

# MANUAL DE CONSTRUCCION

## PARA CAMINOS CARRETERAS Y PUENTES



**MC - 83**

Ministerio de Obras Públicas y Transportes  
División de Obras Públicas  
Dirección General de Construcción  
República de Costa Rica  
1980



# **Manual de Construcción Para caminos carreteras y puentes**

Para usarse con las Especificaciones Generales

Confeccionado por :

Departamento de Normas  
Dirección General de Construcción

Editado por :

Instituto Geográfico Nacional

## **MC - 83**

Ministerio de Obras Públicas y Transportes  
División de Obras Públicas  
Dirección General de Construcción  
República de Costa Rica  
1983



## PREFACIO

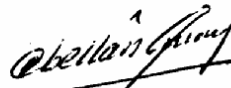
*Este Manual, preparado por la Dirección General de Construcción, proporciona información y orientación a los funcionarios relacionados con la construcción de carreteras y puentes, emprendida bajo la supervisión de la División de Obras Públicas de Costa Rica, así como al de otras Instituciones que consideren necesario su uso. Su principal propósito es esclarecer las Especificaciones Generales y los procedimientos y normas constructivas establecidas, así como promover procedimientos uniformes en todas las Regiones del país.*

*El objetivo de este Manual, es su utilización conjunta con las Especificaciones Generales vigentes. No forma parte de ningún contrato; por lo tanto no impone ninguna obligación al contratista.*

*Aunque el esclarecimiento de las Especificaciones Generales, así como la uniformidad de los procