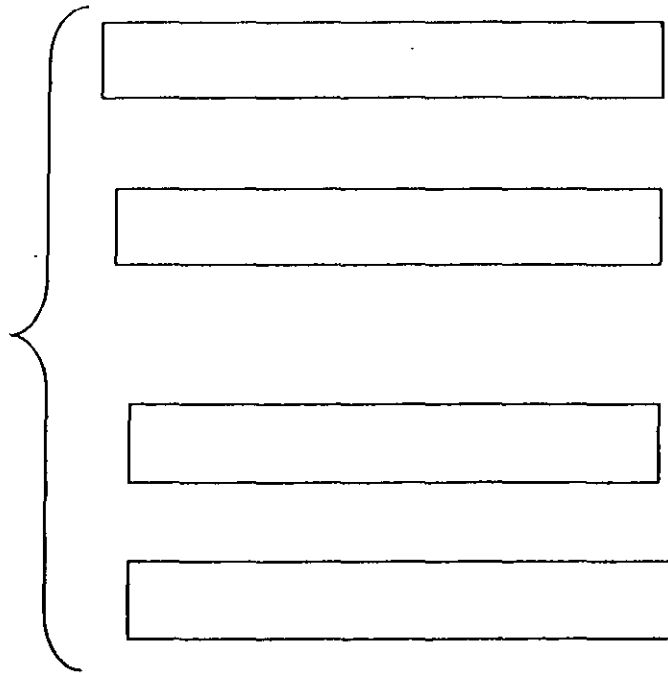
7.- VIGENCIA



8.- FORMATOS



9.- DESCRIPCIÓN



10.- CONDICIONES
BÁSICAS

A vertical list of seven empty rectangular boxes, grouped by a large left-facing curly bracket.

11.- INTERPRETACIÓN

A vertical list of three empty rectangular boxes, grouped by a large left-facing curly bracket.

12.- ELEMENTOS

A vertical list of 13 empty rectangular boxes, grouped by a large curly brace on the left side. The boxes are arranged in a single column and are intended for listing 12 elements.

13.- REDACCIÓN

Seven horizontal rectangular boxes stacked vertically, grouped by a large right-facing curly bracket on the left side.

15.- SUPERVISIÓN

A vertical list of five empty rectangular boxes, grouped by a large left-facing curly bracket.

CONTRATISTA

A vertical list of six empty rectangular boxes, grouped by a large left-facing curly bracket.

Artículo 93.- El uso de la bitácora es obligatorio en cada uno de los contratos de obra y servicios; debiendo permanecer en la residencia de obra, a fin que las consultas requeridas se efectúen en el sitio, sin que la bitácora pueda ser extraída del lugar de los trabajos.

Artículo 94.- La bitácora se ajustará a las necesidades de cada dependencia o entidad, y deberá considerarse como mínimo lo siguiente:

- I. Las hojas originales y sus copias deben estar siempre foliadas y estar referidas al contrato que se trate;
- II. Se debe contar con un original para la dependencia o entidad y al menos dos copias, una para el contratista y otra para la residencia de obra o supervisión;
- III. Las copias deberán ser desprendidas no así las originales, y
- IV. El contenido de cada nota deberá precisar, según las circunstancias de cada caso; Número, clasificación, fecha, descripción del asunto, y en forma adicional ubicación, causa, solución, prevención, consecuencia económica, responsabilidad si la hubiere, y fecha de atención, si como la referencia, en su caso, a la nota que se contesta.

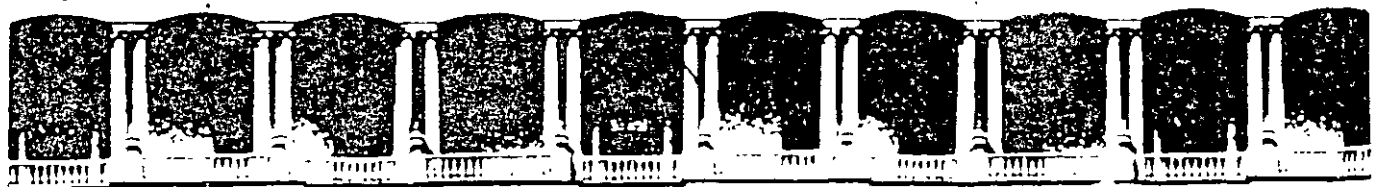
Artículo 95.- Las dependencias y entidades así como el contratista deberán observar las siguientes reglas generales para el uso de la bitácora:

- I. Se deberá iniciar con una especial relacionando como mínimo la fecha de apertura, datos generales de las partes involucradas, nombre y firma del personal autorizado, domicilios y teléfonos, datos particulares del contrato y alcances descriptivos de los trabajos y de las características del sitio donde se desarrollarán, así como la inscripción de los documentos que identifiquen oficialmente al personal técnico que está facultado como representante de la contratante y del contratista, para la utilización de la bitácora, indicando a quién o a quienes se delega esa facultad;
- II. Todas las notas deberán numerarse en forma seriada y fechándose consecutivamente respetando, sin excepción, el orden establecido;
- III. Las notas o asientos deberán efectuarse claramente, con tinta indeleble, letra de molde legible y sin abreviaturas;
- IV. Cuando se cometa algún error de escritura, de intención o redacción, la nota deberá anularse por quien la emita, abriendo de inmediato otra nota con el número consecutivo que le corresponda y con la descripción correcta;
- V. La nota cuya original y copias aparezcan con tachaduras y enmendaduras, será nula;
- VI. No se deberá sobreponer ni añadir texto alguno a las notas de bitácora, ni entre renglones, márgenes o cualquier otro sitio, de requerirse deberá abrir otra nota haciendo referencia a la de origen;
- VII. Se deberán cancelar los espacios sobrantes de una hoja al completarse el llenado de las mismas;
- VIII. Una vez firmadas las notas de bitácora, los interesados podrán retirar sus respectivas copias;
- IX. Cuando se requiera, se podrán validar oficios, minutas, memoranda y circulares, refiriéndose al contenido de los mismos, o bien, anexando copias;
- X. El compromiso es de ambas partes y no puede evadirse esta responsabilidad. Asimismo, deberá utilizarse la bitácora para asuntos trascendentes que deriven del objeto de los trabajos en cuestión;
- XI. Todas las notas deberán quedar cerradas y resueltas, o especificarse que su solución será posterior, debiendo en este último caso, relacionar la nota de resolución con la que dé origen, y
- XII. El cierre de la bitácora, se consignará a una nota que dé por terminados los trabajos.

Artículo 96.- Para cada una de las bitácoras se deberá especificar y validar el uso de este instrumento, precisando como mínimo los siguientes aspectos, los cuales deberán asentarse inmediatamente después de la nota de apertura.

- I. Horario en el que se podrá consultar y asentar notas, al que deberá coincidir con las jornadas de trabajo de campo;
- II. Establecer un plazo máximo para las firmas de las notas, debiendo acordar las partes que se tendrán por aceptadas vencido el plazo;
- III. Prohibir la modificación de las notas ya firmadas, así sea por el responsable de la anotación original, y
- IV. Regular la autorización y revisión de estimaciones, números generadores, cantidades adicionales o conceptos no previstos en el contrato, así como lo relativo a la seguridad, higiene y protección al medio ambiente que deban implementarse.

Artículo 97.- Por lo que se refiere al contrato de servicios, la bitácora deberá contener como mínimo las modificaciones autorizadas a los alcances del contrato, las ampliaciones o reducciones de los mismos y los resultados de las revisiones que efectúe la dependencia o entidad, así como las solicitudes de información que tenga que hacer el contratista, para efectuar las labores encomendadas.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

CA033 FORMACIÓN DEL SUPERVISOR MODERNO DE OBRA

Del 7 al 11 de julio del 2003

Tema

**Procesos de control
Control de obra**

**EXPOSITOR: M. en I. Óscar E. Martínez Jurado
PALACIO DE MINERÍA
JULIO DEL 2003**

División de Educación Continua
Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.

SUPERVISION DE OBRAS

Procesos de Control

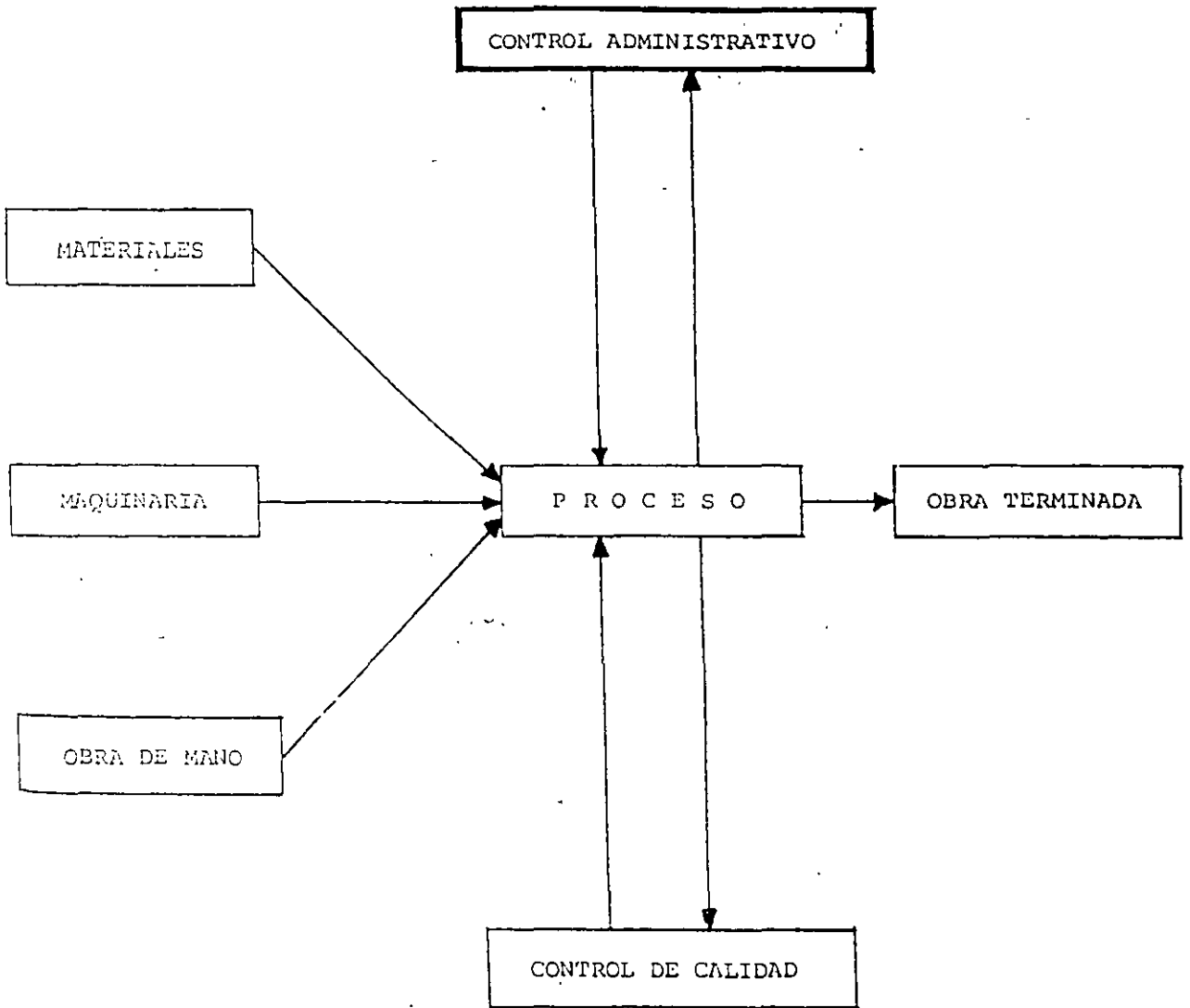
Control de Obra

Ing. Oscar E. Martínez Jurado

Palacio de Minería México, D.F.

Julio de 2003

PROCESO CONSTRUCTIVO



PROCESO DE CONTROL

¿Cómo podemos estar seguros que nuestra planeación funciona y que las decisiones que vamos tomando, derivadas de esta planeación, nos van encaminando al objetivo u objetivos planeados?

Si tenemos que manejar un gran conjunto de variables, estudiar sus relaciones, analizar sus limitaciones y además, hemos hecho a un lado las variables no significativas escogidas a base de criterio, es fácil comprender que no podemos esperar al término de la obra para saber si nuestro objetivo se cumplió o no. Será necesario revisar, a lo largo del proceso, si el objetivo se va cumpliendo, esto puede realizarse comparando a lo largo de la construcción lo realizado con lo planeado, en función de dicho objetivo.

En la práctica, se aceptan tres parámetros básicos a controlar en las obras:

CALIDAD, COSTO Y TIEMPO.

Estos tres parámetros están relacionados entre sí, de tal manera que la variación de alguno de ellos altera los dos restantes.

Cabe mencionar, por otra parte, que los parámetros enlistados no deben medirse únicamente durante el período de ejecución de la obra, sino planearse para la vida útil de las mismas.

El Proceso de Control contempla tres etapas básicas y una eventual:

a) Establecimiento de Estándares. Es la necesidad de contar con estándares de comparación a los que se refieran los resultados que se obtengan en obra.

No podemos afirmar que un material o un procedimiento constructivo son de mala calidad si no tenemos contra qué compararlos, no podemos concluir, que una obra se está realizando lentamente o aprisa si no tenemos una referencia y, finalmente, no estaremos en posibilidad de determinar si la obra en cuestión está resultando costosa o no, si carecemos de un punto de comparación.

En un marco amplio, podemos identificar los estándares de Calidad contenidos en las Especificaciones de Construcción, el estándar de Costo representado por un Presupuesto y

al estándar de Tiempo asociado a un Programa de Obra.

Al establecer los estándares, deben señalarse en ellos la periodicidad con la que serán comparados, así como las tolerancias o desviaciones que se permitirán para aceptar como buenos los resultados reales obtenidos.

b) Verificación o Comparación de lo Real contra lo Estándar. Como el nombre lo dice, consiste en verificar, con datos de campo, que lo real se ajuste a los estándares fijados para la construcción de la obra. Ello implica el establecimiento de una organización que permita obtener, procesar e interpretar la información, y que sea capaz de ejecutar la tercera etapa del control.

c) Acción Correctiva cuando aparezcan Desviaciones. Tomar acciones correctivas cuando los resultados aporten más allá de las desviaciones permitidas.

La aplicación continua del Control, constituye un proceso retroalimentador del Proceso Constructivo, en donde acostumbramos diferenciar los controles que corresponden al tiempo y ejecución llamándolos Control Administrativo, de lo que es el Control de Calidad, en razón primordialmente del manejo que de ellos se lleva en las obras. Existe también una consideración adicional para hacerlo, que es en función del papel que desempeñan los estándares: en el caso de la Calidad, podemos afirmar que, una vez establecido el estándar con sus tolerancias, éste es inmovible, pues no se podría pensar por ejemplo que si el estándar para la resistencia de un concreto se fijó en 250 kg/cm², pudiera modificarse durante el desarrollo de la obra a 200 kg/cm², por el hecho que de este último orden se están obteniendo las resistencias en campo, pues se pondría en peligro la estabilidad de la estructura donde se usará el material. En cambio, en los casos del Presupuesto y Programa de Obra por razón de la naturaleza de las variables que encierran y que se deben controlar, si es posible aceptar una o varias modificaciones del estándar original a lo largo de la ejecución de la obra.

d) Mejoramiento de los Estándares. De manera eventual puede darse esta etapa más en el mecanismo de Control.

En el caso de la Calidad, debido al desarrollo de nuevas tecnologías, equipos de construcción más evolucionados o mejor conocimiento del comportamiento de los materiales, y en el caso de Costo y Tiempo, debido sobre todo a la experiencia así como al desarrollo

de algoritmos y al empleo de la computadora en el análisis de mayor número de datos y alternativas

CONTROL DE CALIDAD

Evidentemente, las normas más acuciosas de proyecto y de construcción más ambiciosas y costosas no bastan para garantizar la existencia de una obra de ingeniería útil, económica y duradera. Entre el proyecto y la obra o entre la construcción y la obra existen todo un conjunto de pasos y criterios que será preciso garantizar para llegar a un buen resultado. Un criterio simplista podría expresar este nexo como la simple necesidad de hacer las cosas "bien", pero naturalmente, esto no basta.

Controlar idealmente cada paso conduce a un perfeccionamiento rígido, incompatible con las realidades de la construcción. Definir los puntos vitales y ejercer en ellos una vigilancia razonable y científica, ese parece ser el secreto de un control exitoso.

El grado de perfección o cuidado con que se ejecute cada acción podrá y deberá ser diferente; en algunas, casi se admitirá el descuido o la improvisación, con tal de obtener en otras la plena garantía de una calidad que conduzca a la del conjunto.

Un aspecto importante en la planeación de un programa de control es la definición previa del nivel de calidad requerido en la construcción. En su planteamiento más simple este nivel puede definirse formulando tres preguntas fundamentales:

- ¿Qué se desea?

- ¿Cómo puede ordenarse y programarse la actividad que conduzca al logro de tal deseo?

- ¿Cómo determinar que se ha alcanzado lo que se deseaba?

Otro aspecto importante al contemplar las características de un programa de control de calidad, es que en realidad no debe afectar sólo a la construcción, sino que debe contemplar muy de cerca la futura conservación. La institución responsable del control tiene que procurar perfeccionar continuamente los resultados de sus niveles y métodos de control, a la luz de los costos

y necesidades de la conservación de sus obras.

Un aspecto fundamental en la definición de un programa de control también es el conjunto de especificaciones de construcción que se manejen, pues ellas fijan de un modo u otro muchas de las metas por lograr, muchas de las ordenanzas y programas que conducen a la consecución de los logros deseados y muchos de los métodos para determinar si se ha alcanzado lo que se desea. Es decir, las especificaciones manejadas por una institución influyen y gobiernan en gran medida a las tres preguntas básicas que anteriormente se formularon como el fundamento último de la filosofía del control.

Una condición básica de un conjunto de especificaciones es contener tolerancias apropiadas, cuya fijación depende de un conocimiento completo de los factores que contribuyen a las variaciones de los diferentes conceptos. Debe existir una valuación de las consecuencias de exceder tales tolerancias. Puede ayudar el establecer una clasificación de lo crítico que pueden resultar las desviaciones y defectos que puedan presentarse; una clasificación de tales conceptos podría ser, por ejemplo, la que se menciona a continuación:

<u>Crítico:</u>	El defecto que puede hacer al concepto muy peligroso, de no corregirse.
<u>Importante:</u>	El defecto que puede afectar al comportamiento en forma seria.
<u>Poco importante:</u>	El defecto que puede afectar al comportamiento en forma poco seria.
<u>De contrato:</u>	La transgresión del contrato que no tendrá consecuencias de importancia.

En el caso de productos que son mezcla de otros, las especificaciones deben permitir reconocer con facilidad cual es el componente responsable de las principales características que puede exhibir la muestra.

Otro aspecto importante de todo programa de control de calidad lo constituye el conjunto de pruebas de laboratorio, que proporciona lo que pudiera considerarse la base metodológica y técnica del programa.

Las Pruebas de Laboratorio con fines de Control deben de cumplir algunas características, fáciles de comprender:

- Estar dirigidas a la comprobación de las características esenciales
- Ser sencillas y rigurosamente estandarizadas
- Ser rápidas en su realización
- Ser de fácil interpretación
- Requerir equipos económicos, fáciles de corregir, calibrar y de manejo simple.

Sólo así se podrán tener resultados confiables en los laboratorios de pie de obra, que son los que han de realizar el control, sin interferir o frenar los programas de construcción.

Un defecto común en los programas de control de calidad, tal como se aplican algunas veces, es el ejercer la actividad después de ejecutada la obra objeto del control. Este orden de realizaciones conduce al planteamiento de situaciones de hecho consumado, en las que el especialista de control no tiene ya disyuntiva que la aceptación de la obra defectuosa o su rechazo, que siempre produce trastornos de tiempo y dinero y contra el cual suelen coincidir fuertes presiones, no todas mal intencionadas.

Al contemplar las consideraciones anteriores deben tenerse en cuenta algunos hechos comunes, de los que difícilmente se descargará cualquier gran institución constructora. Parece inevitable un cierto enfrentamiento entre el personal de proyecto y el de construcción; aparentemente la actividad de ambos grupos tiene metas algo diversas en el fondo, pues mientras el grupo de proyecto busca calidad y puede caer en el perfeccionismo, el de construcción busca expeditividad, cumplimiento de programas y podrá caer en el apresuramiento. El grupo de conservación también tenderá a ser antagónico en algo a los otros dos, pues heredará los errores o deficiencias de ambos. Naturalmente que estos diversos puntos de vista no tienen porque derivar a conflictos personales; son simplemente énfasis de posición que resultan una consecuencia lógica, inevitable y probablemente no desfavorable de las respectivas responsabilidades de los diferentes grupos de trabajo. El control de calidad debe moverse en el medio de todos estos equipos de trabajo, sin ligarse a ninguno administrativa o jerárquicamente para conservar una posición que le permita ejercer un juicio independiente y, frecuentemente, un arbitraje de enorme utilidad para

orientar los criterios de quienes han de dirigir toda la labor desde las posiciones más altas.

Parece fuera de duda que la más segura norma de conducta de un grupo de control que aspire al éxito a largo plazo es el espíritu de equipo y la conciencia del servicio común.

COMO RESUMEN DE TODAS LAS CONSIDERACIONES ANTERIORES, PARECE QUE EL CONJUNTO DE CAULIDADES QUE PUEDE EXIGIRSE AL CONTROL DE CALIDAD SON LAS SIGUIENTES:

- 1.- Ser capaz de distinguir las desviaciones y deficiencias significativas, separando las características esenciales de la obra de las accesorias. Esto obligará a un control flexible y diversificado, adaptado a cada obra.
- 2.- Ser capaz de diferenciar las desviaciones o deficiencias inherentes a problemas de obra, de las emanantes de particularidades del muestreo o de la ejecución de pruebas de laboratorio.
- 3.- Ser capaz de ejercer oportuna vigilancia sobre los materiales que vayan a usarse, garantizando un comportamiento adecuado de los que se seleccionen para cierto fin. En una situación idónea, parece conveniente que este aspecto del control sea cubierto por la empresa contratista a cargo de la obra. Además, ser capaz de establecer normas claras y seguras para la aceptación o el rechazo de trabajos parciales correspondientes a diferentes etapas de la obra, quedando el ejercicio de estas facultades a la parte contratante de la misma.

CONTROL ADMINISTRATIVO.

El controlar adecuadamente el Costo y Tiempo de ejecución de una obra, permitirá corregir oportunamente desviaciones que, de no hacerlo, pondrían en riesgo el cumplir con las metas fijadas.

a) Control de Tiempo.

Nuevamente, haciendo referencia a las etapas ya descritas, el establecimiento de los estándares de tiempo, provienen del análisis, tan detallado como sea posible, de cada una de las actividades que componen un Procedimiento Constructivo, su interrelación y el rendimiento de los

recursos: obra de mano y equipo, asignados para ejecutarlas. El procesamiento de esta información da como resultado lo que se conoce como Programa de Obra, en el cual se muestra gráficamente la duración de todas y cada una de las actividades en que convencionalmente se ha dividido la obra para su análisis. El medio más común para hacer esto, es por medio de un diagrama de barras o de Gantt.

A partir del Programa de Obra, pueden seleccionarse los estándares de comparación, pudiendo ser el propio Programa General de Obra un estándar contra el cual comparar el avance real registrado en campo.

En el caso particular de cada una de las actividades, su duración se calcula en función del volumen de obra por ejecutar de acuerdo al proyecto, y del rendimiento, entendido como cantidad de obra ejecutada entre la unidad de tiempo seleccionada, que el personal o el equipo encargado de determinada tarea es capaz de ejecutar. Otros estándares lo serían los rendimientos esperados en cada una de las actividades, ya sea que se ejecuten manual o mecánicamente.

Una vez establecidos los estándares, de acuerdo a la periodicidad requerida por los diferentes niveles jerárquicos de una organización, generaremos reportes conteniendo los rendimientos reales obtenidos en la obra, e importantemente, señalando las causas del retraso en las actividades que lo tengan.

La acción correctiva estará encaminada a corregir las Variables Controlables como pueden ser: incrementar el número de trabajadores en uno o varios frentes de trabajo, asignar personal mejor calificado, cambiar el tipo de maquinaria que se este empleando, modificar el Procedimiento Constructivo, etc.

El mejoramiento de los estándares de comparación en este caso, se logra en base a considerar las condiciones reales que se presentarán en campo, el clima, el grado real de dificultad en la obra, así como a un análisis meticolosos del proyecto por construir, entre otras medidas.

b) Control de Costos.

Un alto número de las obras que se ejecutan en nuestro país, se contratan bajo el sistema de precios unitarios, aplicados a los diversos conceptos y cantidades de obra para conformar un Presupuesto cuyos encabezados son: Concepto, Unidad, Cantidad, Precio Unitario e Importe.

El precio unitario a su vez, está integrado por los costos correspondientes a obra de mano,

materiales, herramienta y maquinaria, conformando en conjunto el Costo Directo; los costos de administración, fianzas, seguros e imprevistos conforman el Costo Indirecto, el Costo de Financiamiento y la Utilidad que el constructor percibe a cambio de su trabajo.

Los precios unitarios, y cada uno de los elementos que lo integran son, en los costos, estándares de comparación. Asimismo, los rendimientos que como ya se comentó sirven de base para controlar el tiempo de ejecución, tienen evidentemente una relación directa con el costo.

El Presupuesto en sí, asociado al Programa de Obra, puede hacer las veces de estándar global de comparación a través de su representación gráfica ó de un flujo de caja, también llamado relación egresos-ingresos o cash flow.

Por otra parte, si por medio del Control de Costos se detectan desviaciones importantes, habrá que buscar la causa y corregirla de inmediato: salarios del personal más altos que los supuestos, rendimientos más bajos, costos de adquisición de los materiales por encima de lo presupuestado, consumos o desperdicios mayores a los normales, rentas del equipo superiores a los previstos, rendimientos inferiores, costos de administración muy altos, costo de financiamiento elevado, etc.

En un ambiente inflacionario, el Control de Costos reviste especial importancia para el constructor, entre otras razones porque el poder adquisitivo de la moneda cambia rápidamente, lo cual ha hecho que se desarrollen disciplinas como la Ingeniería de Costos y la Ingeniería Financiera.

COMPRESION DE REDES

La compresión de redes es el proceso de acortar el tiempo de duración de un proyecto, determinado por el método de la ruta crítica.

El costo directo se forma de la suma de los costos de materiales, mano de obra y de maquinaria y el costo indirecto es una función directa del tiempo de duración del proyecto.

Cuando la duración de un proyecto se acorta, el costo aumenta, si la parte del costo asociada a los recursos aumenta más que lo que se disminuye la asociada con el tiempo. Si la duración del proyecto aumenta, también puede ocurrir que el costo aumente, si la parte del costo asociada con el tiempo crece más que lo que se disminuye la parte asociada a los recursos. También, cuando el control del proyecto es deficiente pueden aumentarse los costos considerablemente por efecto de recursos que no se utilizan adecuadamente.

Cuando una actividad se ejecuta en un tiempo normal, se dice que dicha actividad tuvo una duración normal. En cambio, cuando la duración de una actividad se acorta hasta su duración límite, se dice que esa actividad tiene una duración de premura.

La duración de premura se obtiene de igual manera que la duración normal, o sea, volumen/rendimiento, pero con la utilización de un mayor número de recursos que aunque aumentan la producción, el rendimiento de cada máquina o el del personal, disminuye, por lo que aumenta el costo.

El gasto que nos cuesta reducir una actividad por cada unidad de tiempo, una vez conocidas las duraciones y costos normales y de premura, se determina con la siguiente fórmula:

$$\text{Costo por unidad de tiempo acortada} = \frac{\text{Costo de premura} - \text{Costo normal}}{\text{Duración normal} - \text{Duración de premura}}$$

Procedimiento para la compresión

Las compresiones las haremos directamente en nuestra red o diagrama, y si queremos acortar nuestro proyecto en un día o más, lo haremos en la ruta crítica y dentro de ésta escogeremos la actividad de menor costo por día acortado.

Para reducir el proceso se escogen actividades de la ruta crítica debido a que no tienen holgura y cualquier reducción de tiempo en alguna de esas actividades se refleja en la duración total del proyecto.

Hay que tener cuidado de que al comprimir una actividad no vaya a desaparecer la ruta crítica original. En el proceso de compresión pueden producirse varias rutas críticas.

Si queremos acortar más tiempo el proyecto y ya tenemos la ruta crítica original y otra más formada por la última compresión, la siguiente reducción deberá hacerse simultáneamente y por el mismo número de días en actividades de ambas rutas críticas.

Una actividad no se puede acortar más allá de su duración límite o de premura.

Ing. Oscar E. Martínez Jurado

Al comprimir una actividad, el nuevo costo del proyecto se determina:

$$\text{COSTO } n = \text{COSTO } n-1 + \text{COSTO/día } n \times \text{No. días acortados}$$

Cuando se desea realizar un proceso productivo en el menor tiempo posible, es común efectuar todas las actividades del proceso en el menor tiempo posible, es decir, en condiciones límites. Esta manera de proceder conduce a un incremento innecesario del costo del proceso; - pues como se ha visto deben acelerarse las actividades que producen acortamientos de tiempo. Hay actividades que no es útil acortar pero que de hacerlo incrementan el costo.

En base a lo anterior, podemos decir lo siguiente:

- La duración mínima de un proceso productivo, resulta cuando todas las actividades en la o las RUTA(S) CRITICA(S) tienen duraciones de premura.
- Existe una infinidad de combinaciones de las duraciones de las actividades de un proceso, para las cuales la duración de éste es la mínima.
- El costo máximo de ejecución de un proceso cuando la duración de éste es la mínima, resulta de efectuar todas las actividades en condiciones límites de premura.
- Las duraciones posibles de proceso se encuentran entre la duración mínima y la duración normal.

Para la explicación del proceso, proponemos el siguiente ejemplo. Supongamos que tenemos un proyecto representado por el siguiente diagrama:

DIAGRAMA DE FLECHAS

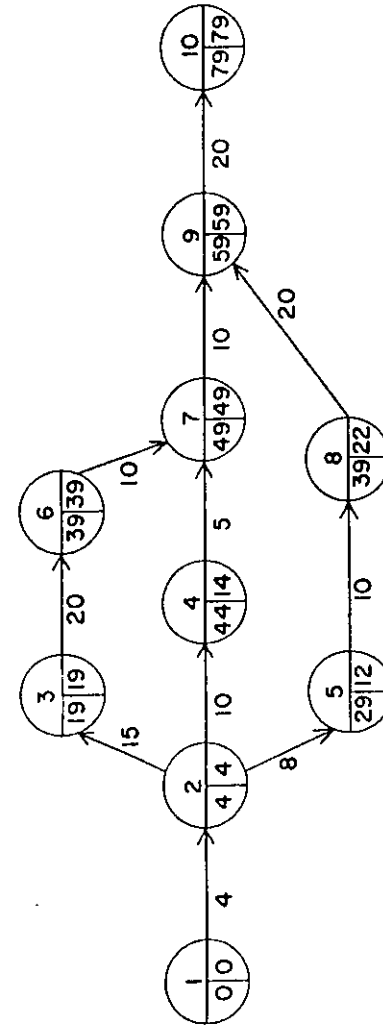


TABLA DE DURACIONES Y COSTOS

Actividad	Dn	Dp	Cn	Cp	Pesos/día
1-2	4	2	100	400	150
2-3	15	10	50	150	20
2-4	10	5	20	100	16
2-5	8	5	20	80	20
3-6	20	10	30	150	12
4-7	5	3	15	105	45
5-8	10	5	5	20	3
6-7	10	5	10	30	4
7-9	10	5	300	700	80
8-9	20	10	200	500	30
9-10	20	10	100	300	20
SUMAS			850	2535	

n=normal

p=premura

Costo para terminar la obra en condiciones normales de 79 días :

$$C_n = \$ 850.00$$

La suma de los costos de premura de todas las actividades constituye el costo de ruptura :

$$C_r = \$ 2 535.00$$

Necesitamos acortar nuestro proyecto 30 días por necesidades del cliente, por lo tanto escogemos una de las -

actividades críticas que salga más bajo su costo por acortar un día, por ejemplo la actividad 6-7.

Si acortamos la actividad 6-7 en un día nuestro -- costo aumentaría :

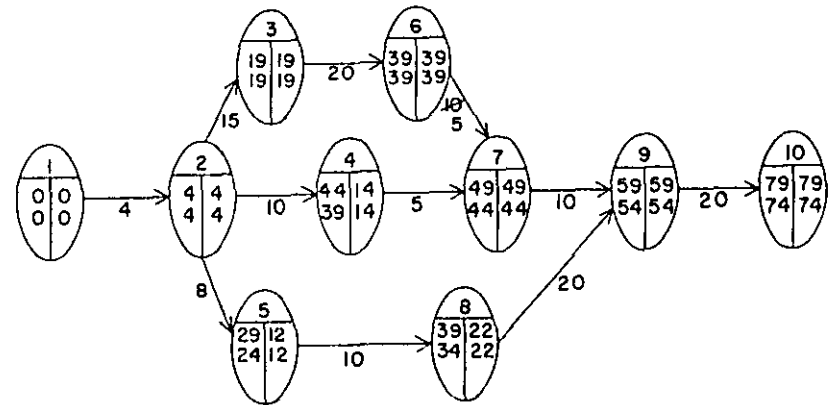
$$C = 850.00 + 4.00 \times 1 = \$ 854.00$$

la compresión.- Si la actividad 6-7 la acortamos a su límite, o sea, cinco días :

$$\text{Costo del proyecto} = 850.00 + 4.00 \times 5 = \$ 870.00$$

Esta actividad ya no podemos acortarla más pues ya llegó a su duración de premura.

La compresión la representaremos en el diagrama de flechas de la siguiente manera :



Por lo tanto, con cinco compresiones llegamos al tiempo que necesitábamos. La compresión de la red se ha terminado, según se ha pedido, y el diagrama final que ha quedado es :

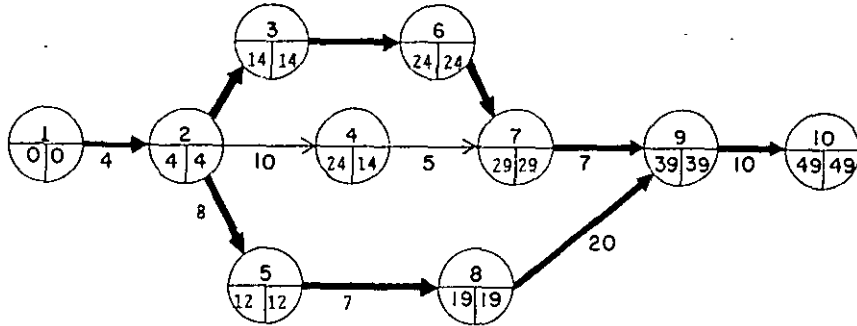


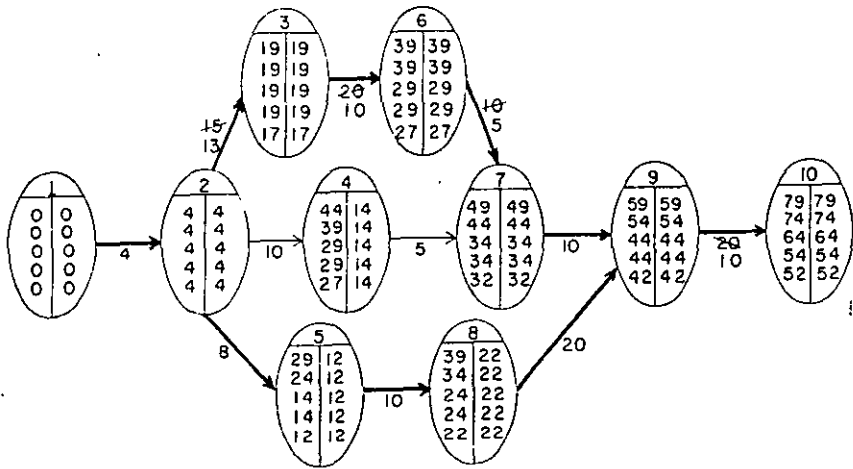
TABLA DE COMPRESIONES

Actividades	Compresiones	Operaciones	Costo Total	Duración acortada
6-7	1a. 5 días	$850+4 \times 5$	870	$79-5 = 74$
3-6	2a. 10 días	$870+12 \times 10$	990	$74-10 = 64$
9-10	3a. 10 días	$990+20 \times 10$	1190	$64-10 = 54$
2-3	4a. 2 días	$1190+20 \times 2$	1230	$54-2 = 52$
2-3 y 5-8	5a. 3 días	$1230+20 \times 3+3 \times 3$	1299	$52-3 = 49$

Para una duración de 49 días, obtenemos por medio de la compresión de redes un aumento en el costo de ----- \$ 850.00 hasta \$ 1,299.00

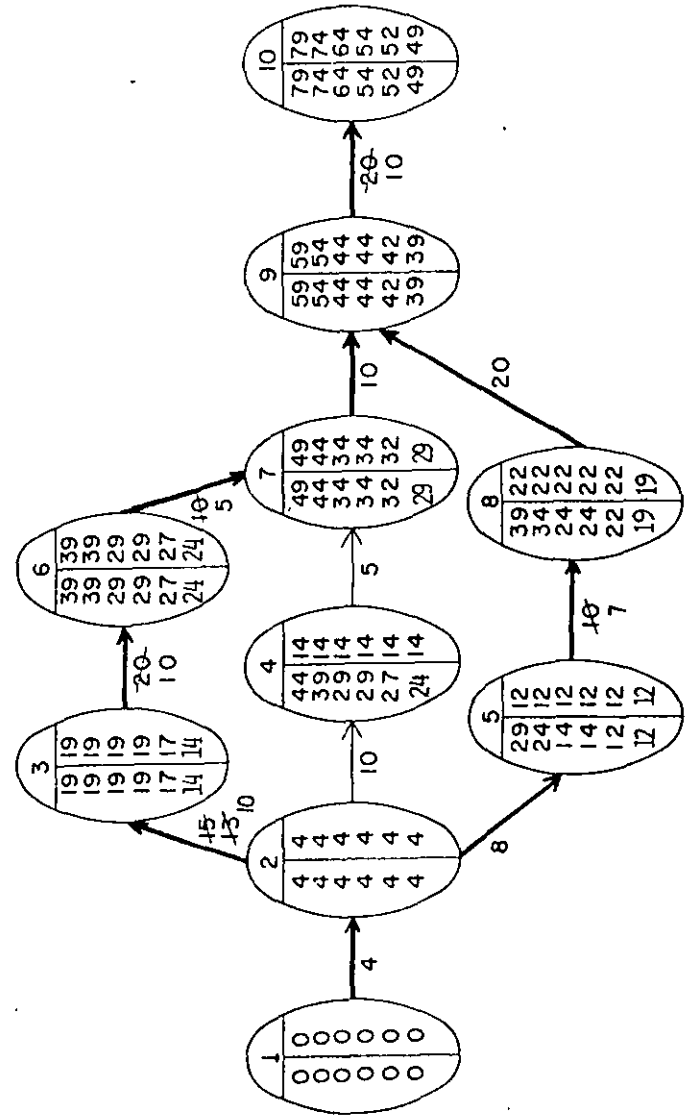
COSTO DE PREMURA = \$ 1,299.00

A este costo también se le llama costo de ruptura, porque aunque siguiéramos acortando la duración de otras actividades, aumentaríamos el costo sin lograr reducciones en el tiempo.



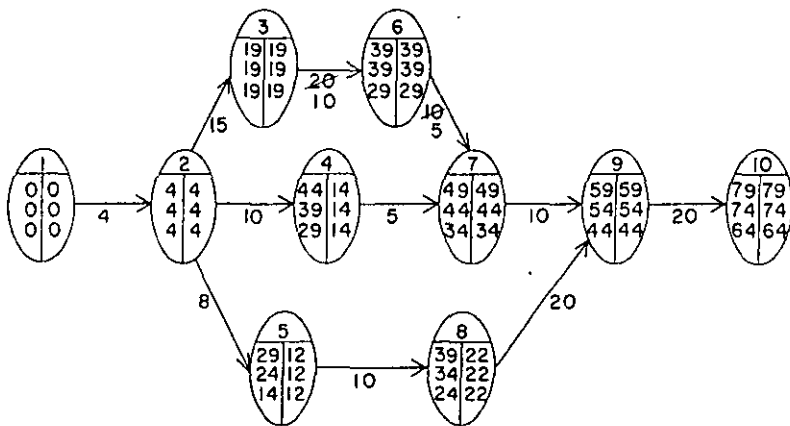
5ta. compresión.- Nos faltan 3 días para reducir nuestro proyecto en los 30 días que acordamos con el cliente. La actividad 2-3 la podemos comprimir en esos 3 días pero como ya tenemos otra ruta crítica, debemos reducir también en 3 días alguna actividad de ella para no alterar ninguna de las dos.

Por lo tanto, comprimirémos simultáneamente las actividades 2-3 y 5-8 en tres días. En esta compresión - la actividad 2-3 quedará totalmente comprimida. El diagrama nos quedaría :

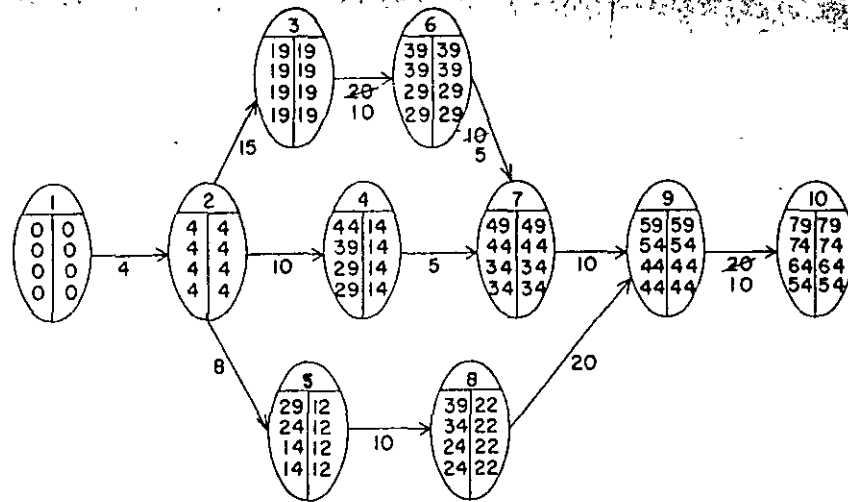


2da. compresión.- La actividad 3-6 puede reducirse 10 días...

El diagrama quedaría :



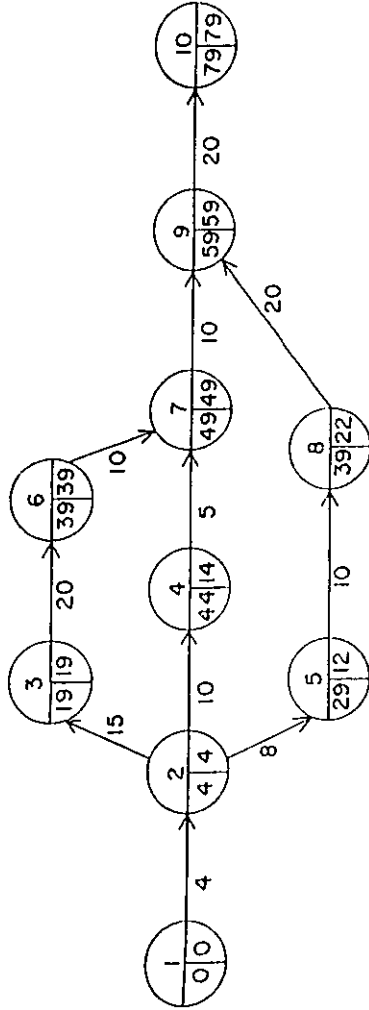
3era. compresión.- Hemos conseguido la duración de premura de las actividades críticas 6-7 y 3-6. Ahora tenemos, que hay otras dos actividades críticas cuyo costo por día acordado es el más bajo de las actividades críticas que quedan, y escogeremos la actividad 9-10 ya que si comprimimos la 2-3 en 5 días se afectaría la ruta crítica original y tendríamos otra; por lo tanto comprimiremos la 9-10 en 10 días:



4ta. compresión.- Comprimirémos la actividad 2-3 en 2 días para no alterar la ruta crítica original.

En esta compresión no se afecta la ruta crítica original, pero se forma otra en la cadena 1-2-5-8-9-10, como - podremos ver en el diagrama:

Utilizando el Método de la Ruta Crítica como herramienta de control, en el avance de obras (utilizando Compresión de Redes).



R.C.= 1-2, 2-3, 3-6, 6-7, 7-9, 9-10

A partir del diagrama anterior obtenemos la siguiente tabla.

Actividad	Durac.	Ini.Pro.	Ter.Pro.	Ini.Remota	Ter.Remota	H.T.
1-2	4	0	4	0	4	0
2-3	15	4	19	4	19	0
2-4	10	4	14	34	44	30
2-5	8	4	12	21	29	17
3-6	20	19	39	19	39	0
4-7	5	14	19	44	49	30
5-8	10	12	22	29	39	17
6-7	10	39	49	39	49	0
7-9	10	49	59	49	59	0
8-9	20	22	42	39	59	17
9-10	20	59	79	59	79	0

Después de 45 días hábiles el informe de la obra es el siguiente:
(día 45)

Actividad	comenzó	% Avance
1-2	2	100
2-3	6	100
2-4	20	100
2-5	18	100
3-6	29	80
4-7	40	50
5-8	33	80

Ing. Oscar E. Martínez Jurado

Proyección de las fechas de terminación más probable.

- Actividad: 3-6

días de trabajo: $45 - 29 = 16$

% avance = 80%

80 --- 16

100 --- $X = 20$

Fecha de terminación = $29 + 20 = 49$ (más temprana)

o de iniciación para la siguiente actividad.

- Actividad: 4-7

días de trabajo: $45 - 40 = 5$

% avance: 50%

50 --- 5

100 --- $X = 10$

Fecha de terminación: $40 + 10 = 50$ (más temprana)

- Actividad: 5-8

días de trabajo: $45 - 33 = 12$

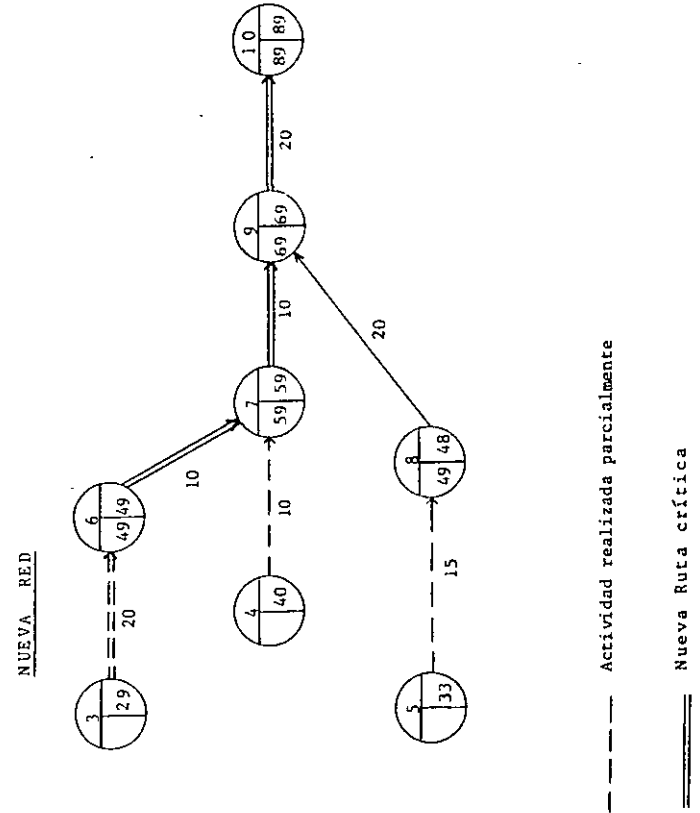
% avance: 80%

80 --- 12

100 --- $X = 15$

Fecha de terminación: $33 + 15 = 48$ (más temprana)

El resultado que se obtiene en la red después de incluir estos resultados es el siguiente:



Ing. Oscar E. Martínez Jurado

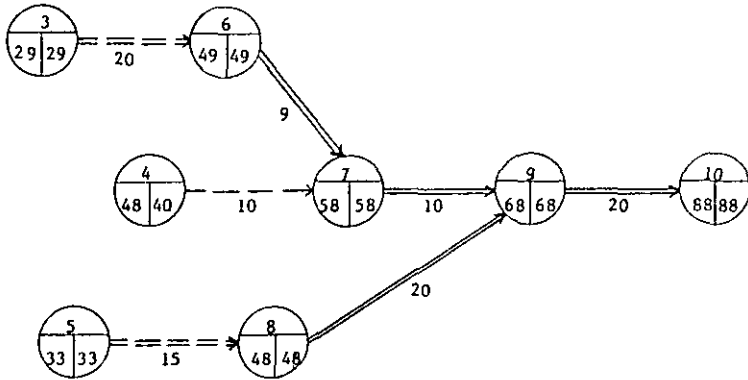
Como se puede observar, el proyecto se ha retrasado con respecto a la planeación inicial (estándar) por 10 días $(89 - 79) = 10$.

Se procede a tomar las medidas de corrección necesarias para hacer que el proyecto termine en la fecha señalada, lo cual se logra comprimiendo la red.

TABLA DE DURACIONES Y COSTOS

Actividad	Dn	Dp	Cn	Cp	$\Delta c/\Delta t$
6-7	10	5	10	30	4
7-9	10	5	300	700	80
8-9	20	10	200	500	30
9-10	20	10	100	300	20
SUMAS			610	1530	

1a. Compresión: comprimir la actividad 6-7; 1 día lo que hará aparecer 2 rutas críticas.



Costo adicional = 4 unidades

2a. Compresión.

Dado que hay dos Rutas Críticas la compresión se puede obtener de dos formas:

a) Comprimir 6-7 ó 7-9 con 8-9

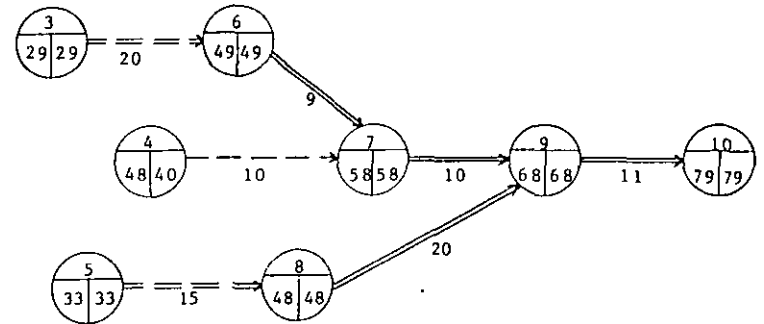
Costo = $4 + 30 = 34/\text{día}$

b) Comprimir únicamente 9-10

Costo = $20/\text{día}$

Mejor b)

Comprimir la actividad 9-10, 9 días.



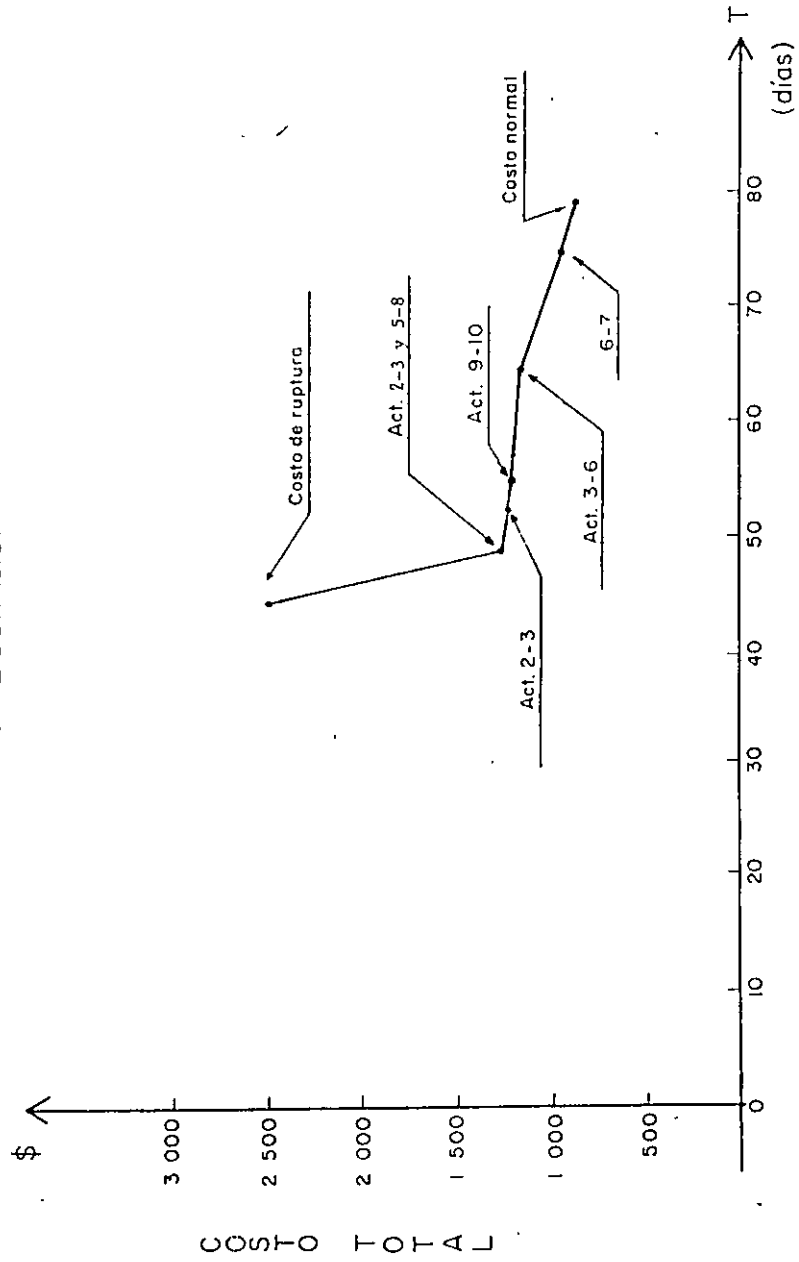
Costo adicional: $20 \times 9 = 180$ unidades.

TABLA DE COMPRESIONES

Actividades	Compresiones	Operaciones	Costo Total	Duración acortada
6-7	1a. 1 día	$610 + 4 \times 1$	614	$89 - 1 = 88$
9-10	2a. 9 días	$614 + 20 \times 9$	794	$88 - 9 = 79$

Ing. Oscar E. Martínez Jurado

COSTO TOTAL-DURACION

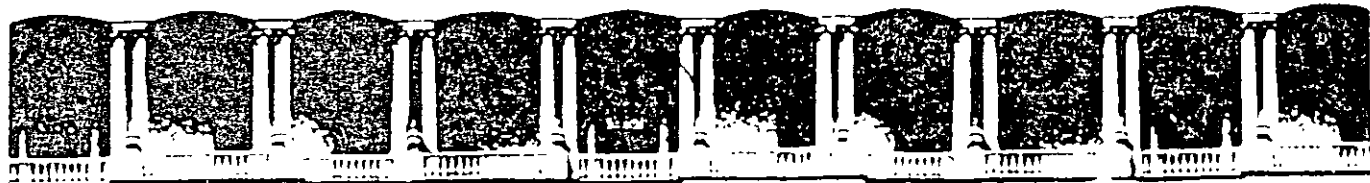


Para una duración de 79 días, obtenemos por medio de la compresión de redes un aumento en el costo de --- \$ 610.00 hasta \$ 794.00

$$\text{Costo adicional Total} = 180 + 4 = 184$$

CON EL EJEMPLO SE VE EL USO DEL M.R.C. COMO HERRAMIENTA DE CONTROL EN EL AVANCE DE OBRAS.

Ing. Oscar E. Martínez Jurado



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

CA033 FORMACIÓN DEL SUPERVISOR MODERNO DE OBRA

Julio del 2003

Tema

EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRAULICO

EXPOSITOR: Ing. Álvaro J. Ortiz Fernández

**PALACIO DE MINERÍA
JULIO DEL 2003**

EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRAULICO

I.- VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA RESISTENCIA

- a.- Internas del concreto.
- b.- Procedimientos de ensaye.

II.- ESPECIFICACIONES DE CALIDAD

- a.- Reglamento de Construcciones para el D.F.
- b.- Norma Mexicana NMX-C-155 1987 "Concreto Premezclado".
- c.- Norma Mexicana NMX-C-403-ONNCCE-1999 "Concreto Hidráulico para Uso Estructural".
- d.- Reglamento para las Construcciones ACI-318.

III.- EVALUACION DE RESULTADOS

- a.- Ejemplo para concreto clase B de la Norma NMX-C-155.
- b.- Conclusiones.

SÍNTESIS: En el curso se presenta una comparación entre las diferentes especificaciones, que se pueden aplicar para evaluar la calidad de concreto hidráulico que se elabora en la Republica Mexicana, así también se realiza un ejemplo de aplicación y se indica como se deben interpretar los resultados.



EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO

ING. ALVARO J. ORTIZ FERNANDEZ



COMPONENTES DEL CONCRETO HIDRÁULICO

CEMENTO

AGUA

AGREGADOS

ADITIVOS



$$f'c = \frac{P}{A}$$

f'c = RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm².)

P = CARGA MÁXIMA EN EL MANÓMETRO (kg.)

A = ÁREA TRANSVERSAL DEL CILINDRO (cm².)



CONCRETO HIDRÁULICO



**VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA
RESISTENCIA**

ESPECIFICACIONES DE CALIDAD

EVALUACIÓN DE RESULTADOS



VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA RESISTENCIA



VARIACIONES EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO

VARIACIONES EN LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYE

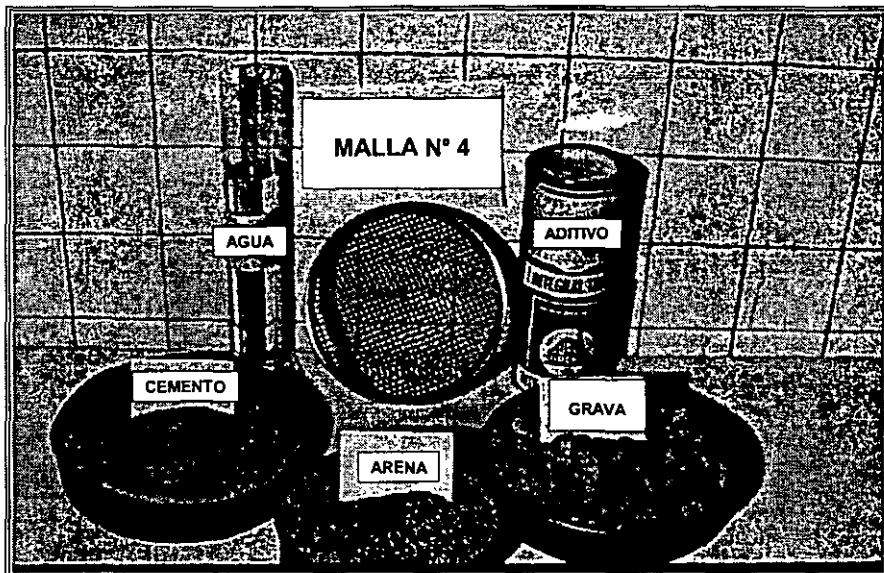


VARIACIONES INTRÍNSICAS DEL CONCRETO



- 1.- **VARIACIONES EN LA RELACIÓN AGUA – CEMENTO.**
 - a.- **CONTROL DEFICIENTE EN LA DOSIFICACIÓN DEL AGUA**
 - b.- **VARIACIONES EXCESIVAS EN LA HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**

- 2.- **VARIACIONES EN EL CONSUMO DE AGUA DEBIDAS**
 - a.- **VARIACIONES EN LA GRANULOMETRÍA Y LA ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS**
 - b.- **VARIACIONES EN LA UNIFORMIDAD DE LAS PROPIEDADES DEL CEMENTO Y ADITIVOS**



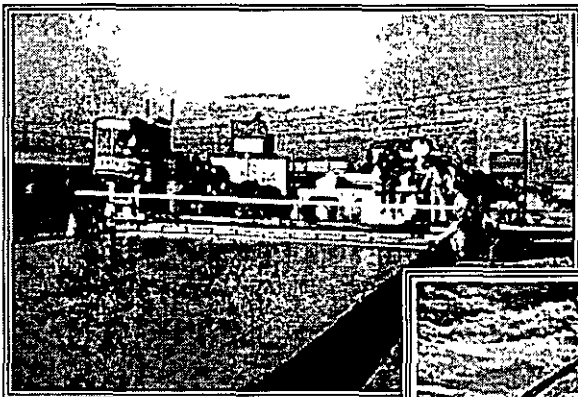
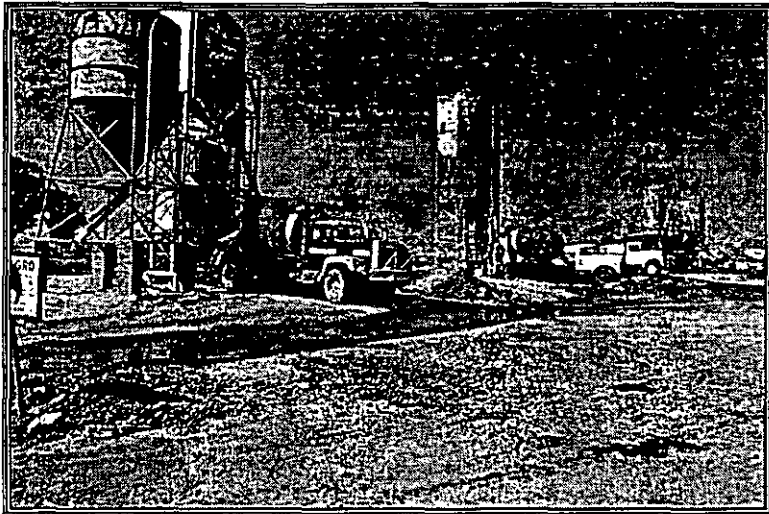
VARIACIONES INTRÍNSICAS DEL CONCRETO

3.- VARIACIONES EN LAS CARACTERÍSTICAS Y PROPORCIONES DE LOS COMPONENTES

- a.- CEMENTO
- b.- AGREGADOS
- c.- ADITIVOS

4.- VARIACIONES POR EFECTO DEL TRANSPORTE, COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN.

5.- VARIACIONES EN LA TEMPERATURA Y EL CURADO





VARIACIONES EN LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYE



1.- PROCEDIMIENTOS INCORRECTOS DE MUESTREO

2.- TÉCNICAS DE ELABORACIÓN NO UNIFORMES

- a.- COMPACTACIÓN VARIABLE
- b.- MANEJO EXCESIVO DE LAS MUESTRAS
- c.- CUIDADO DEFICIENTE DE LOS ESPECIMENES

3.- DEFICIENCIAS EN EL CURADO

- a.- CUIDADO DEFICIENTE DE LOS ESPECIMENES FRESCOS
- b.- VARIACIONES EN LA TEMPERATURA
- c.- VARIACIONES EN EL CURADO



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN





VARIACIONES EN LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYE

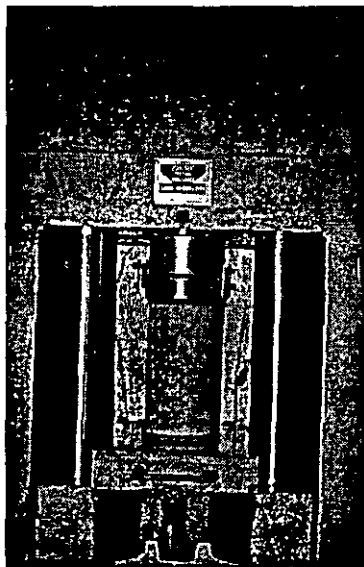
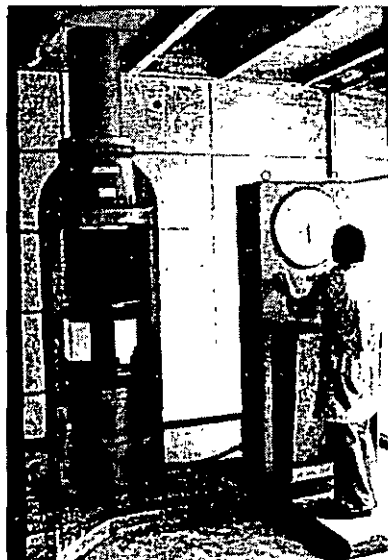


4.- PROCEDIMIENTOS DE ENSAYE INADECUADOS

- a.- CABECEO INCORRECTO DE LOS ESPECIMENES
- b.- DEFICIENCIA EN LA VELOCIDAD DE APLICACIÓN DE LA CARGA
- c.- CUIDADO DEFICIENTE DE LOS ESPECIMENES

5.- EQUIPO DE MUESTREO Y ENSAYE NO CALIBRADOS

- a.- MOLDES
- b.- CABECEADORES
- c.- PRENSA





EL CONTROL EN LAS

VARIACIONES PRODUCE

UN CONCRETO DE CALIDAD



ESPECIFICACIONES DE CALIDAD



REGLAMENTO DE
CONSTRUCCIONES PARA EL
DISTRITO FEDERAL

NORMA NMX-C-155-1987
"CONCRETO PRÉMEZCLADO"



ESPECIFICACIONES DE CALIDAD



NMX-C-403-ONNCCE-1999
"CONCRETO HIDRÁULICO PARA
USO ESTRUCTURAL"

REGLAMENTO PARA LAS
CONSTRUCCIONES ACI-318



REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL



● **CONCRETO CLASE 1**

a) SI NINGUNA PAREJA DE CILINDROS DA UNA RESISTENCIA INFERIOR A $f_c - 35 \text{ kg/cm}^2$.

b) SI LOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA DE TODOS LOS CONJUNTOS DE TRES PAREJAS CONSECUTIVAS NO SON INFERIORES A f_c .



REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL



● CONCRETO CLASE 2

a) SI NINGUNA PAREJA DE CILINDROS DA UNA RESISTENCIA INFERIOR A $f_c = 50 \text{ kg/cm}^2$.

b) SI LOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA DE TODOS LOS CONJUNTOS DE TRES PAREJAS CONSECUTIVAS NO SON INFERIORES A $f_c = 17 \text{ kg/cm}^2$.



NORMA NMX-C-155-1987 "CONCRETO PREMEZCLADO"



● CONCRETO GRADO A

a) SE ACEPTA QUE NO MAS DEL 20% DEL NUMERO DE PRUEBAS DE RESISTENCIA COMPRESIÓN TENGAN VALOR INFERIOR A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA f_c .

b) NO MAS DEL 1% DE LOS PROMEDIOS DE 7 PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONSECUTIVA DEBE SER INFERIOR A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA f_c , ADEMÁS DEBE CUMPLIR CON TODOS LOS PROMEDIOS CONSECUTIVOS INDICADOS EN LA TABLA 1



NORMA NMX-C-155-1987
"CONCRETO PREMEZCLADO"



TABLA 1

NUMERO DE PRUEBAS CONSECUTIVAS	RESISTENCIA PROMEDIO kg/cm².
1	$f_c - 50$
2	$f_c - 28$
3	$f_c - 17$
4	$f_c - 11$
5	$f_c - 7$
6	$f_c - 4$
7	f_c



NORMA NMX-C-155-1987
"CONCRETO PREMEZCLADO"



● **CONCRETO GRADO B**

a) SE ACEPTA QUE NO MAS DEL 10% DEL NUMERO DE PRUEBAS DE RESISTENCIA COMPRESIÓN TENGAN VALOR INFERIOR A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA f_c .

b) NO MAS DEL 1% DE LOS PROMEDIOS DE 3 PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONSECUTIVA DEBE SER INFERIOR A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA f_c . ADEMÁS DEBE CUMPLIR CON TODOS LOS PROMEDIOS CONSECUTIVOS INDICADOS EN LA TABLA 2.



NORMA NMX-C-155-1987 "CONCRETO PREMEZCLADO"



TABLA 2

NUMERO DE PRUEBAS CONSECUTIVAS --- **RESISTENCIA PROMEDIO**
kg/cm².

1	$f_c - 35$
2	$f_c - 13$
3	f_c



NORMA NMX-C-403 ONNCCE- 1999 "CONCRETO HIDRÁULICO PARA USO ESTRUCTURAL"



● **CONCRETO**

a) SI NINGUNA PAREJA DE CILINDROS DA UNA RESISTENCIA INFERIOR A $f_c - 35$ kg/cm².

b) SI LOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA DE TODOS LOS CONJUNTOS DE TRES PAREJAS CONSECUTIVAS NO SON INFERIORES A f_c .



REGLAMENTO PARA LAS CONSTRUCCIONES AC-1-318



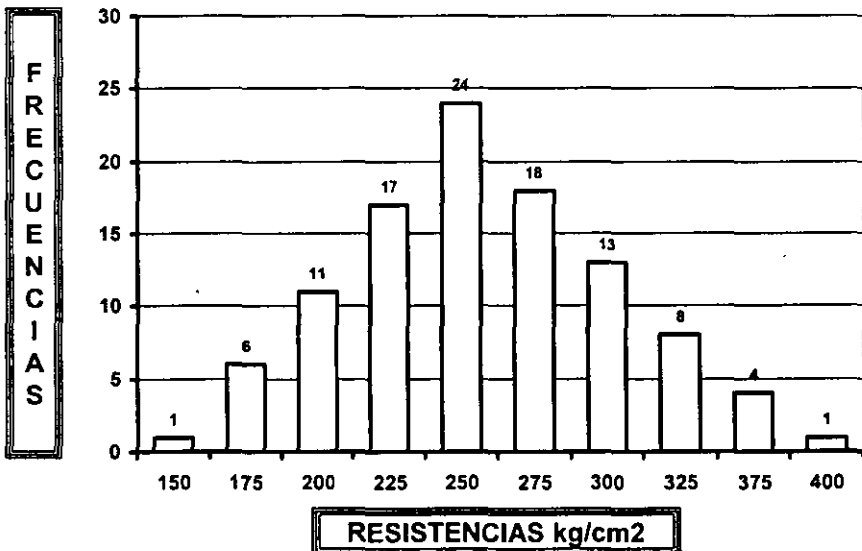
● CONCRETO

a) NINGÚN RESULTADO INDIVIDUAL DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA (PROMEDIO DE DOS CILINDROS) ES MENOR QUE $f_c - 35 \text{ kg/cm}^2$.

b) CADA PROMEDIO ARITMÉTICO DE CUALESQUIERA DE TRES PRUEBAS DE RESISTENCIA CONSECUTIVAS ES IGUAL O SUPERIOR A LA f_c REQUERIDA.

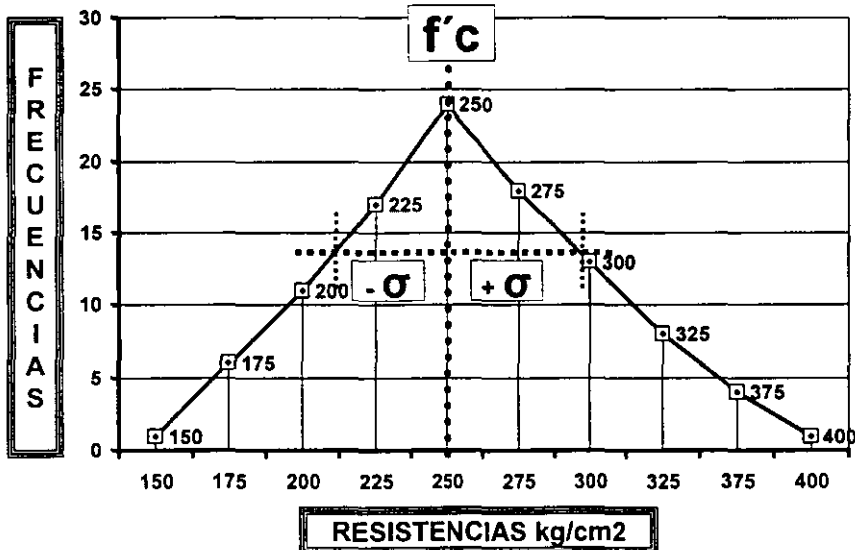


GRAFICA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL





GRAFICA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL



PROMEDIO

$$f'c = \frac{f'c_1 + f'c_2 + f'c_3 + f'c_4 + \dots + f'c_n}{n}$$

DESVIACIÓN ESTÁNDAR

$$\sigma = \sqrt{\frac{(f'c_1 - f'c)^2 + (f'c_2 - f'c)^2 + \dots + (f'c_n - f'c)^2}{n}}$$



NOMENCLATURA



$f'c$ = RESISTENCIA ESPECIFICADA (kg/cm²).

fcr = RESISTENCIA DE DISEÑO DE LA
MEZCLA (kg/cm²).

σ = DESVIACIÓN ESTÁNDAR (kg/cm²).

t = CONSTANTE QUE DEPENDE DEL
NUMERO DE PRUEBAS MENORES A $f'c$.

$$t_{0\%} = 3.35$$

$$t_{1\%} = 2.33$$

$$t_{10\%} = 1.28$$

$$t_{20\%} = 0.84$$



REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL



CONCRETO CLASE 1

- a) SI NINGUNA PAREJA DE CILINDROS DA UNA
RESISTENCIA INFERIOR A $f'c - 35$ kg/cm².

$$fcr = (f'c - 35) + \sigma t_{0\%}$$



REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL



● CONCRETO CLASE 1

- b) SI LOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA DE TODOS LOS CONJUNTOS DE TRES PAREJAS CONSECUTIVAS NO SON INFERIORES A f'_c .

$$f_{cr} = f'_c + \frac{\sigma t_{0\%}}{\sqrt{3}}$$



REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL



● CONCRETO CLASE 2

- a) SI NINGUNA PAREJA DE CILINDROS DA UNA RESISTENCIA INFERIOR A $f'_c - 50 \text{ kg/cm}^2$.

$$f_{cr} = (f'_c - 50) + \sigma t_{0\%}$$



REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL



- **CONCRETO CLASE 2**

- b) SI LOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA DE TODOS LOS CONJUNTOS DE TRES PAREJAS CONSECUTIVAS NO SON INFERIORES A $f_c - 17 \text{ kg/cm}^2$.

$$f_{cr} = (f'_c - 17) + \frac{\sigma t_{0\%}}{\sqrt{3}}$$



NORMA NMX-C-155-1987 "CONCRETO PREMEZCLADO"



- **CONCRETO GRADO A**

- a) SE ACEPTA QUE NO MAS DEL 20% DEL NUMERO DE PRUEBAS DE RESISTENCIA COMPRESIÓN TENGAN VALOR INFERIOR A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA f_c .

$$f_{cr} = f'_c + \sigma t_{20\%}$$



NORMA NMX-C-155-1987
"CONCRETO PREMEZCLADO"



● **CONCRETO GRADO A**

- b) NO MAS DEL 1% DE LOS PROMEDIOS DE 7 PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONSECUTIVA DEBE SER INFERIOR A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA f'_c , ADEMAS DEBE CUMPLIR CON TODOS LOS PROMEDIOS CONSECUTIVOS INDICADOS EN LA TABLA 1

$$f_{cr} = f'_c + \frac{\sigma t_{1\%}}{\sqrt{7}}$$



NORMA NMX-C-155-1987
"CONCRETO PREMEZCLADO"



TABLA 1

NUMERO DE PRUEBAS CONSECUTIVAS	RESISTENCIA PROMEDIO kg/cm².
1	$f'_c - 50$

$$f_{cr} = (f'_c - 50) + \sigma t_{1\%}$$



NORMA NMX-C-155-1987
“CONCRETO PREMEZCLADO”



● **CONCRETO GRADO B**

- a) SE ACEPTA QUE NO MAS DEL 10% DEL NUMERO DE PRUEBAS DE RESISTENCIA COMPRESIÓN TENGAN VALOR INFERIOR A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA f'_c .

$$f_{cr} = f'_c + \sigma t_{10\%}$$



NORMA NMX-C-155-1987
“CONCRETO PREMEZCLADO”



● **CONCRETO GRADO B**

- b) NO MAS DEL 1% DE LOS PROMEDIOS DE 3 PRUEBAS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONSECUTIVA DEBE SER INFERIOR A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA f'_c , ADEMÁS DEBE CUMPLIR CON TODOS LOS PROMEDIOS CONSECUTIVOS INDICADOS EN LA TABLA 2

$$f_{cr} = f'_c + \frac{\sigma t_{1\%}}{\sqrt{3}}$$



NORMA NMX-C-155-1987
“CONCRETO PREMEZCLADO”



TABLA 2

**NUMERO DE PRUEBAS
CONSECUTIVAS**

**RESISTENCIA PROMEDIO
kg/cm².**

1

$f_c - 35$

$$f_{cr} = (f'_c - 35) + \sigma t_{1\%}$$



NORMA NMX-C-403 ONNCCE-
1999 “CONCRETO HIDRÁULICO
PARA USO ESTRUCTURAL”



● **CONCRETO**

- a) SI NINGUNA PAREJA DE CILINDROS DA UNA
RESISTENCIA INFERIOR A $f_c - 35$ kg/cm².

$$f_{cr} = (f'_c - 35) + \sigma t_{0\%}$$



**NORMA NMX-C-403 ONNCCE-
1999 "CONCRETO HIDRAULICO
PARA USO ESTRUCTURAL"**



● **CONCRETO**

b) SI LOS PROMEDIOS DE RESISTENCIA DE TODOS LOS CONJUNTOS DE TRES PAREJAS CONSECUTIVAS NO SON INFERIORES A $f'c$.

$$f_{cr} = f'c + \frac{\sigma}{\sqrt{3}} t_{0\%}$$



**REGLAMENTO PARA LAS
CONSTRUCCIONES AC1-318**



● **CONCRETO**

a) NINGÚN RESULTADO INDIVIDUAL DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA (PROMEDIO DE DOS CILINDROS) ES MENOR QUE $f'c - 35 \text{ kg/cm}^2$.

$$f_{cr} = (f'c - 35) + \sigma t_{0\%}$$



REGLAMENTO PARA LAS CONSTRUCCIONES AC1-318



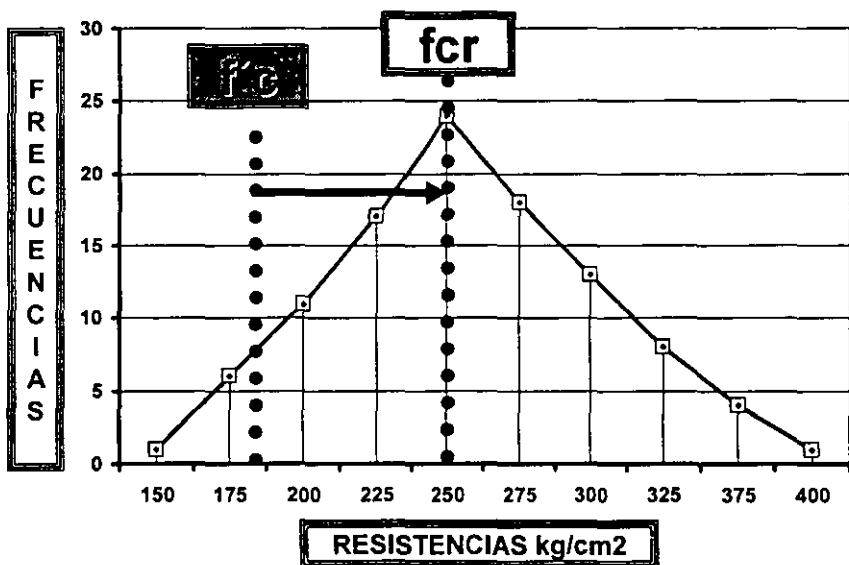
● CONCRETO

b) CADA PROMEDIO ARITMÉTICO DE
CUALESQUIERA DE TRES PRUEBAS DE
RESISTENCIA CONSECUTIVAS ES IGUAL O
SUPERIOR A LA f_c REQUERIDA.

$$f_{cr} = f'_c + \frac{\sigma_{t0\%}}{\sqrt{3}}$$



GRAFICA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL





**PRACTICA RECOMENDABLE PARA
LA EVALUACIÓN DE LOS
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE
RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL
CONCRETO ACI - 214 - 1977**



**TABLA 3
EVALUACIÓN DEL GRADO DE
CONTROL DE LA UNIFORMIDAD EN
LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO**

DESVIACIÓN ESTÁNDAR (kg/cm²)

EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	ACEPTABLE	POBRE
MENOR DE	DE	DE	DE	MAS DE
25	25 a 35	35 a 40	40 a 50	50



EVALUACIÓN DEL GRADO DE CONTROL DEL LABORATORIO



DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS ENSAYES

$$\sigma_1 = \frac{1}{d} \times \bar{R}$$

σ_1 = DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS ENSAYES

R = PROMEDIO DE LOS INTERVALOS

d = CONSTANTE QUE DEPENDE DEL NUMERO DE ESPECIMENES POR MUESTRA.

2	1.128
3	1.693
4	2.059
5	2.326



EVALUACIÓN DEL GRADO DE CONTROL DEL LABORATORIO



COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LOS ENSAYES

$$V_1 = \frac{\sigma_1}{f'c} \times 100$$

V_1 = COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LOS ENSAYES

σ_1 = DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS ENSAYES

$f'c$ = RESISTENCIA PROMEDIO DE LOS RESULTADOS A COMPRESIÓN DEL CONCRETO



TABLA 4



EVALUACIÓN DEL GRADO DE CONTROL DEL LABORATORIO

COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)

EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	ACEPTABLE	POBRE
MENOR DE	DE	DE	DE	MAS DE
3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6



EVALUACIÓN DE RESULTADOS



EJEMPLO

DATOS:

$f'c$ ESPECIFICADA = 250 kg/cm²

Nº DE MUESTRAS = 36

ESPECIMENES POR MUESTRA = 2

CALIDAD DEL CONCRETO = GRADO B

(NMX C-155-1987)



EJEMPLO



MUESTRA N°	RESISTENCIA (kg/cm ²)		PROMEDIO (kg/cm ²)	INTERVALO (kg/cm ²)	PROMEDIO DE TRES
	CIL. 1	CIL. 2			
1	237	246	241 □	9	----
2	229	243	236 □	14	----
3	231	231	231 □	0	236 ¥
4	247	255	251	8	239 ¥
5	228	215	221 □	13	234 ¥
6	223	212	217 □	11	230 ¥
7	207	212	209 □ †	5	216 ¥
8	235	239	237 □	4	221 ¥
9	225	227	226 □	2	224 ¥
10	277	281	279	4	247 ¥



EJEMPLO



MUESTRA N°	RESISTENCIA (kg/cm ²)		PROMEDIO (kg/cm ²)	INTERVALO (kg/cm ²)	PROMEDIO DE TRES
	CIL. 1	CIL. 2			
11	233	239	236 □	6	247 ¥
12	244	240	242 □	4	252
13	264	270	267	6	248 ¥
14	280	280	280	0	263
15	305	305	305	0	284
16	293	298	295	5	293
17	265	270	267	5	289
18	317	317	317	0	293
19	258	256	257	2	280
20	316	318	317	2	297



EJEMPLO



MUESTRA N°	RESISTENCIA (kg/cm ²)		PROMEDIO (kg/cm ²)	INTERVALO (kg/cm ²)	PROMEDIO DE TRES
	CIL. 1	CIL. 2			
21	308	303	305	5	293
22	240	245	242 \square	5	288
23	259	259	259	0	269
24	287	276	281	11	261
25	250	251	250	1	263
26	245	248	246 \square	3	259
27	210	207	208 \square \neq	3	235 \neq
28	251	255	253	4	236 \neq
29	333	325	329	8	263
30	243	254	248 \square	11	276



EJEMPLO



MUESTRA N°	RESISTENCIA (kg/cm ²)		PROMEDIO (kg/cm ²)	INTERVALO (kg/cm ²)	PROMEDIO DE TRES
	CIL. 1	CIL. 2			
31	285	269	277	16	284
32	238	239	238 \square	1	254
33	270	271	270	1	262
34	256	261	258	5	255
35	232	233	232 \square	1	253
36	305	303	304	2	265

36	---	---	9331	177	---
----	-----	-----	------	-----	-----



RESULTADOS



$$\text{PROMEDIO } f'c = \frac{9331}{36} = 259 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{DESVIACIÓN ESTÁNDAR } \sigma = \sqrt{\frac{35349.6}{36}} = 31.34 \text{ kg/cm}^2$$



RESULTADOS



$$\text{MEDIA DE LOS INTERVALOS } \bar{R} = \frac{177}{36} = 4.92 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS ENSAYES } \sigma_1 = \frac{1}{1.128} \times 4.92 = 4.36 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LOS ENSAYES } V_1 = \frac{4.36}{259} \times 100 = 1.68\%$$



RESULTADOS



$$\square \text{ RESULTADOS MENORES A } f'c = \frac{16}{36} \times 100 = 44.44 \%$$

$$\ddagger \text{ RESULTADOS MENORES A } f'c - 35 \text{ kg/cm}^2 = \frac{2}{36} \times 100 = 5.56 \%$$

$$\yen \text{ PROMEDIO DE 3 MUESTRAS CONSECUTIVAS MENORES A } f'c = \frac{12}{34} \times 100 = 35.3 \%$$



CONCLUSIONES ESTADÍSTICAS



1.- EL PROMEDIO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS ES DE $f'c = 259 \text{ kg/cm}^2$.

$$\text{PROMEDIO } f'c = \frac{9331}{36} = 259 \text{ kg/cm}^2 > 250 \text{ kg/cm}^2$$



CONCLUSIONES ESTADÍSTICAS



2.- LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DE LAS MUESTRAS ES DE $\sigma = 31.34 \text{ kg/cm}^2$, DE DONDE SE DEDUCE DE LA TABLA N° 3, QUE EL GRADO EN EL CONTROL DE LA UNIFORMIDAD EN LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO ES MUY BUENO.

DESVIACIÓN ESTÁNDAR $\sigma = \sqrt{\frac{35349.6}{36}} = 31.34 \text{ kg/cm}^2$



TABLA 3

EVALUACIÓN DEL GRADO DE CONTROL DE LA UNIFORMIDAD EN LA FABRICACIÓN DEL CONCRETO



DESVIACIÓN ESTÁNDAR (kg/cm²)

EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	ACEPTABLE	POBRE
MENOR DE	DE	DE	DE	MAS DE
25	25 a 35	35 a 40	40 a 50	50



CONCLUSIONES ESTADÍSTICAS



3.- EL COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LOS ENSAYES ES DE 1.68 %, POR LO QUE SE DEDUCE DE ACUERDO A LA TABLA N° 4 QUE EL GRADO DE CONTROL DEL LABORATORIO ES EXCELENTE.

COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LOS ENSAYES $V_1 = \frac{4.36}{259} \times 100 = 1.68\%$



TABLA 4

EVALUACIÓN DEL GRADO DE CONTROL DEL LABORATORIO



COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)

EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	ACEPTABLE	POBRE
MENOR DE	DE	DE	DE	MAS DE
3	3 a 4	4 a 5	5 a 6	6



CONCLUSIONES ESTADÍSTICAS



4.- ▣ INDICA LOS PROMEDIOS DE LAS MUESTRAS CUYA RESISTENCIA ES MENOR A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$.



CONCLUSIONES ESTADÍSTICAS



5.- ▣ SE TIENE EL 44.44 % DE RESISTENCIAS MENORES A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, POR LO QUE DE ACUERDO A LA NORMA NMX-C-155-1987 GRADO "B", SOLO SE PERMITE UN 10 %, POR LO QUE EL CONCRETO NO CUMPLE CON LA NORMA.

▣ PORCIENTO DE RESULTADOS MENORES A $f'c$ = $\frac{16}{36} \times 100 = 44.44 \%$



CONCLUSIONES ESTADÍSTICAS



6.- ‡ INDICA LOS PROMEDIOS DE LAS MUESTRAS CUYA RESISTENCIA ES MENOR A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA $f'c$ MENOS 35 kg/cm² = 215 kg/cm²



CONCLUSIONES ESTADÍSTICAS



7.- ‡ SE TIENE EL 5.56 % DE RESISTENCIAS MENORES A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA $f'c$ MENOS 35 kg/cm², POR LO QUE DE ACUERDO A LA NORMA NMX-C-155-1987 GRADO "B" SOLO SE PERMITE UN 1 %, POR LO QUE EL CONCRETO NO CUMPLE CON LA NORMA.

$$\begin{aligned} \ddagger \text{ RESULTADOS MENORES} &= \frac{2}{36} \times 100 = 5.56\% \\ \text{A } f'c - 35 \text{ kg/cm}^2 & \end{aligned}$$



CONCLUSIONES ESTADÍSTICAS



8.- ¥ INDICA LOS PROMEDIOS DE 3 MUESTRAS CONSECUTIVAS CUYA RESISTENCIA ES MENOR A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$.



CONCLUSIONES ESTADÍSTICAS



9.- ¥ SE TIENE EL 35.3 % DE RESISTENCIAS MENORES A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, POR LO QUE DE ACUERDO A LA NORMA NMX-C-155-1987 GRADO "B", SOLO SE PERMITE UN 1 %, POR LO QUE EL CONCRETO NO CUMPLE CON LA NORMA.

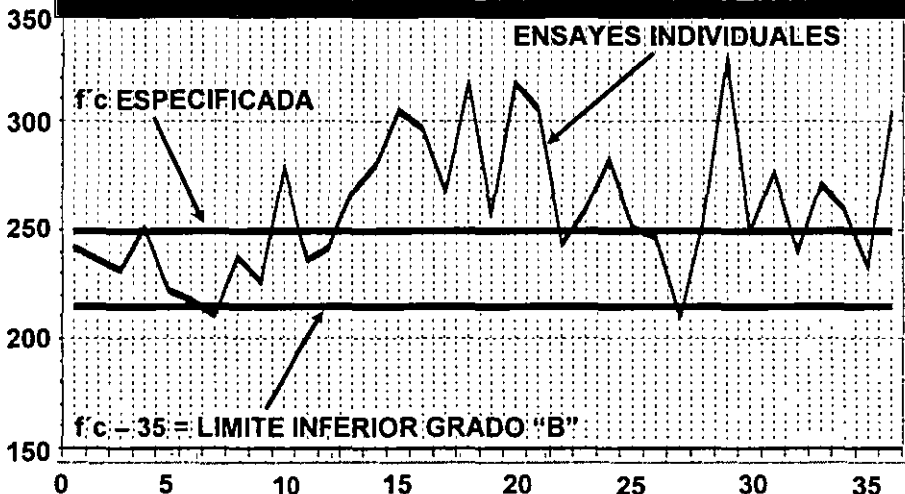
$$\begin{array}{l} \text{¥ PROMEDIO DE} \\ \text{3 MUESTRAS} \\ \text{CONSECUTIVAS} \\ \text{MENORES A } f'c \end{array} = \frac{12}{34} \times 100 = 35.3\%$$



CONCLUSIONES ESTADÍSTICAS



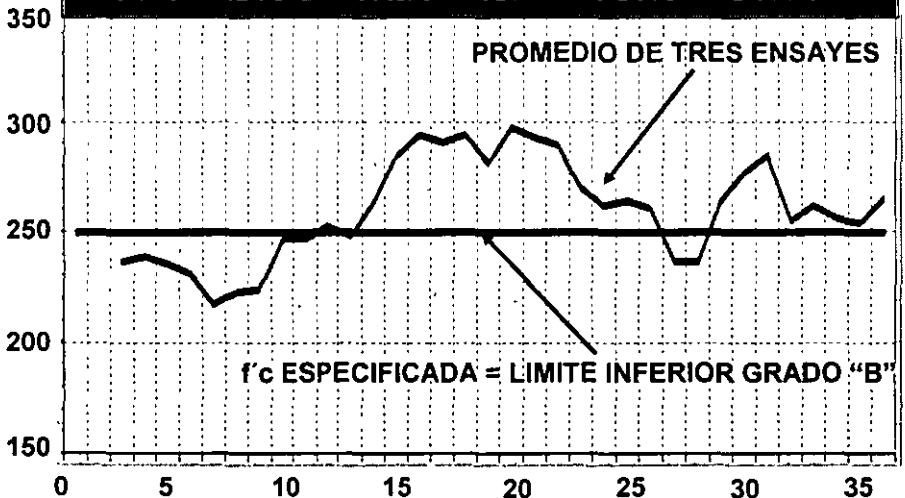
ENSAYES INDIVIDUALES DE RESISTENCIA



CONCLUSIONES ESTADÍSTICAS

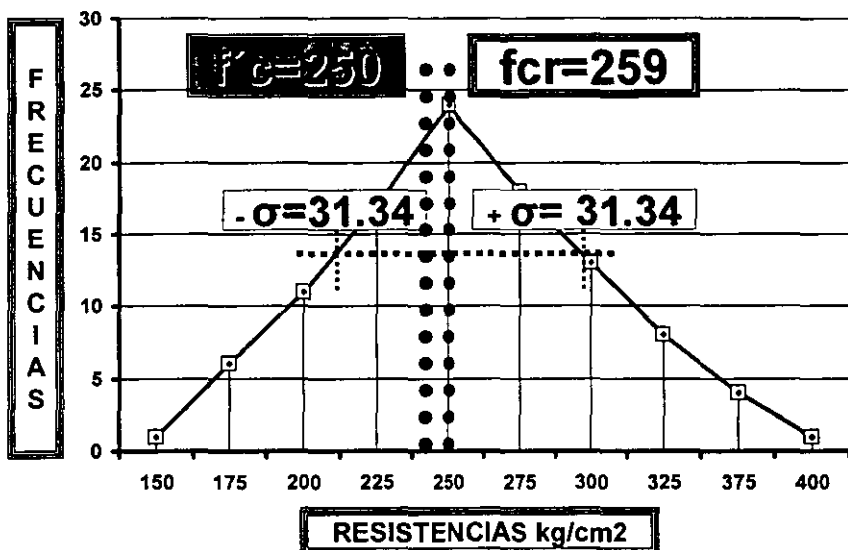


PROMEDIO DE TRES ENSAYE CONSECUTIVOS





GRAFICA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL



CALCULO DE LA RESISTENCIA DE LA MEZCLA



DATOS

$$f_c = 250 \text{ kg/cm}^2.$$

$$t_{1\%} = 2.33$$

$$\sigma = 31.34 \text{ kg/cm}^2.$$

$$t_{10\%} = 1.28$$

CALCULO

$$f_{cr} = f_c + \sigma t_{10\%} = 250 + 31.34 \times 1.28 = 290.1$$

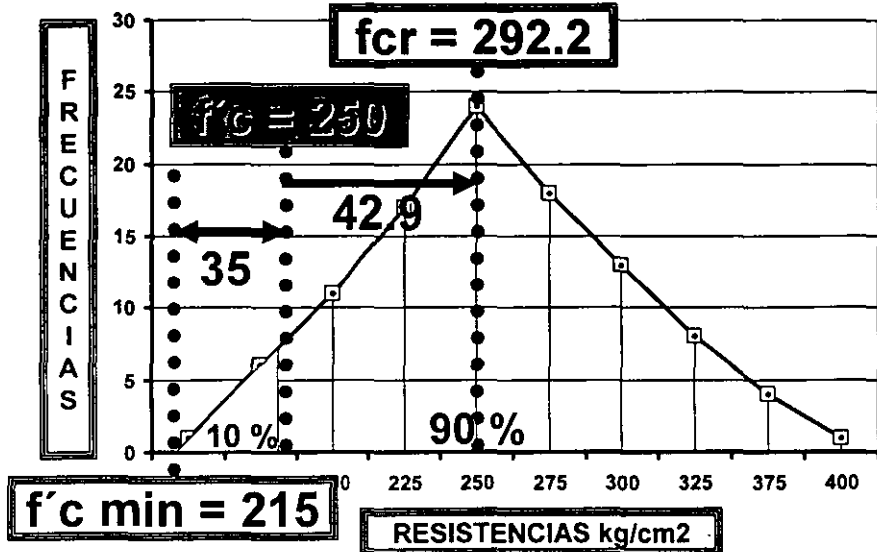
$$f_{cr} = f_c + \frac{\sigma t_{1\%}}{\sqrt{3}} = 250 + \frac{31.34 \times 2.33}{1.73} = 292.2$$

$$f_{cr} = (f_c - 35) + \sigma t_{1\%} = 215 + 31.34 \times 2.33 = 288.0$$

$f_{cr} = 292.2 \text{ kg/cm}^2$



GRAFICA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL



RESISTENCIA ESPECIFICADA
f'c = 250 kg/cm². σ = 31.34 kg/cm².



REGLAMENTO DEL D.F.

Clase 1 fcr = 320.0 kg/cm².

Clase 2 fcr = 305.0 kg/cm².

NORMA NMX-C-155

Grado A fcr = 277.6 kg/cm².

Grado B fcr = 292.2 kg/cm².

NORMA NMX-C-403

fcr = 320.0 kg/cm².

REGLAMENTO ACI

fcr = 320.0 kg/cm².



FABRICAR
CONCRETO
HIDRAULICO NO ES
SIMPLEMENTE
MEZCLAR
CEMENTO, AGUA Y
AGREGADOS, SI NO
ES EL
DESARROLLO DE
TODA UNA
TECNOLOGÍA



ALGUNA PREGUNTA



ANTES DEL BRINDIS



LABORATORIO DE CONTROL, S.A. DE C.V.

Isabel la Católica N° 504

Col. Algarin

06880 México, D.F.

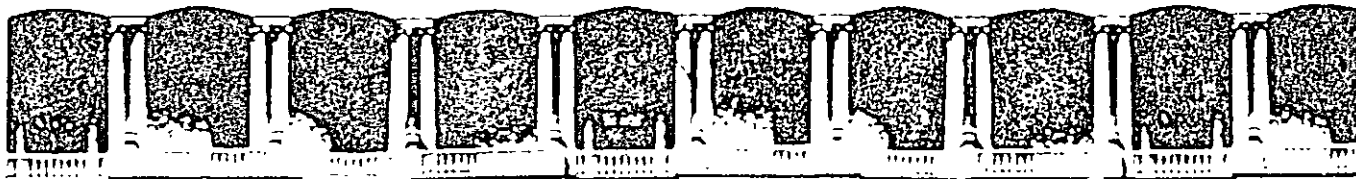
control@grupo-sacmag.com.mx

www.grupo-sacmag.com.mx



ALVARO JORGE ORTIZ FERNANDEZ

- **INGENIERO CIVIL EGRESADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.**
- **PROFESOR DE ASIGNATURA (CONSTRUCCIÓN I), POR EXAMEN DE OPOSICION EN LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.**
- **GERENTE GENERAL DE LABORATORIO DE CONTROL, S.A. DE C.V.**
- **VICEPRESIDENTE DE GRUPO SACMAG, S. DE R.L. DE C.V. (INGENIEROS Y ARQUITECTOS CONSULTORES).**
- **SOCIO Y MIEMBRO DEL CONSEJO DE ADMINISTRACION DE LAS SIGUIENTES EMPRESAS DE CONSULTORIA.**
 - **GRUPO SACMAG, S. de R.L. de C.V.**
 - **LABORATORIO DE CONTROL, S.A. de C.V.**
 - **SACMAG DE MEXICO, S.A. de C.V.**
 - **SUPERVISORES TECNICOS, S.A. de C.V.**
 - **COORDINACION TECNICO ADMINISTRATIVA DE OBRAS, S.A. de C.V.**
 - **CONSULTORES EN TECNOLOGIA ECOLOGICA, S.A. de C.V.**
 - **INGENIERIA INDUSTRIAL PARA AMERICA LATINA, S.A. de C.V.**
 - **GEOAMBIENTE, S.A. de C.V.**
 - **INMOBILIARIA TARANCON, S.A de C.V.**
 - **INMOBILIARIA NEWCOM, S.A. de C.V.**
 - **COMEFICO, S.C.**
 - **DEON, S.C.**
- **ASESOR EN CENTROAMERICA Y EL CARIBE PARA GRUPO SACMAG INTERNACIONAL**
- **PRESIDENTE DE LA ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION, A.C. (ANALISEC) 1982-1983.**
- **VICEPRESIDENTE DE LA CAMARA NACIONAL DE EMPRESAS DE CONSULTORIA, 1991 – 1992.**
- **DIRECTOR DE ACTIVIDADES ESTUDIANTILES Y DELEGACIONES DE LA SECCION CENTRO Y SUR DE MEXICO DEL AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, 1998 – 2001.**
- **CONFERENCISTA DEL CENTRO DE EDUCACION CONTINUA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.**
- **CONFERENCISTA DEL INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO.**
- **CONFERENCISTA DEL COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MEXICO.**
- **CONFERENCISTA EN DIVERSAS UNIVERSIDADES DE LA REPUBLICA MEXICANA.**
- **MIEMBRO DEL AMERICAN CONCRETE INSTITUTE.**



FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSOS ABIERTOS

CA033 FORMACIÓN DE SUPERVISOR MODERNO DE OBRA

Julio del 2003

Tema

CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO HIDRAULICO

EXPOSITOR :Ing. Álvaro J. Ortiz Fernández

PALACIO DE MINERÍA
JULIO DEL 2003

CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO HIDRAULICO

I.- SELECCIÓN DEL LABORATORIO

- a.- Introducción.
- b.- Descripción de actividades.
- c.- Selección.

II.- COMPONENTES DEL CONCRETO HIDRÁULICO

- a.- Cemento
- b.- Agua
- c.- Agregados
- d.- Aditivos

III.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL CONCRETO FRESCO

- a.- Uniformidad
- b.- Trabajabilidad
- c.- Peso Volumétrico
- d.- Segregación y Sangrando
- e.- Fraguado

IV.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL CONCRETO ENDURECIDO

- a.- Resistencia a la compresión.
- b.- Resistencia a la tensión.
- c.- Resistencia a la flexión.
- e.- Modulo de elasticidad.

V.- PRUEBAS ESPECIALES

- a.- Corazones de concreto endurecido
- b.- Esclerómetro
- c.- Ultrasonido
- d.- Pistola de Windsor
- e.- Extracción.

SÍNTESIS: En el curso se presenta una descripción de los componentes que se utilizan para la elaboración del concreto hidráulico, así como los procedimientos, para realizar las pruebas más comunes para el control de calidad en el campo y en el laboratorio del concreto hidráulico fresco y endurecido.



CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO HIDRÁULICO

ING. ALVARO J. ORTIZ FERNANDEZ



SELECCION DEL LABORATORIO COMPONENTES DEL CONCRETO HIDRÁULICO

PRUEBAS ESPECIALES



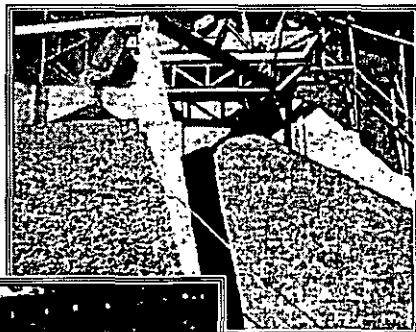
EL LABORATORIO AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCIÓN



INVESTIGACIÓN
VERIFICACIÓN O CONTROL
ASESORIA

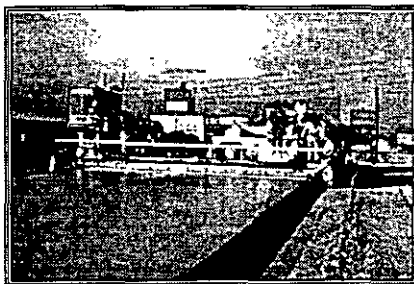


INVESTIGACIÓN

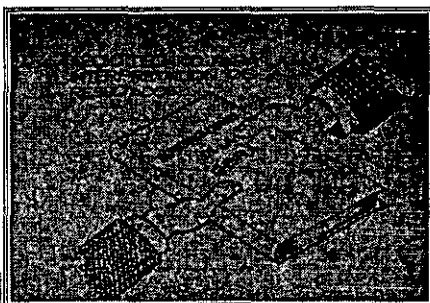




VERIFICACIÓN O CONTROL

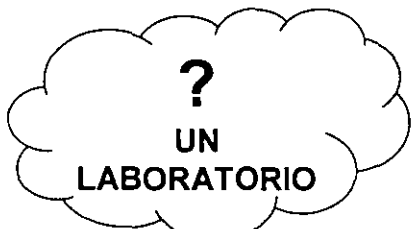


ASESORIA





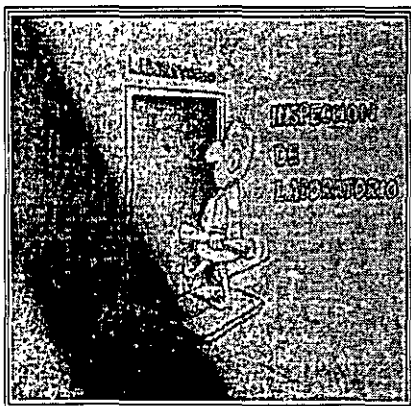
SELECCIÓN DEL LABORATORIO



**INSTITUCIÓN DE PRESTIGIO
RECONOCIDO**

**REVISIÓN DE INSTALACIONES
Y PROCEDIMIENTOS**

**CERTIFICADO POR OTRO
ORGANISMO**





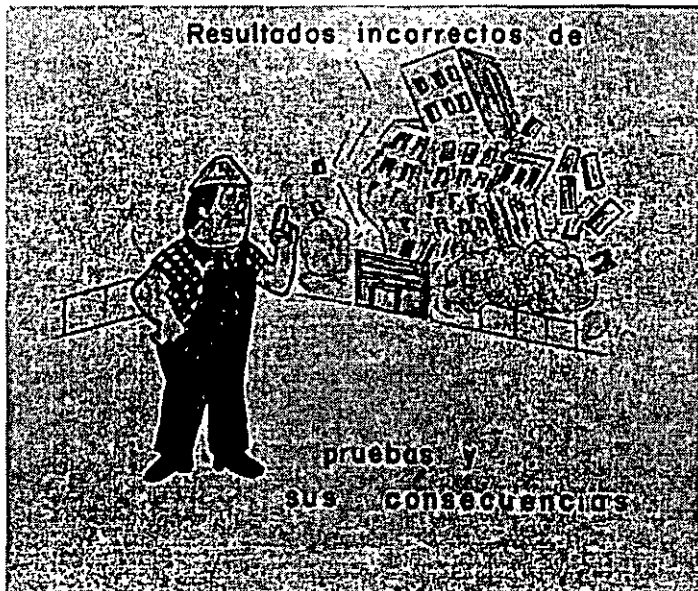
LO
IMPORTANTE
NO ES LA
CALIDAD SI
NO EL
PRECIO



QUE INTERESANTE
¿ Y CUANTO COBRA
SU LABORATORIO ?



Resultados incorrectos de



pruebas y
sus consecuencias







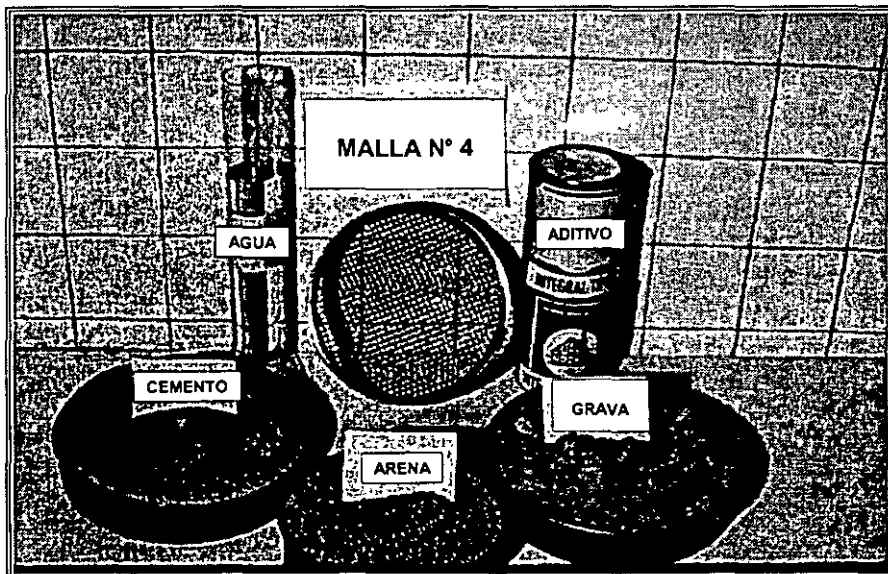
COMPONENTES DEL CONCRETO HIDRÁULICO

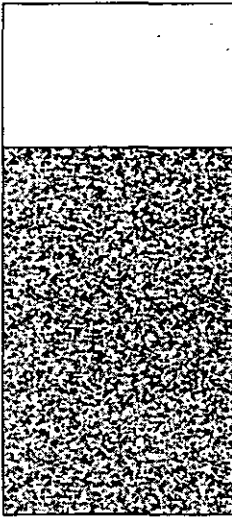
CEMENTO

AGUA

AGREGADOS

ADITIVOS





PASTA DE CEMENTO
(33% AL 25%)

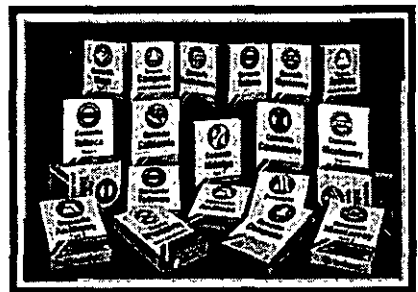
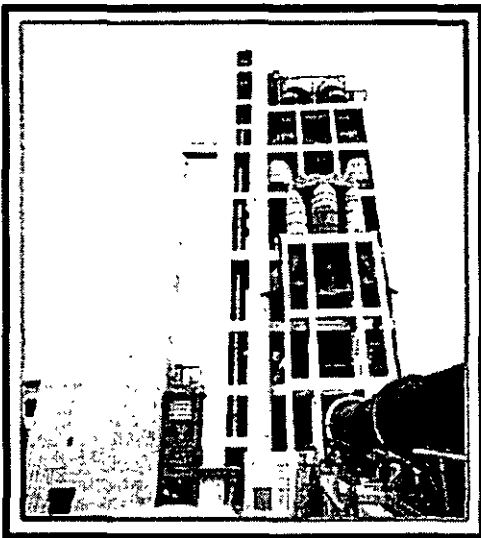
AGREGADOS
(67% AL 75%)



**LOS AGREGADOS CONSTITUYEN DEL 67%
AL 75 % DEL VOLUMEN DEL CONCRETO**

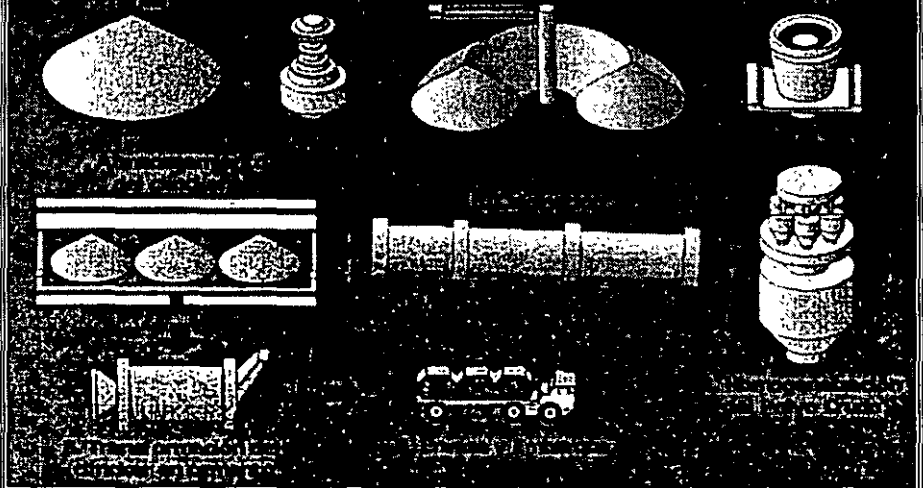


CEMENTO
(NMX-C-414)

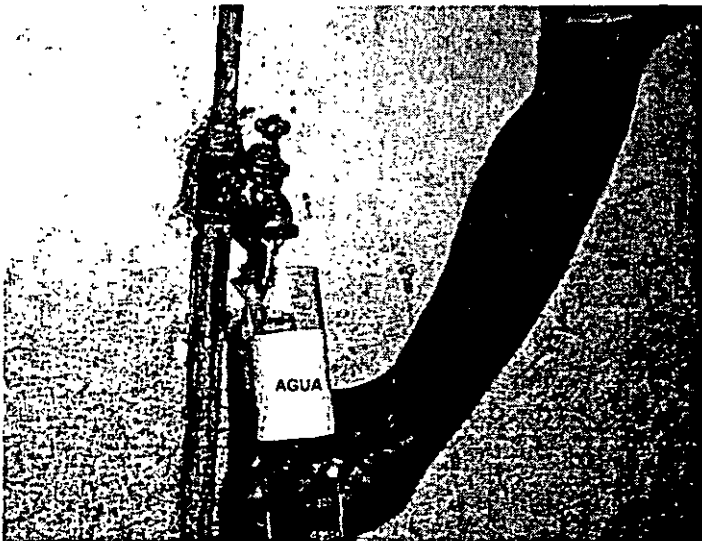


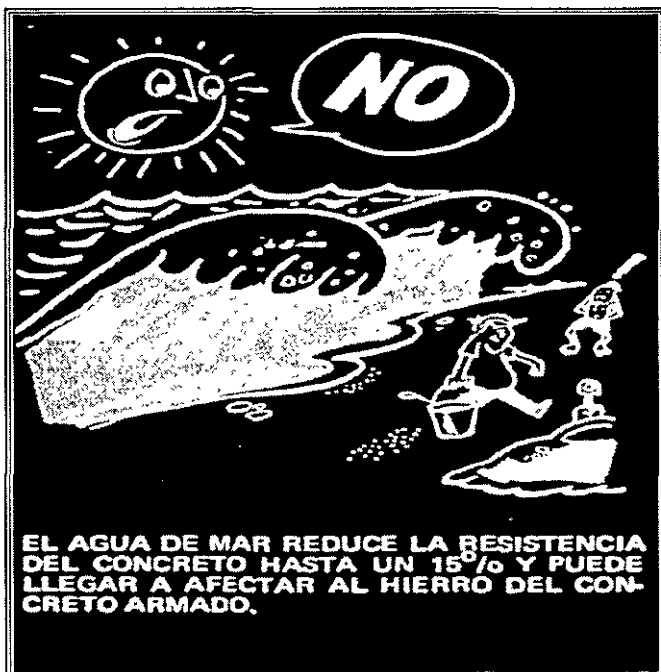


PROCESO GENERAL



AGUA (NMX-C-122)





EL AGUA DE MAR REDUCE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO HASTA UN 15% Y PUEDE LLEGAR A AFECTAR AL HIERRO DEL CONCRETO ARMADO.



EL AGUA PROVENIENTE DE PANTANOS CONTIENE MATERIA ORGANICA. LA MATERIA ORGANICA AFECTA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO.





AGREGADOS
(NMX-C-111)

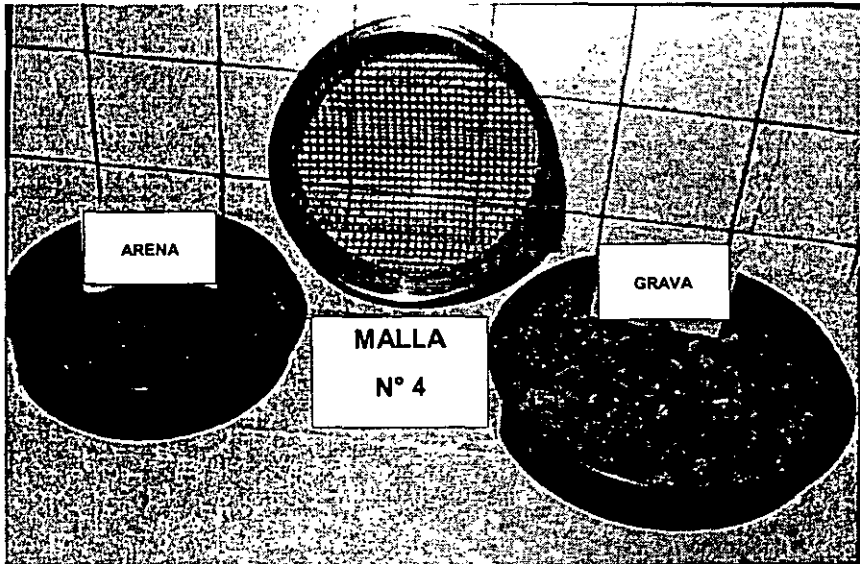


AGREGADO GRUESO (GRAVA)
MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N° 4 (4.76 M.M.)

AGREGADO FINO (ARENA)
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 4 (4.76 M.M.)



AGREGADOS
(NMX-C-111)





PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS



- COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA
- PESO ESPECIFICO
- ABSORCIÓN
- PESO VOLUMÉTRICO
- SUBSTANCIAS DELETÉREAS
- SANIDAD
- RESISTENCIA
- INTEMPERISMO ACELERADO
- DESGASTE DE LOS ÁNGELES

1



ADITIVOS



- Polvo de cenizas activas
- Polvo de cenizas volantes
- Polvo de cenizas de carbón
- Polvo de cenizas de aceite
- Polvo de cenizas de petróleo
- Polvo de cenizas de gas
- Polvo de cenizas de lignito
- Polvo de cenizas de torrefacción
- Polvo de cenizas de turba
- Polvo de cenizas de madera
- Polvo de cenizas de carbón vegetal



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL CONCRETO FRESCO



TRABAJABILIDAD

PESO VOLUMÉTRICO

SEGREGACIÓN Y SANGRADO

FRAGUADO

UNIFORMIDAD



TRABAJABILIDAD



REVENIMIENTO

ESFERA DE KELLY

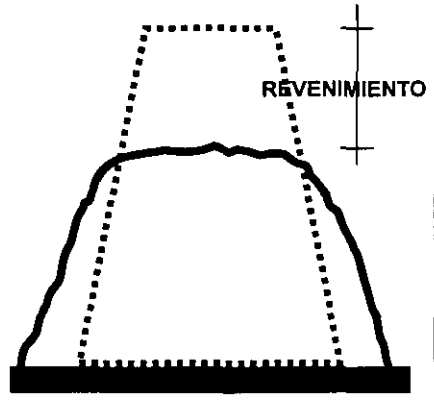
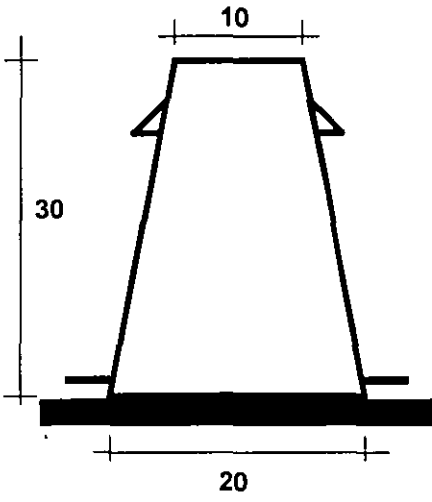
FACTOR DE COMPACTACIÓN

REMOLDEO DE POWERS

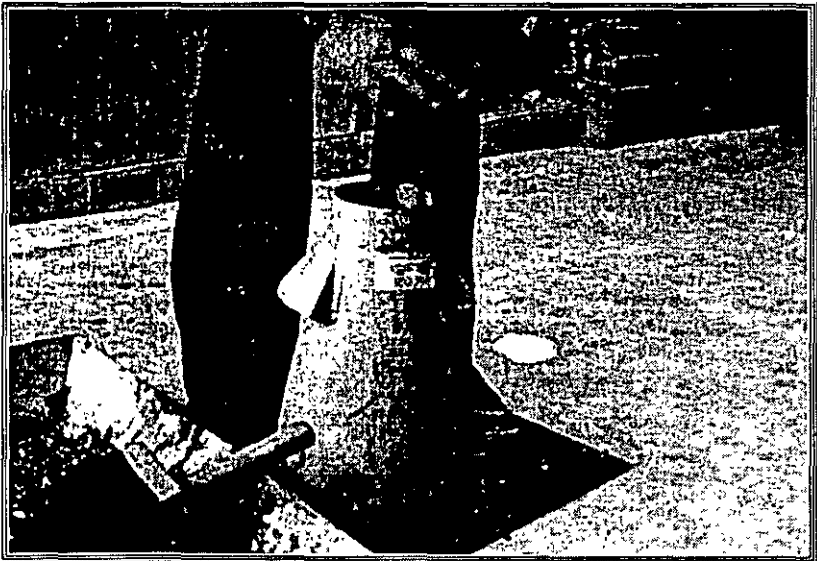
PRUEBA VEBE

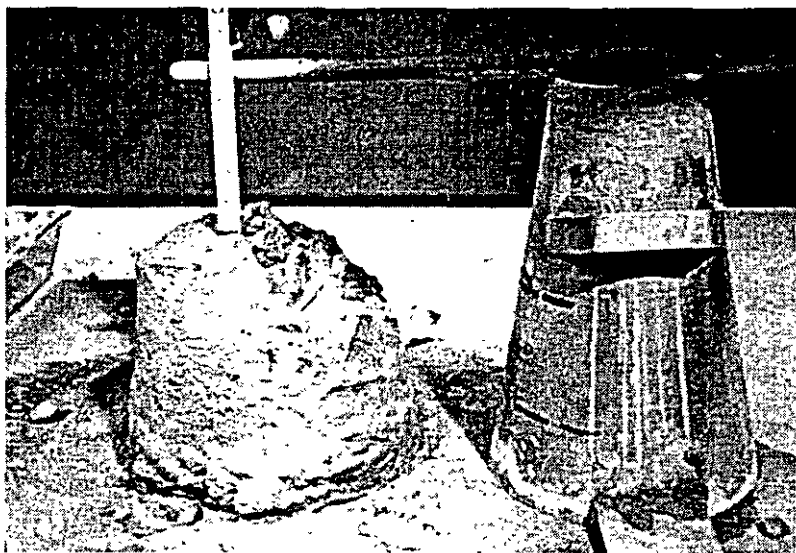


REVENIMIENTO



MEDIDAS INTERIORES EN CMS.







NORMA NMX-C-155



REVENIMIENTO
CMS.

TOLERANCIA
CMS.

MENOS DE 5

± 1.5

DE 6 A 10

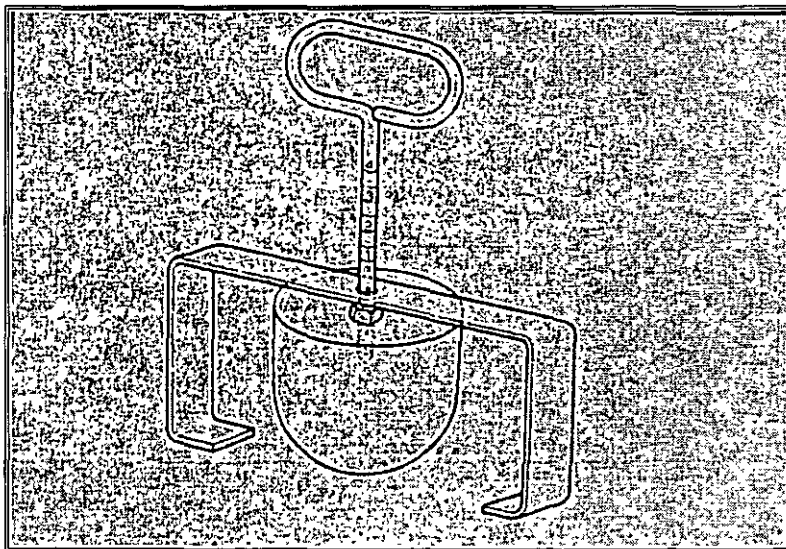
± 2.5

MAS DE 10

± 3.5



ESFERA DE KELLY



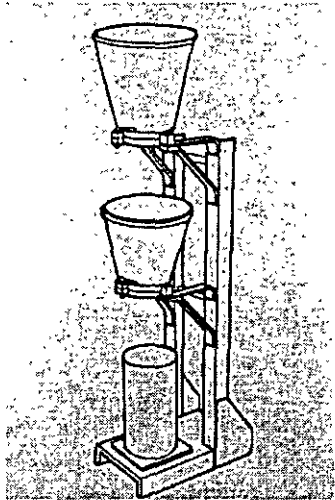


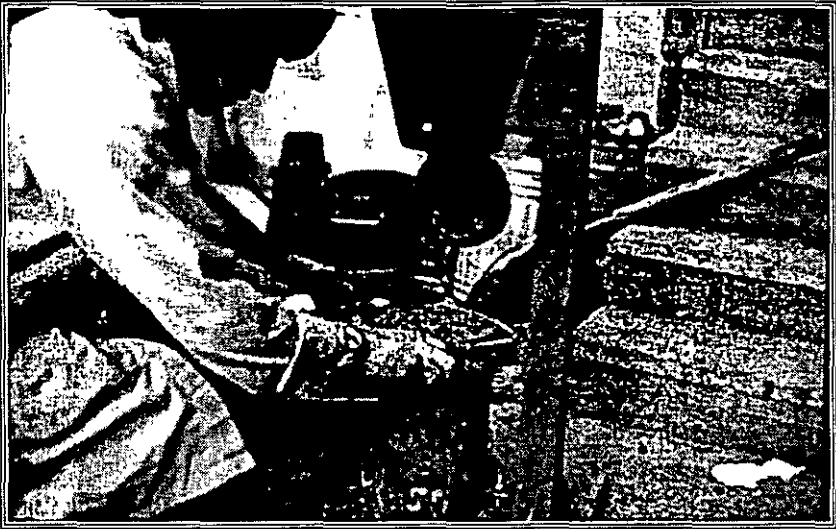
Taking a ball-penetration reading on concrete in place.

Key equipment:
ball-penetration apparatus.

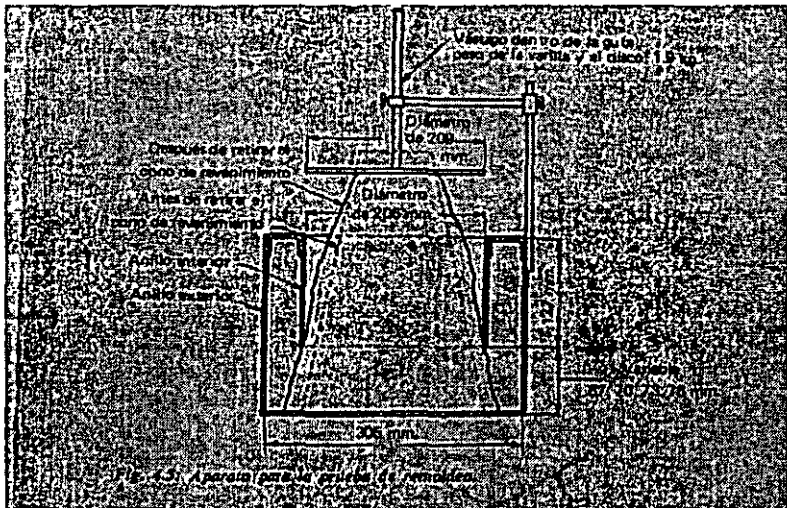
The ball-penetration test can also be made on concrete in a container such as a wire basket, hopper, or pan.

FACTOR DE COMPACTACIÓN





REMOLDEO DE POWERS PRUEBA VEBE



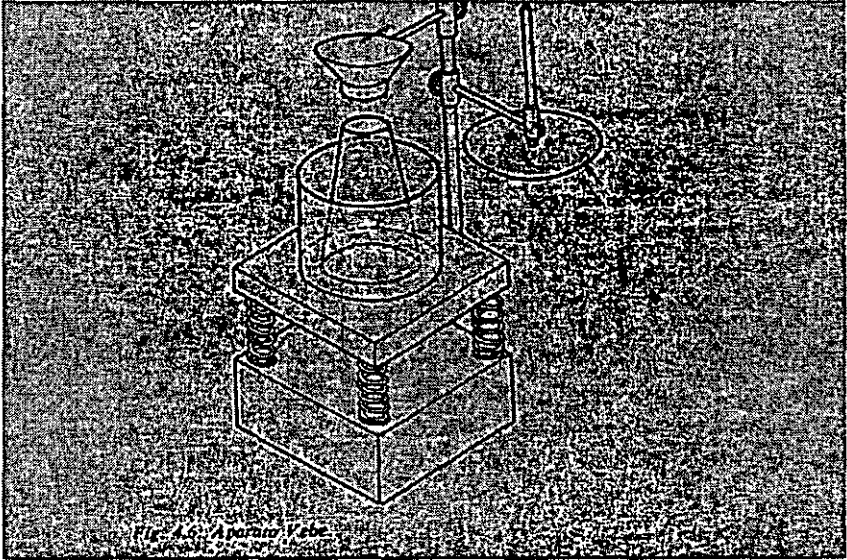
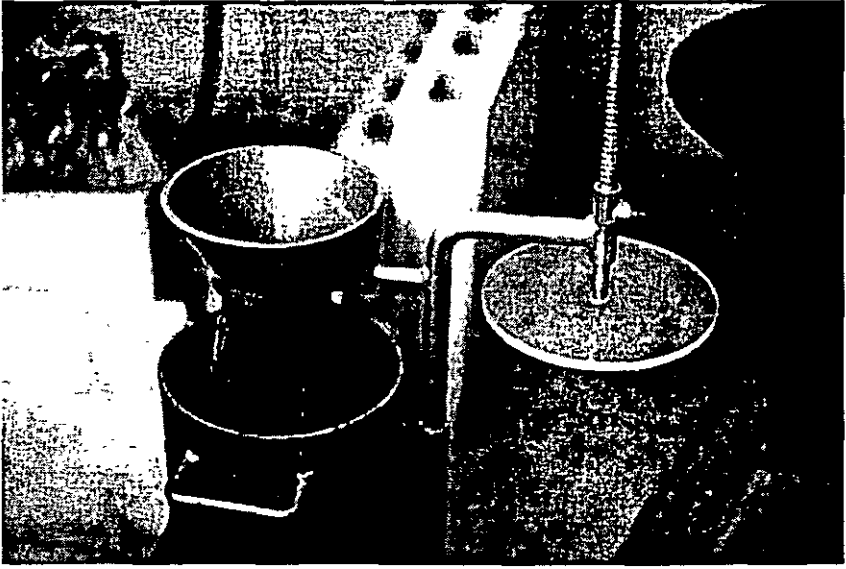
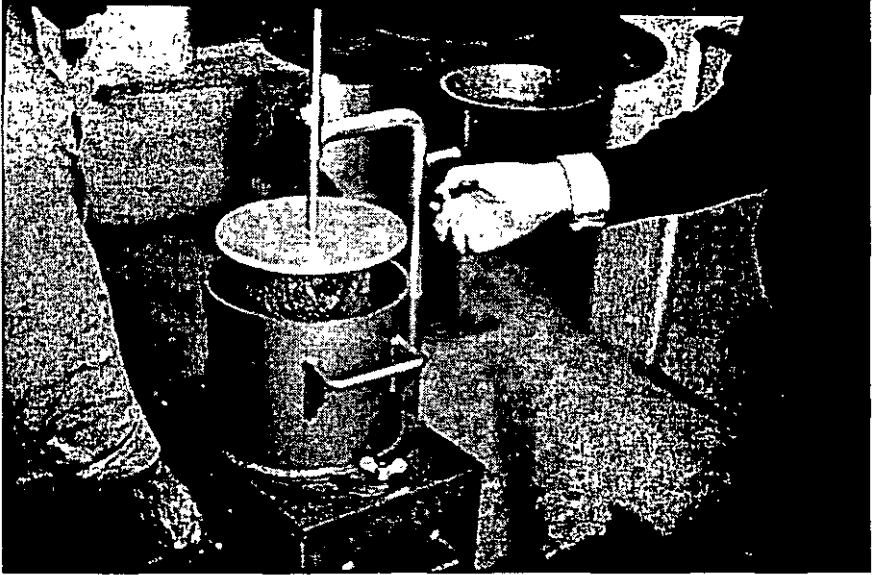
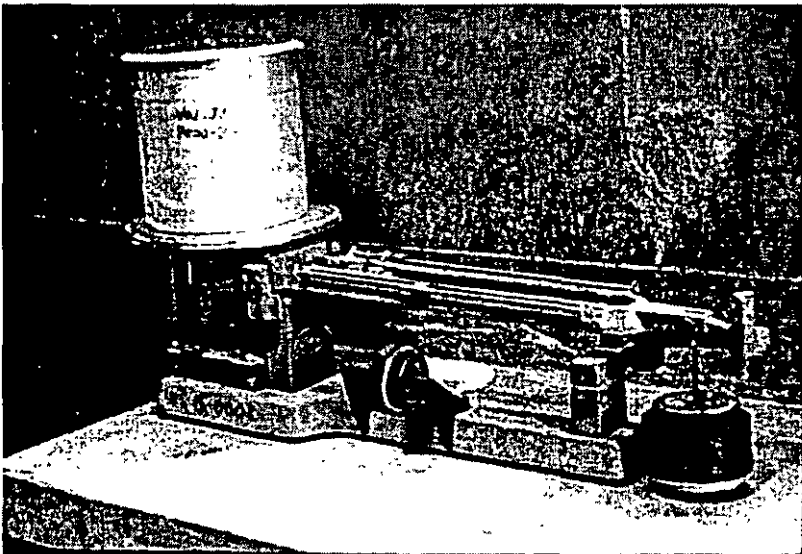


Fig. 16. Aparato Vebe



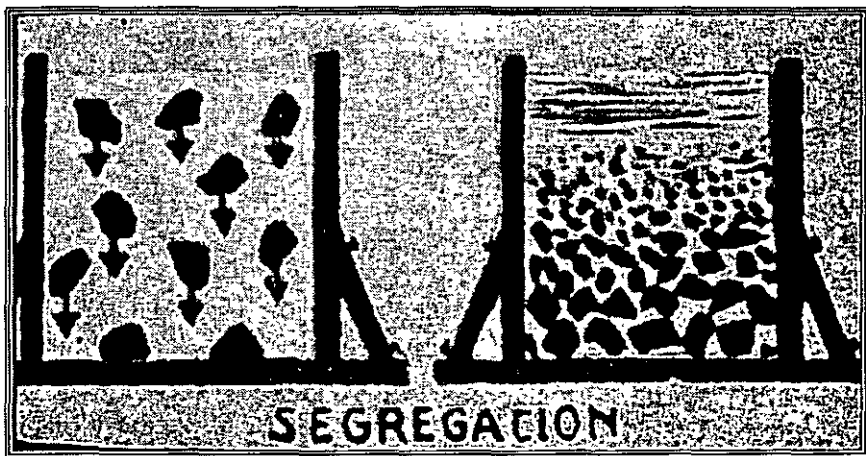


PESO VOLUMÉTRICO

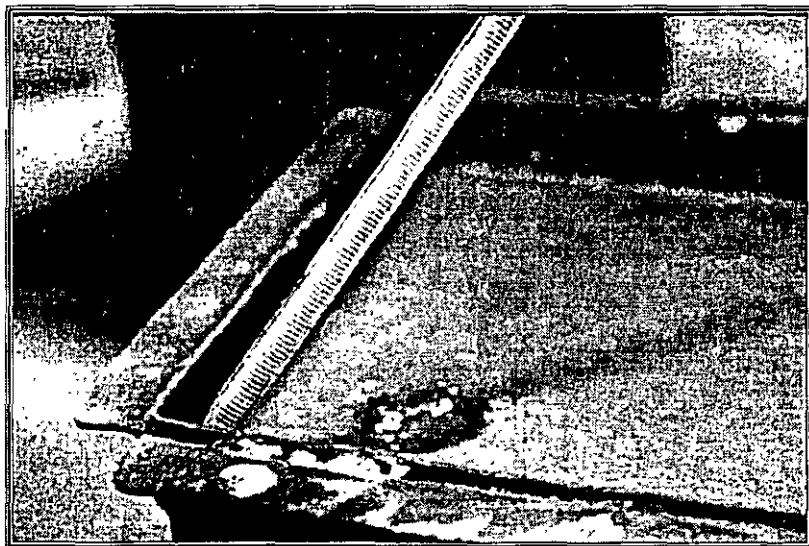




SEGREGACIÓN Y SANGRADO



SANGRADO





FRAGUADO



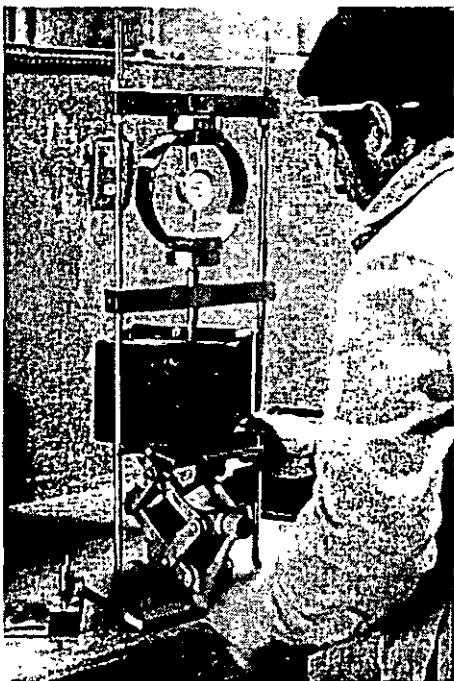
TIEMPOS DE FRAGUADO

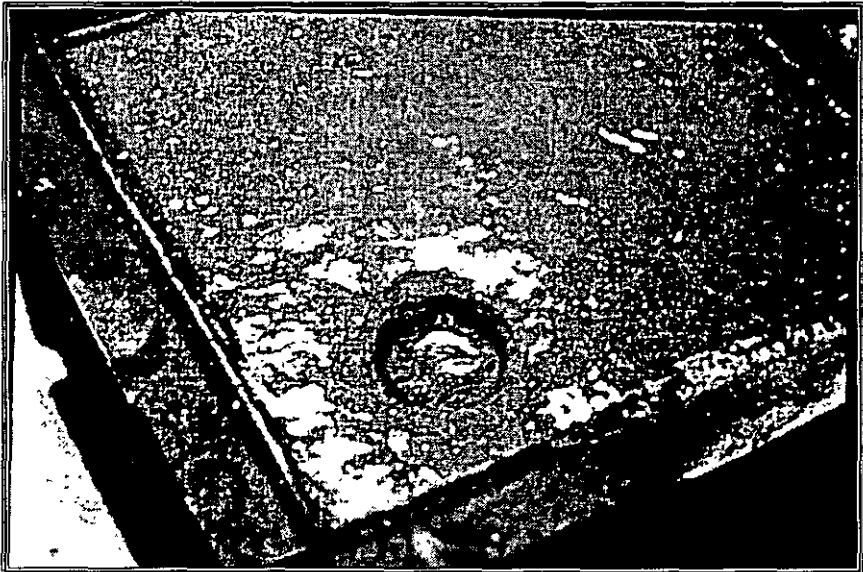
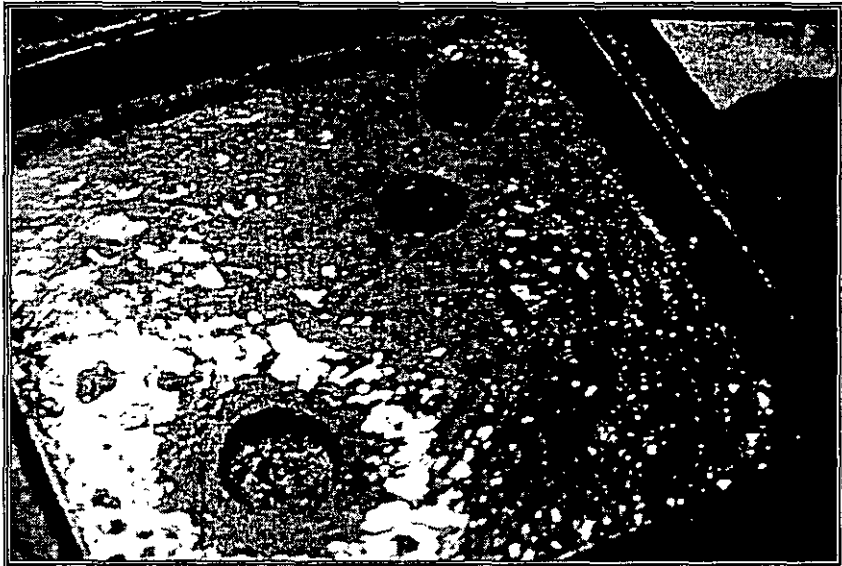
FRAGUADO

**RESISTENCIA A LA
PENETRACIÓN**

INICIAL 35 KG/CM² (500 PSI)

FINAL 280 KG/CM² (4000 PSI)



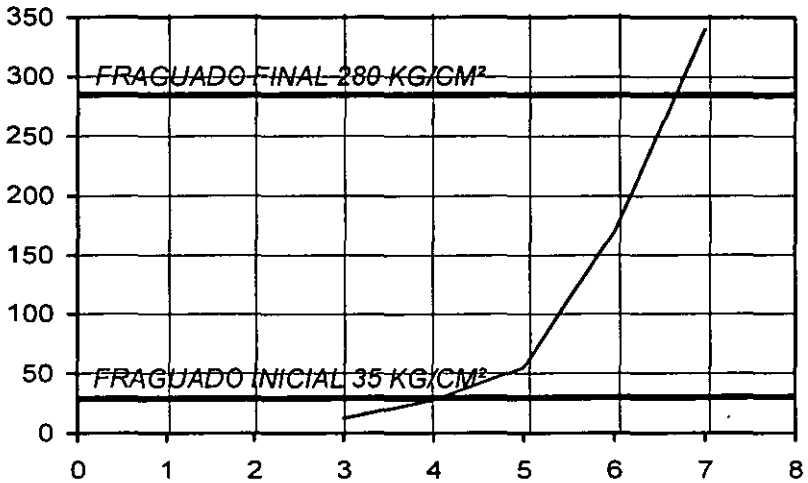




GRAFICA DE FRAGUADO



RESISTENCIA A LA PENETRACION
(kg/cm²)



TIEMPO (HORAS)



UNIFORMIDAD



NORMA NMX-C-155

- CONTROL EN LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO
- REQUISITOS DE UNIFORMIDAD DE MEZCLADO



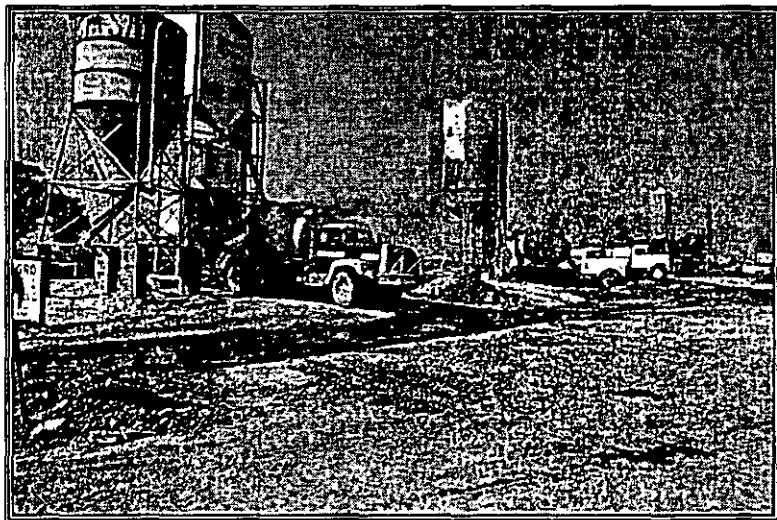
CONTROL EN LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO



- VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO Y PRECISIÓN DE LOS EQUIPOS PARA DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO
- VARIACIÓN EN LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS



VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO Y PRECISIÓN DE LOS EQUIPOS PARA DOSIFICACIÓN





**VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO Y
PRECISIÓN DE LOS EQUIPOS PARA
DOSIFICACIÓN**



CEMENTO

PESADAS

TOLERANCIA

MASAS MAYORES AL 30 %
DE LA CAPACIDAD DE
LA BASCULA

± 1% DE LA MASA
REQUERIDA

MASAS MENORES AL 30 %
DE LA CAPACIDAD DE
LA BASCULA

+ 4% DE LA MASA
REQUERIDA



**VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO Y
PRECISIÓN DE LOS EQUIPOS PARA
DOSIFICACIÓN**



AGREGADOS

PESADAS

**TOLERANCIA
INDIVIDUAL ACUMULADA**

MASAS MAYORES AL
30 % DE LA CAPACIDAD
DE LA BASCULA

± 2%

± 1%

MASAS MENORES AL 30 %
DE LA CAPACIDAD DE
LA BASCULA

± 2%

± 0.3% C.T.B.
± 3% M. A.
EL MENOR



**VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO Y
PRECISIÓN DE LOS EQUIPOS PARA
DOSIFICACIÓN**



AGUA

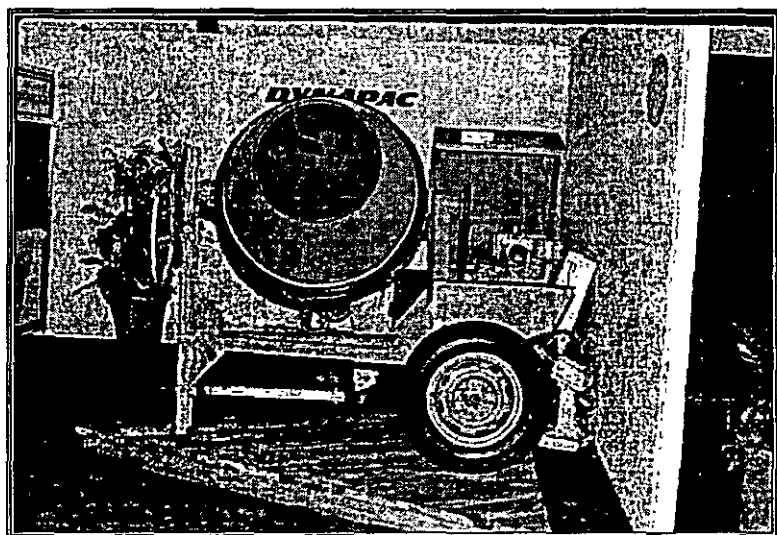
TOLERANCIA $\pm 1\%$

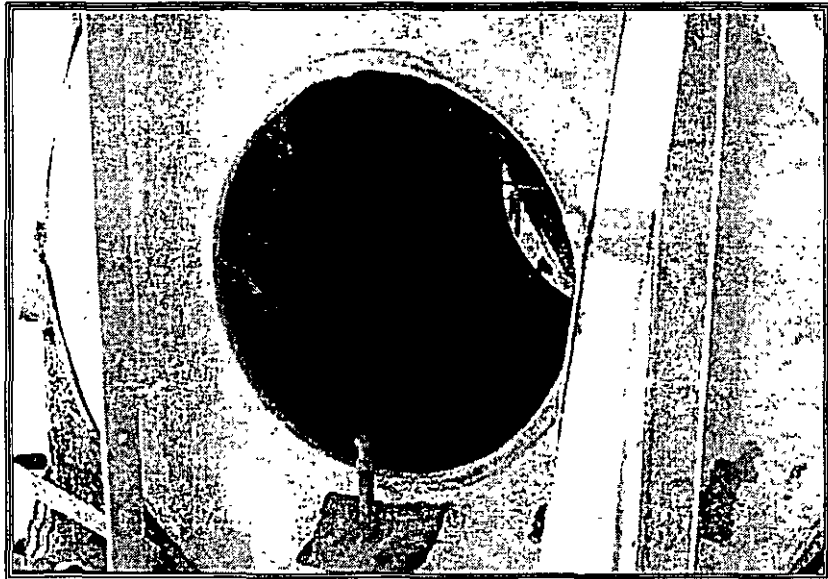
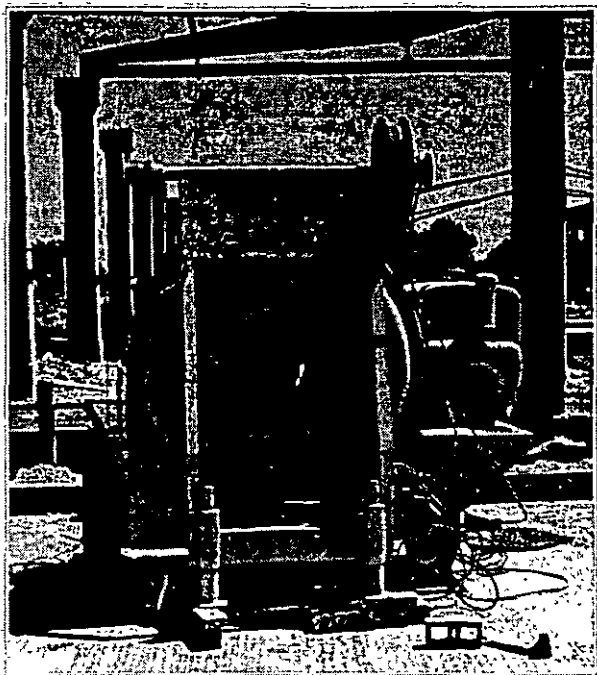
ADITIVOS

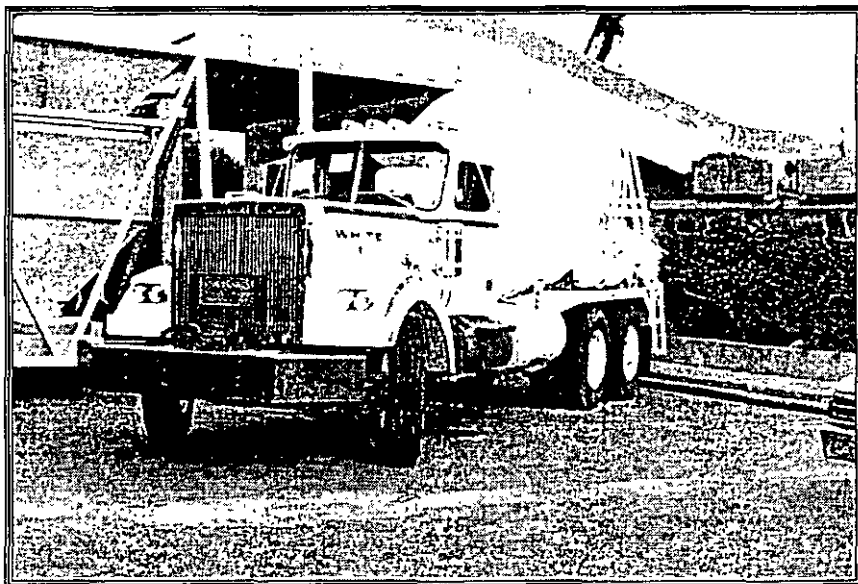
TOLERANCIA $\pm 3\%$



**VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO Y
PRECISIÓN DE LOS EQUIPOS PARA
MEZCLADO**









VERIFICACIÓN EN LA VARIACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL LOS AGREGADOS



REQUISITOS DE UNIFORMIDAD DE MEZCLADO



PRUEBA

DIFERENCIA MÁXIMA *

1.- MASA VOLUMÉTRICA (KG/M ³).	15
2.- CONTENIDO DE AIRE (%).	1
3.- REVENIMIENTO (CMS).	
MENOR DE 6	1.5
ENTRE 6 Y 12	2.5
MAYOR DE 12	3.5
4.- CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO (%).	6
5.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 7 DÍAS (%).	10



NOTAS:

* DIFERENCIA MÁXIMA PERMISIBLE ENTRE RESULTADOS DE PRUEBA CON MUESTRAS OBTENIDAS DE DOS PORCIONES DIFERENTES DE LA DESCARGA, LAS DOS MUESTRAS PARA EFECTUAR LAS DETERMINACIONES DE ESTA TABLA DEBEN OBTENERSE AL PRINCIPIO Y AL FINAL DE LA DESCARGA (PRINCIPIO ENTRE EL 10% Y EL 15% FINAL ENTRE EL 85% Y EL 90% DEL VOLUMEN).

** LA APROBACIÓN TENTATIVA DE LA MEZCLADORA PUEDE SER OTORGADA ANTES DE OBTENER RESULTADOS DE LA PRUEBA DE RESISTENCIA.



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL CONCRETO ENDURECIDO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

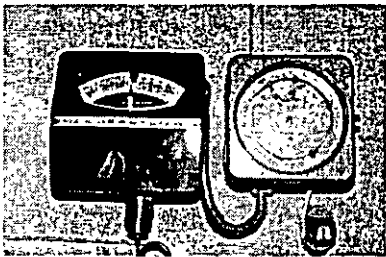
RESISTENCIA A LA TENSIÓN

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

MODULO DE ELASTICIDAD

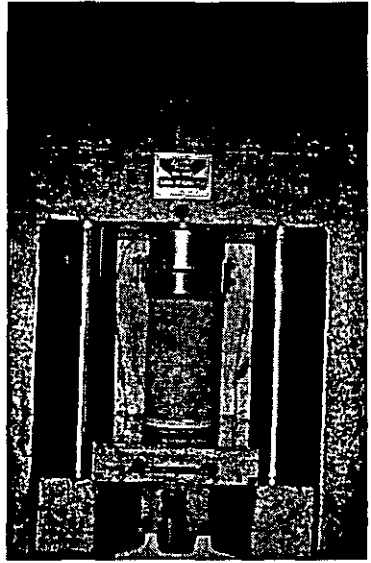


RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

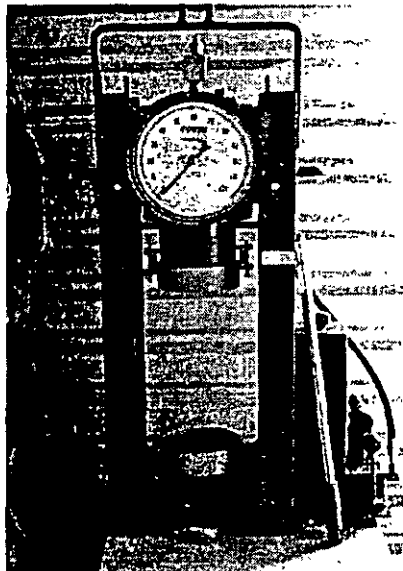
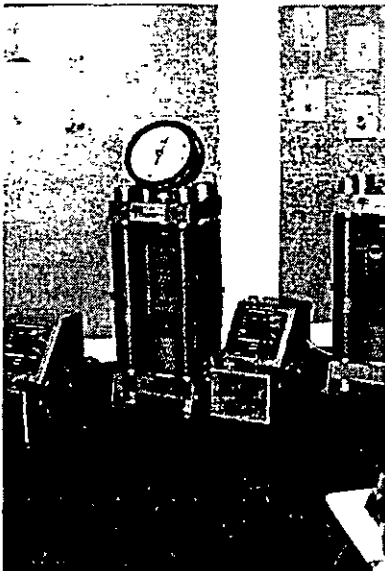




GRUPO BAGMAR

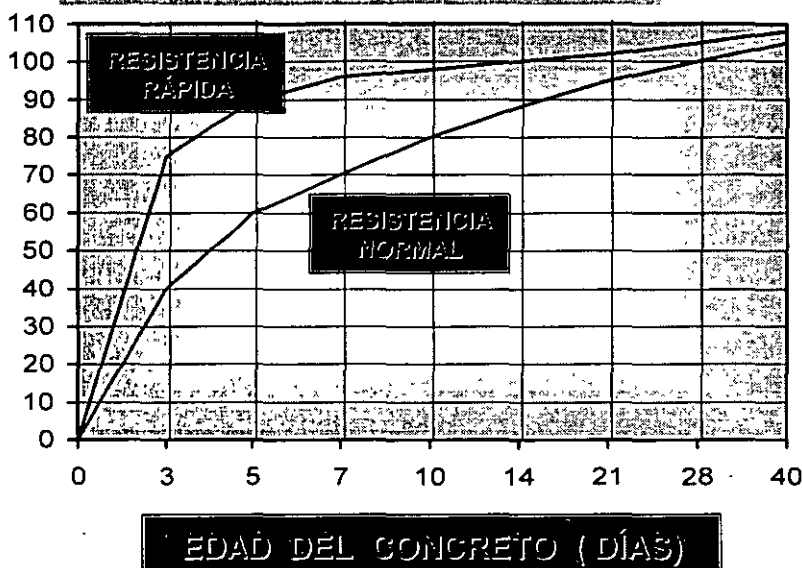


GRUPO BAGMAR





GRAFICA DE INCREMENTO DE RESISTENCIA

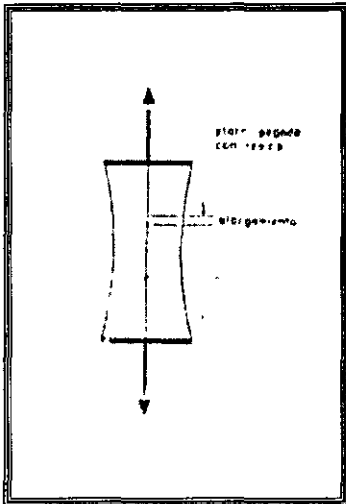


$$f'c = \frac{P}{A}$$

$f'c$ = RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm².)
P = CARGA MÁXIMA EN EL MANÓMETRO (kg.)
A = ÁREA TRANSVERSAL DEL CILINDRO (cm².)



RESISTENCIA A LA TENSION



$$f_t = \frac{P}{A}$$

f_t = RESISTENCIA A LA TENSION (kg/cm².)

P = CARGA MÁXIMA APLICADA (kg.)

A = ÁREA TRANSVERSAL DEL CILINDRO (cm².)



TENSION INDIRECTA

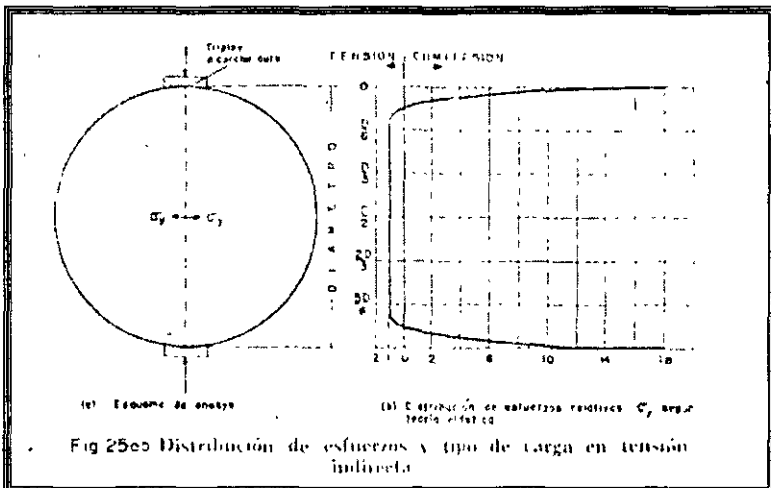
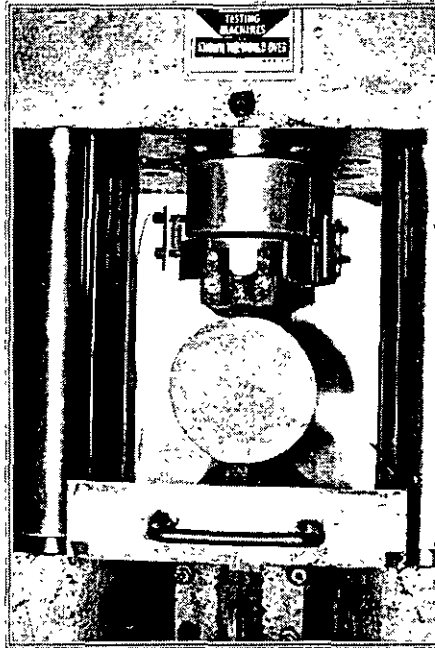
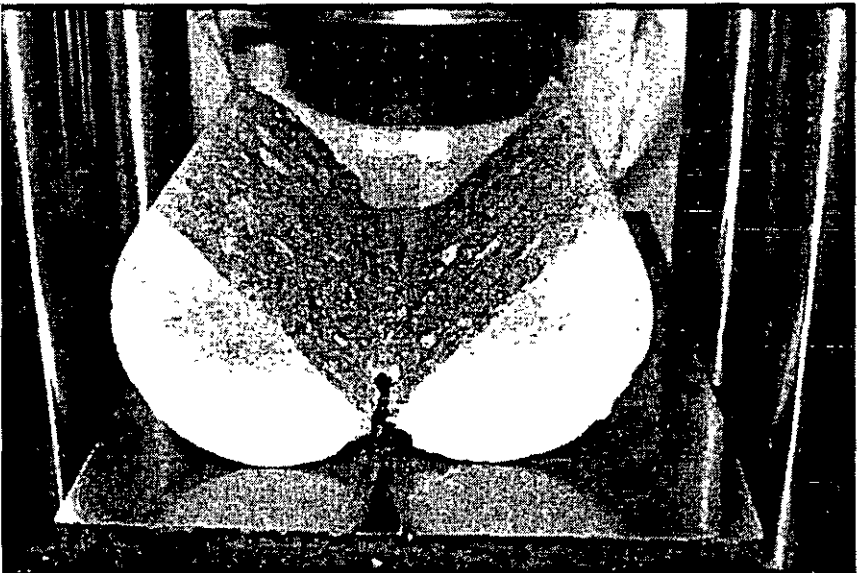


Fig 25e Distribución de esfuerzos y tipo de carga en tensión indirecta



GRUPO SAGMAG



GRUPO SAGMAG



$$f_t = \frac{2P}{DL}$$

f_t = RESISTENCIA A LA TENSION (kg/cm².)

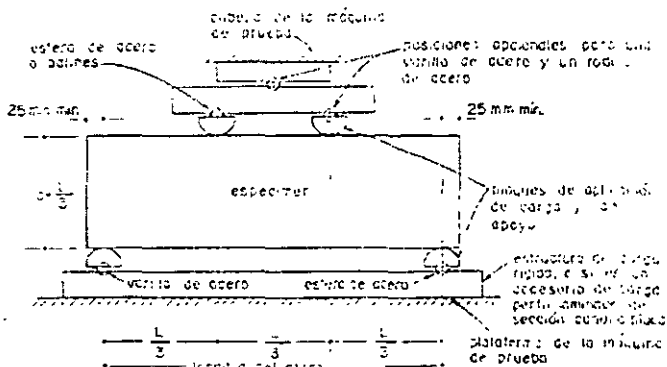
P = CARGA MÁXIMA APLICADA (kg.)

D = DIÁMETRO DEL CILINDRO (cm.)

L = LONGITUD DEL CILINDRO (cm.)

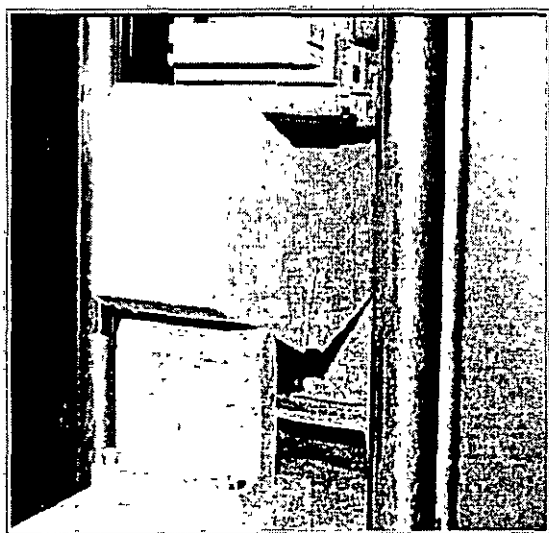
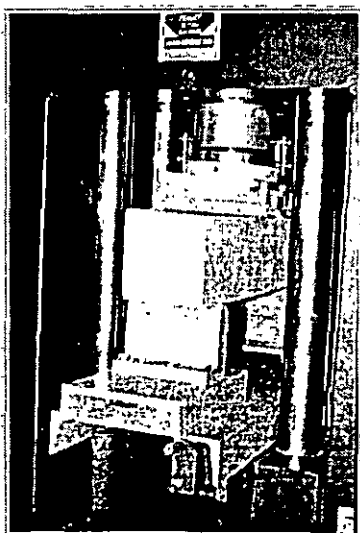
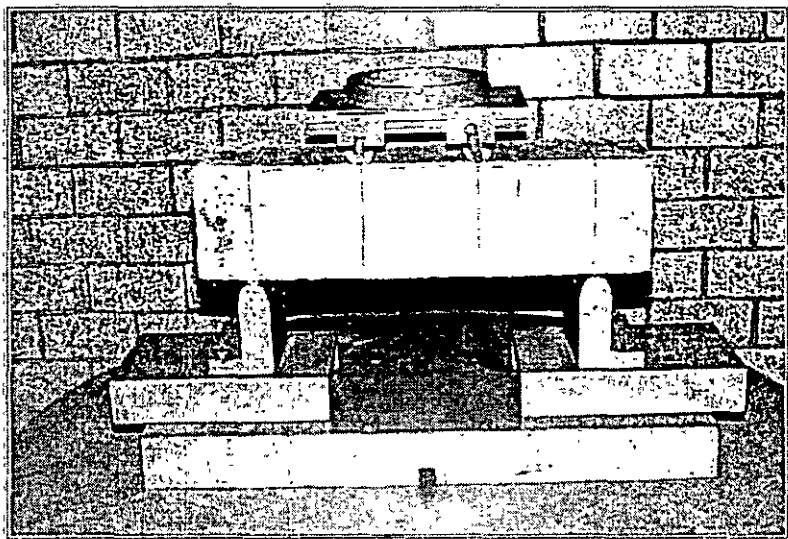


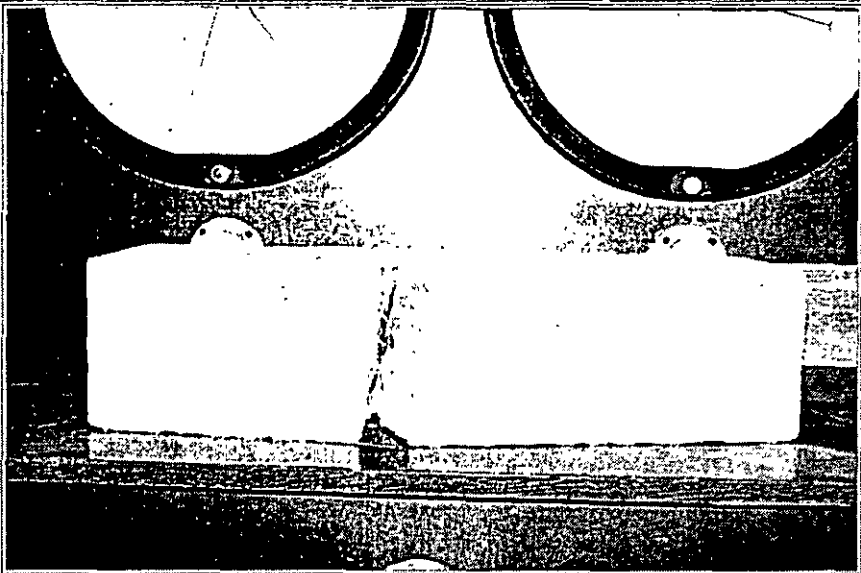
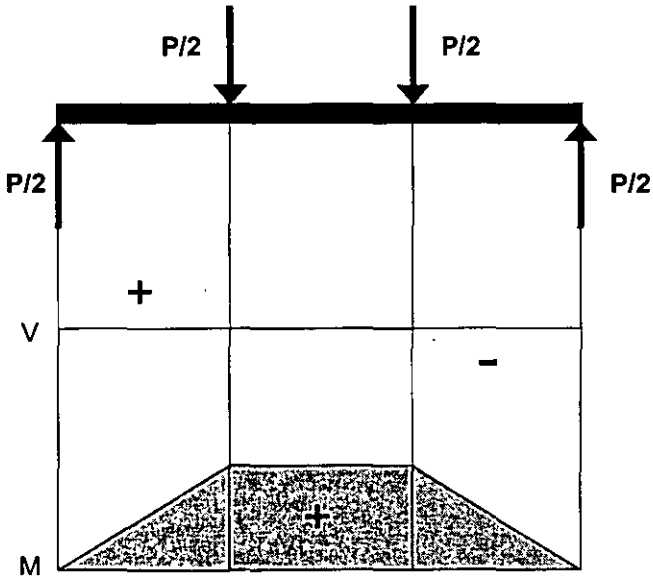
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN



Nota: el aparato se puede usar invertido.

Fig. 2. Equipo adecuado para ensayar concreto a flexión por el método de carga en los tercios del claro.







$$MR = \frac{P \times L}{b \times d^2}$$

MR = MODULO DE RUPTURA (kg/cm².)

P = CARGA MÁXIMA EN APLICADA (kg.)

L = DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm.)

b = ANCHO PROMEDIO DEL ESPÉCIMEN (cm.)

d = PERALTE PROMEDIO DEL ESPÉCIMEN (cm.)

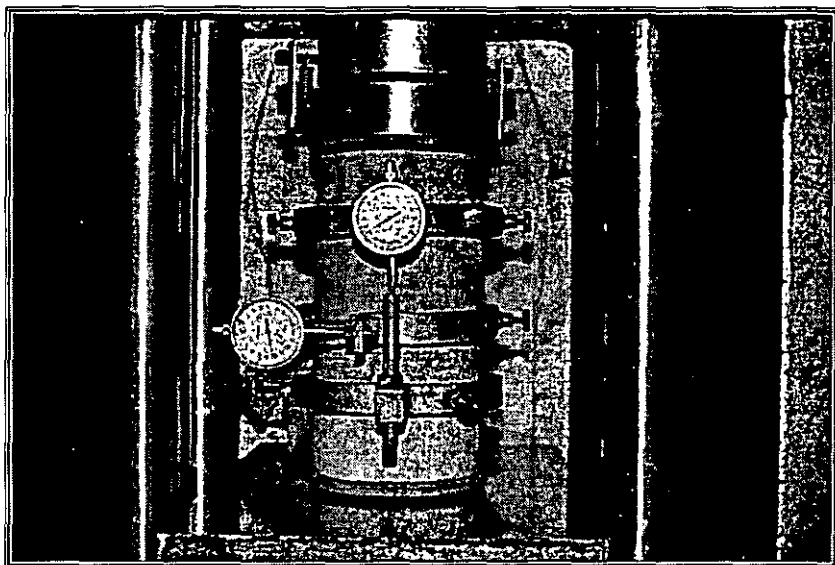


MODULO DE ELASTICIDAD





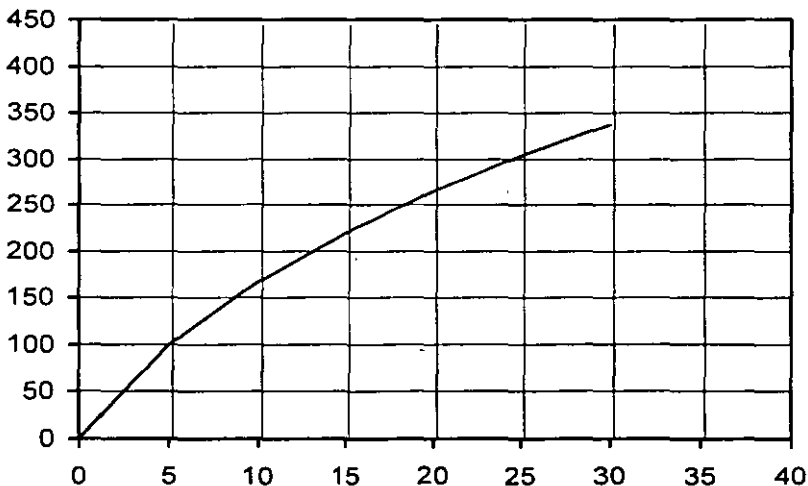
MODULO DE ELASTICIDAD



MODULO DE ELASTICIDAD



ESFUERZOS UNITARIOS
(kg/cm²)



DEFORMACIÓN UNITARIA (10^{-3})



$$E = \frac{S_2 - S_1}{e_2 - 0.00005}$$

E = MODULO DE ELASTICIDAD (kg/cm².)

S₂ = ESFUERZO CORRESPONDIENTE AL 40% DEL ESFUERZO MÁXIMO (kg/cm².)

S₁ = ESFUERZO CORRESPONDIENTE A LA DEFORMACIÓN UNITARIA 0.00005 (kg/cm².)

e₂ = DEFORMACIÓN UNITARIA CORRESPONDIENTE AL ESFUERZO S₂

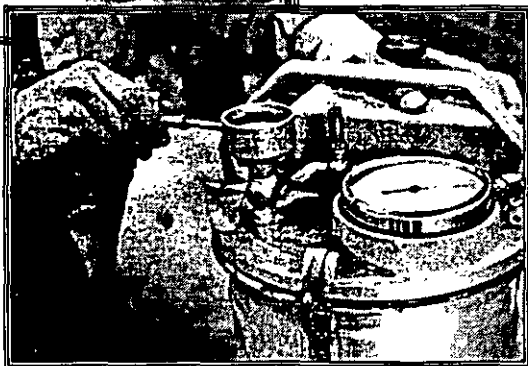
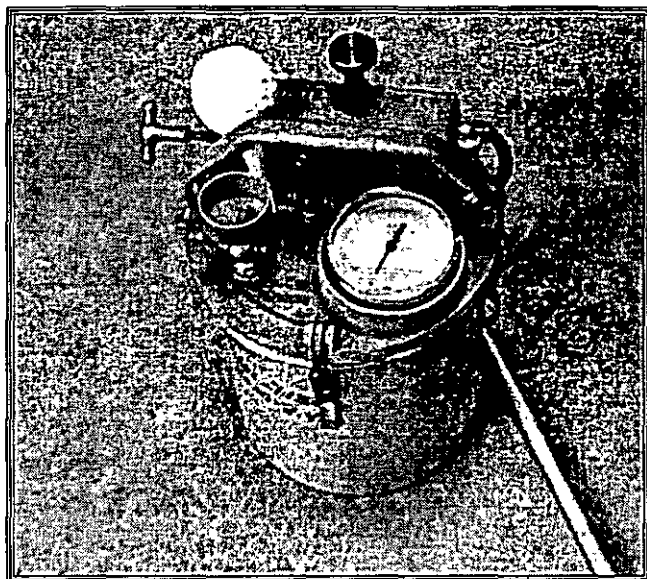


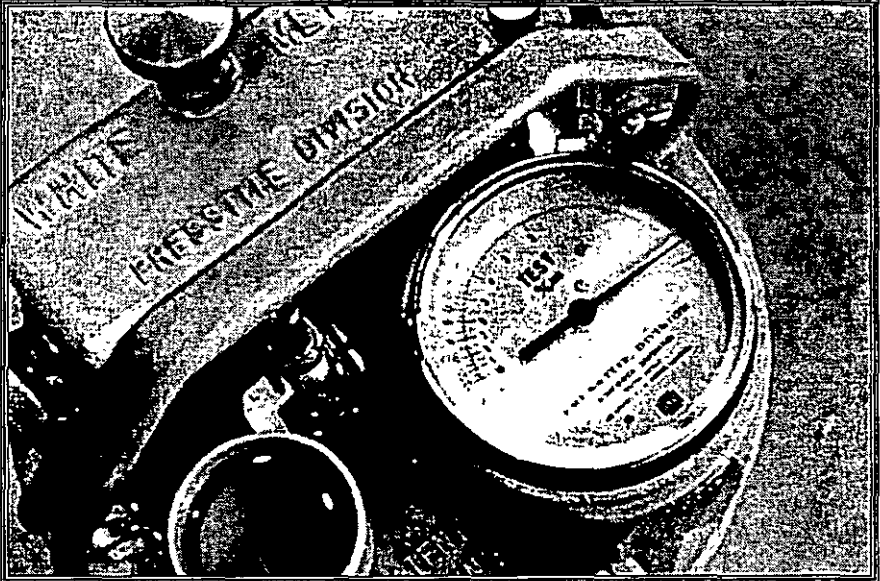
PRUEBAS ESPECIALES

CONTENIDO DE AIRE
CORAZONES DE CONCRETO
ESCLERÓMETRO
ULTRASONIDO
PISTOLA DE WINDSOR
EXTRACCIÓN (PULL-OUT)
PACOMETRO

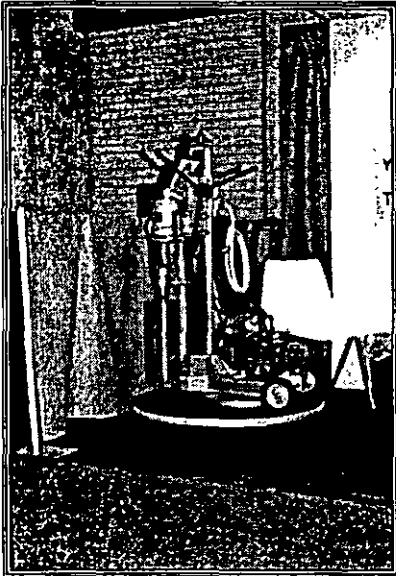


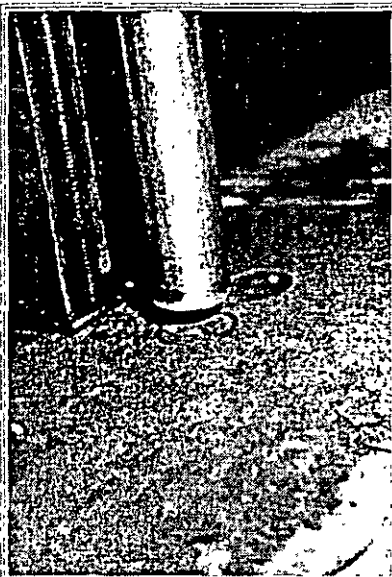
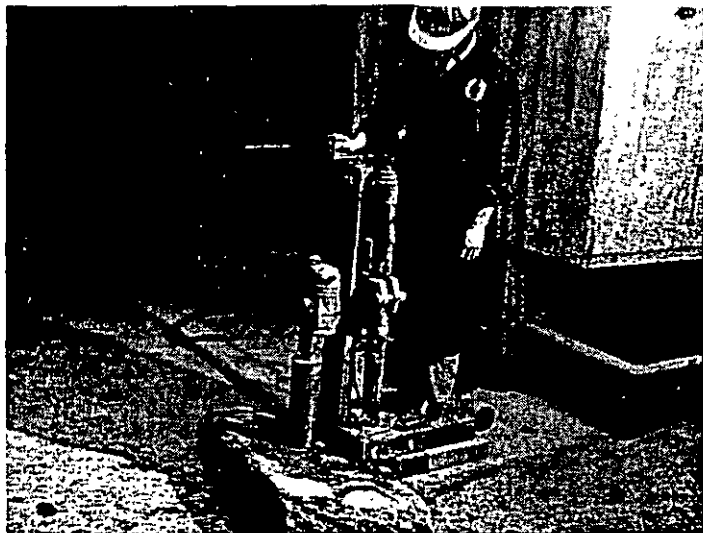
CONTENIDO DE AIRE





CORAZONES DE CONCRETO







ESCLERÓMETRO

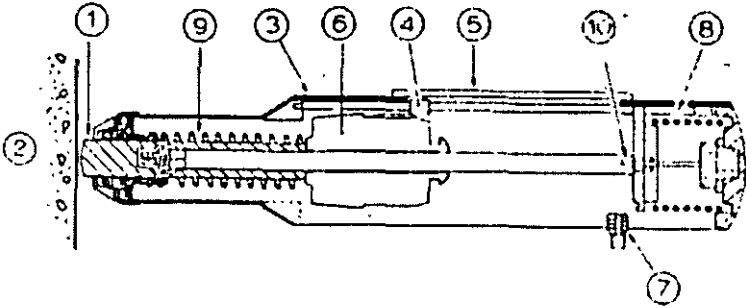
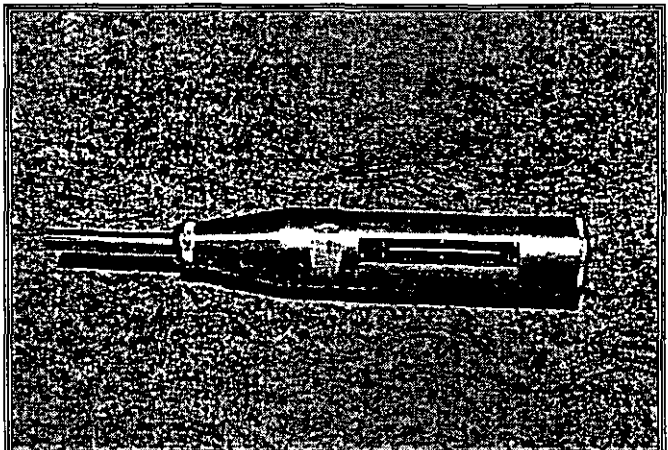
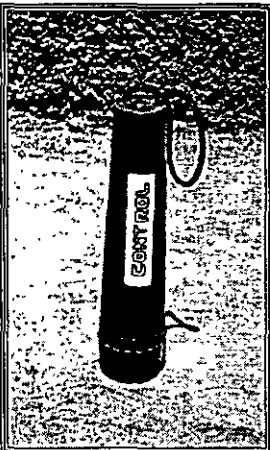


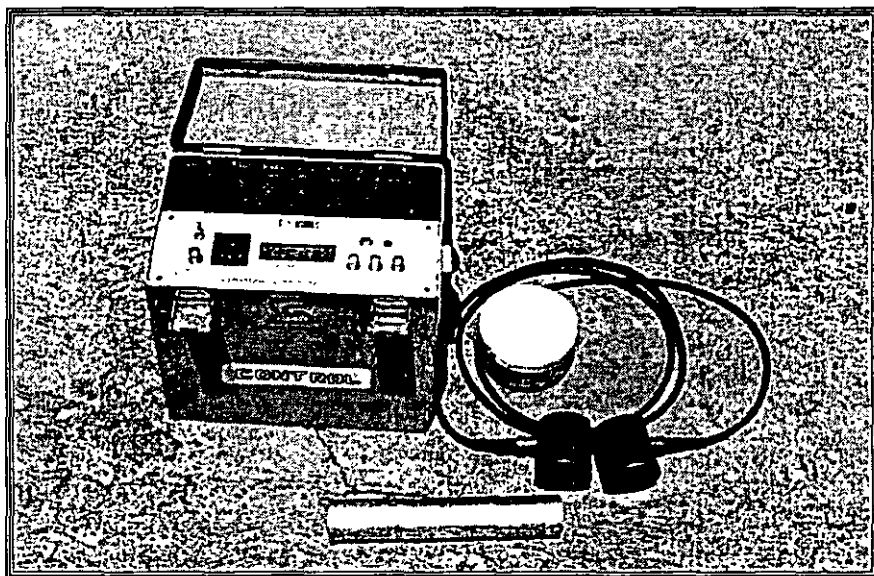
Fig 28-a *Marillo de rebote.*

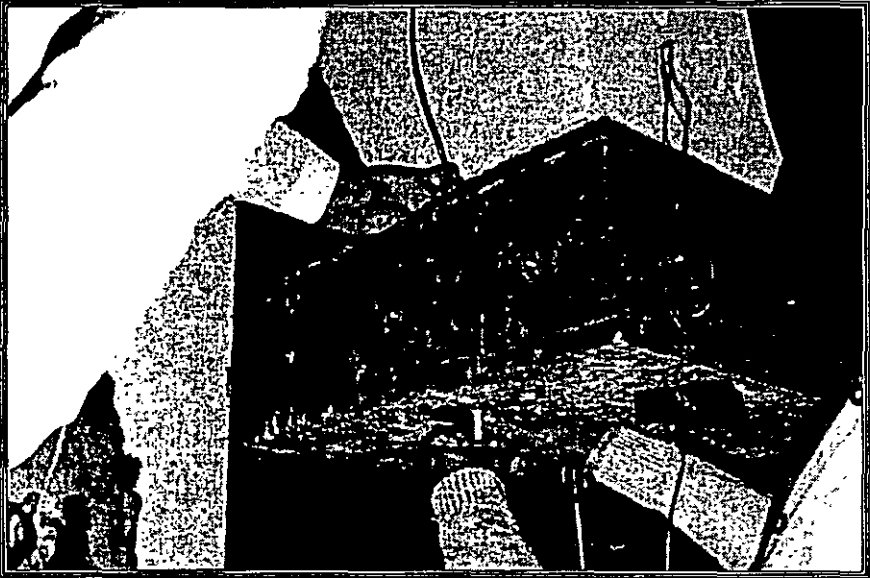
- 1 Embolo 2 Concreto 3 Camisa tubular 4 Guía 5 Escala 6 Masa
- 7 Boton disparador 8 Resorte 9 Resorte 10 Seguro



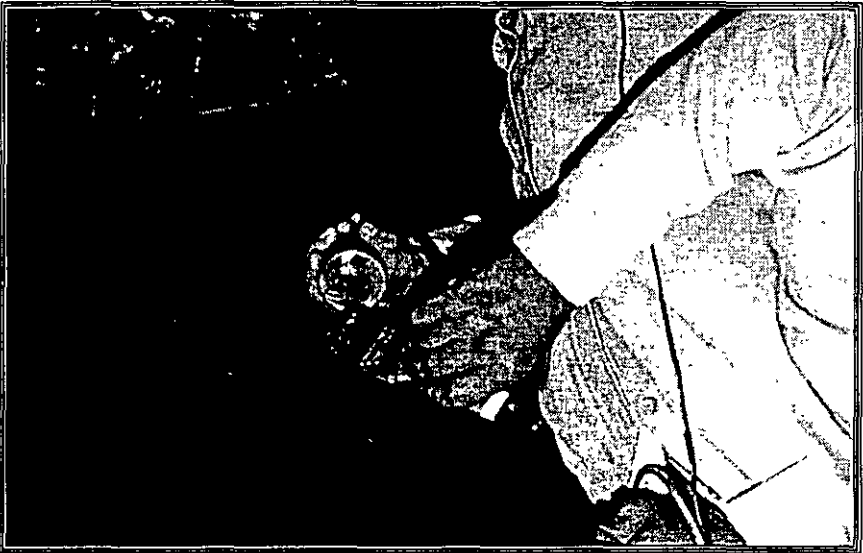


ULTRASONIDO





BY APPOINTMENT OF THE

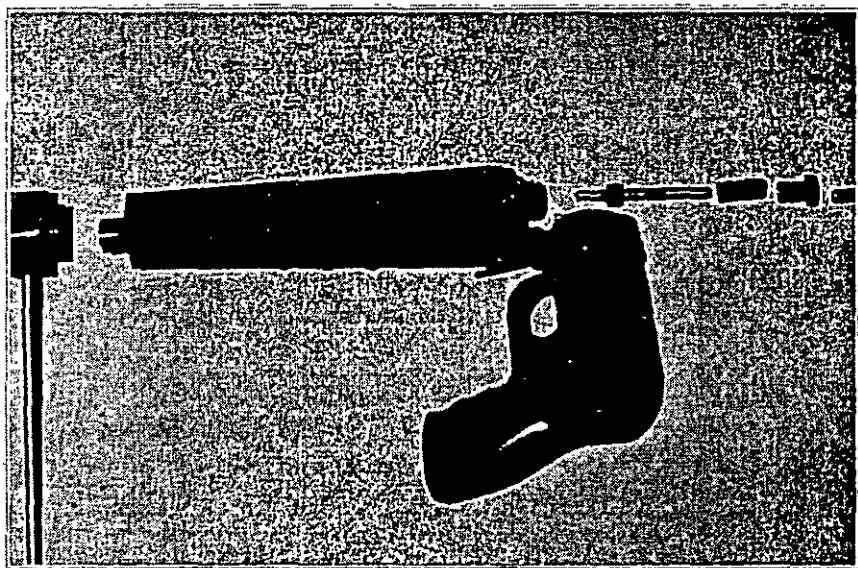
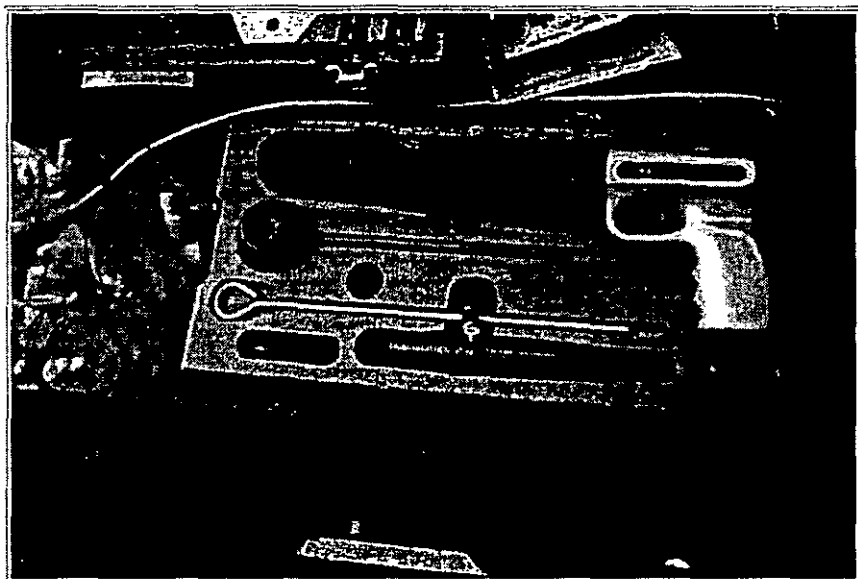


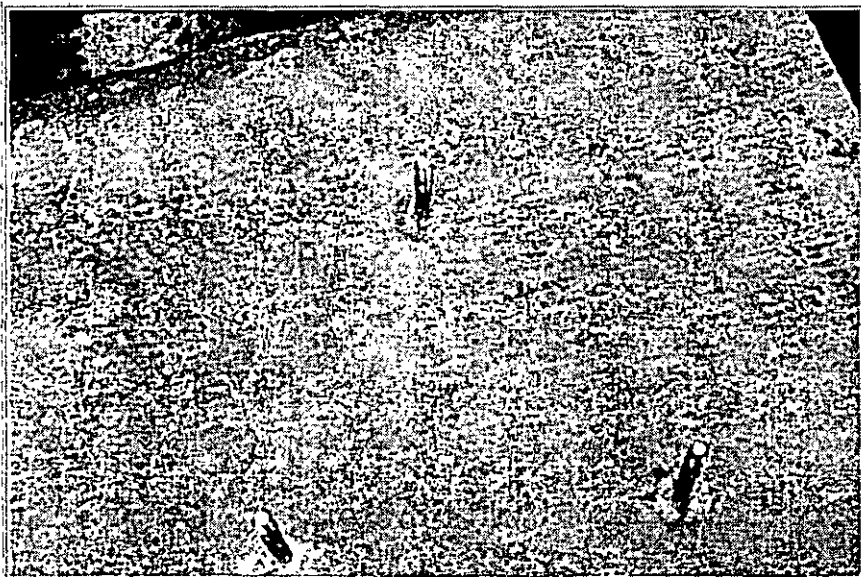
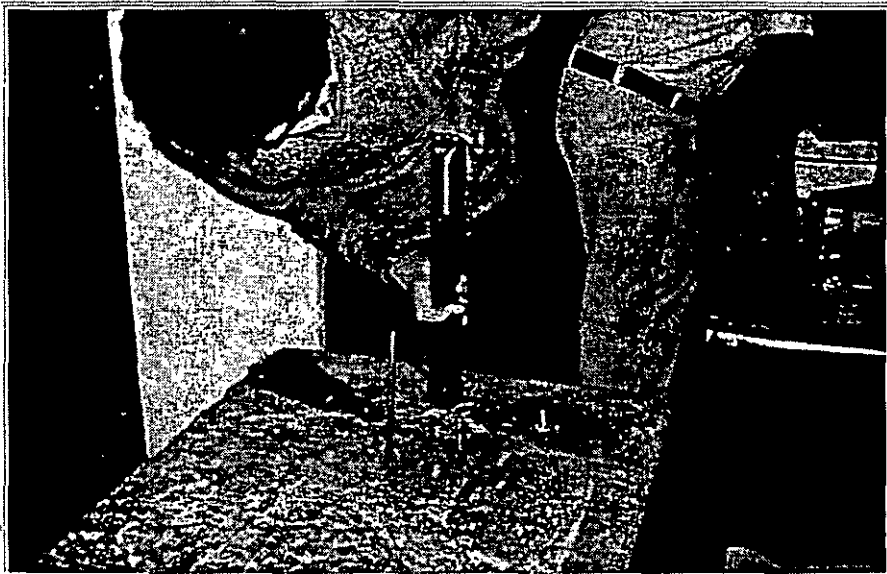
BY APPOINTMENT OF THE

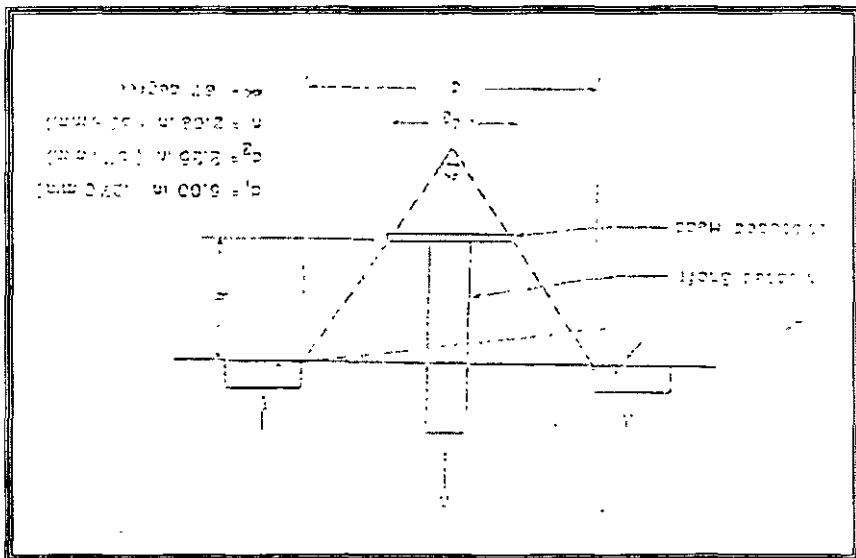
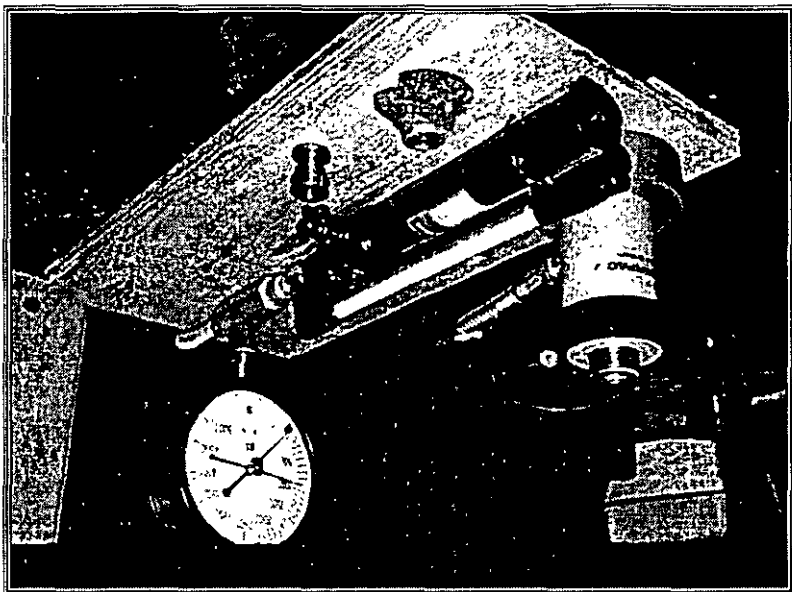




PISTOLA DE WINDSOR

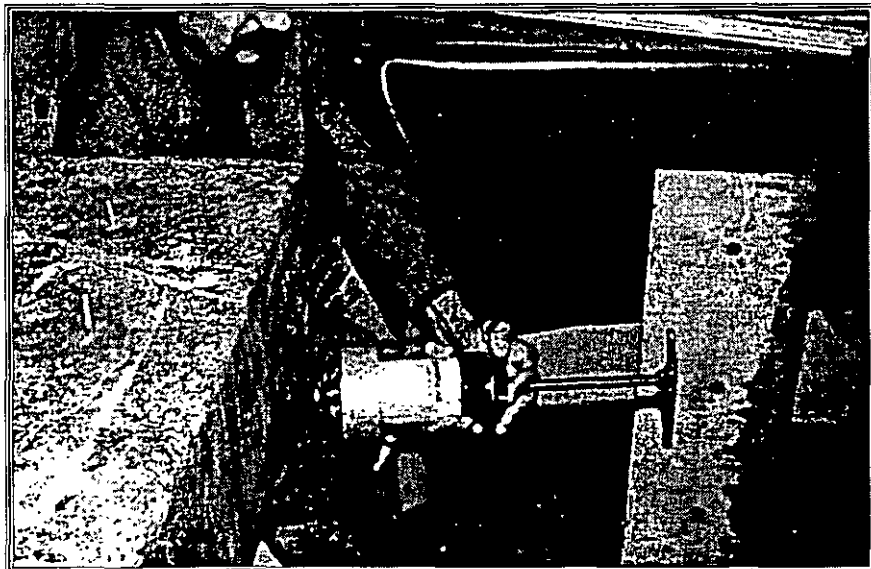
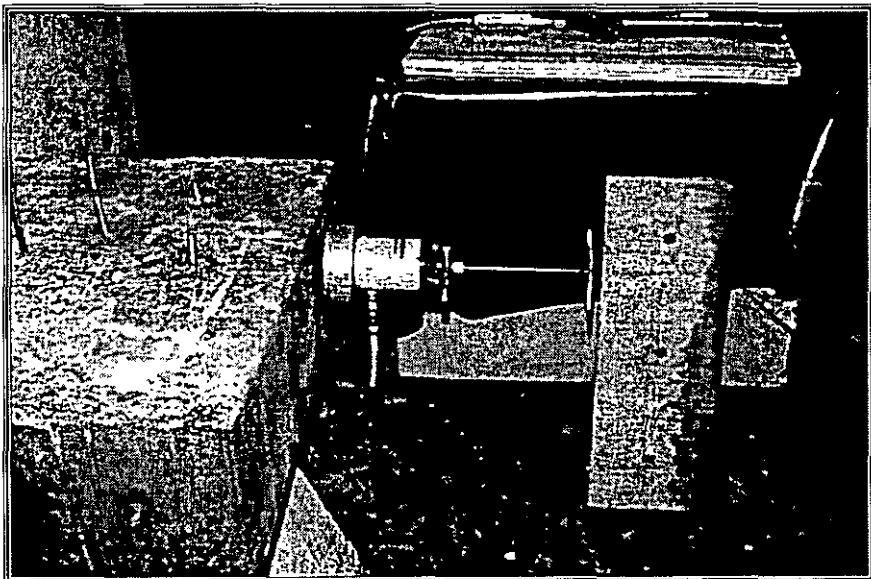


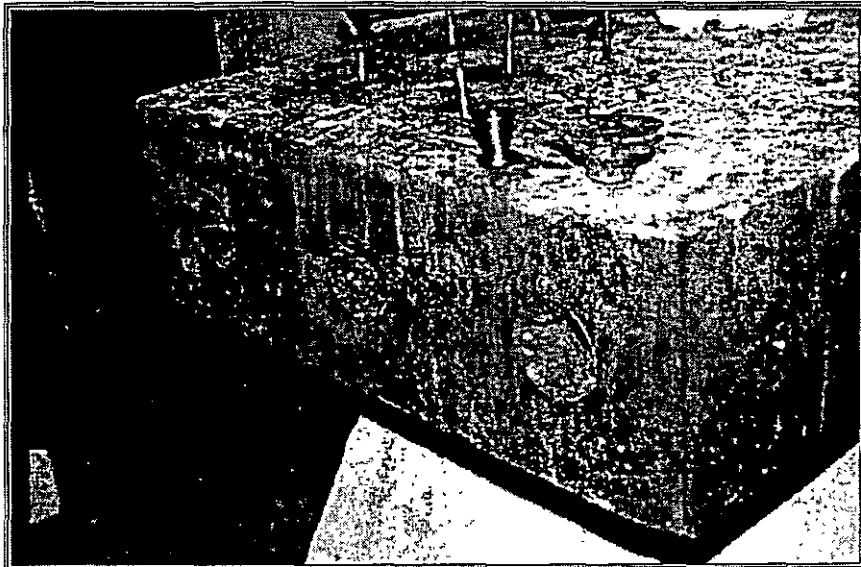




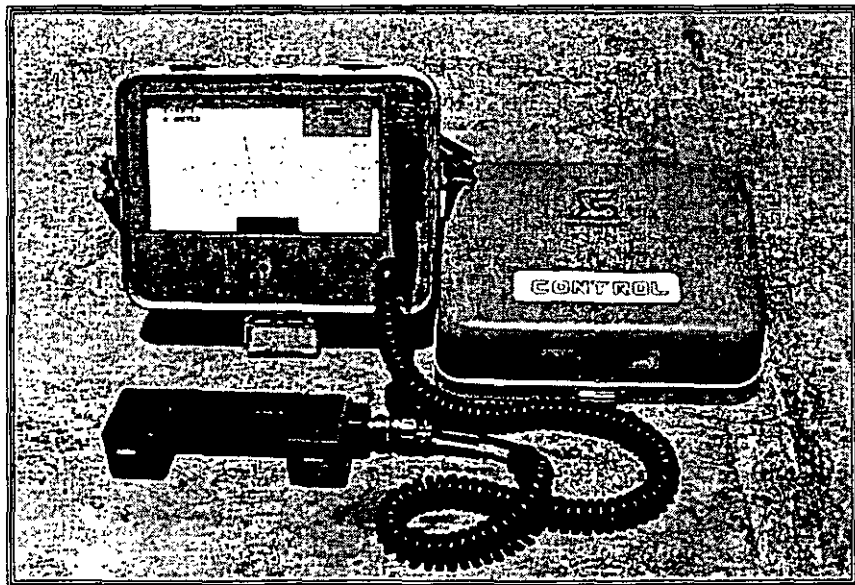
EXTRACTION (PULL-OUT)





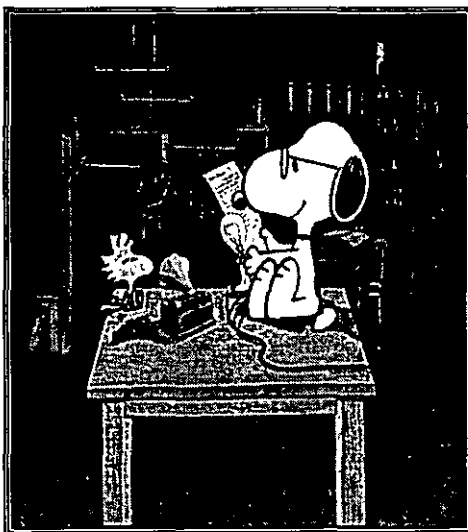


PAGOMETRO





FABRICAR
CONCRETO
HIDRAULICO NO ES
SIMPLEMENTE
MEZCLAR
CEMENTO, AGUA Y
AGREGADOS, SINO
ES EL
DESARROLLO DE
TODA UNA
TECNOLOGÍA



ALGUNA PREGUNTA

ANTES DEL BRINDIS





LABORATORIO DE CONTROL, S.A. DE C.V.

Isabel la Católica N° 504

Col. Algarin

06880 México, D.F.

control@grupo-sacmag.com.mx

www.grupo-sacmag.com.mx

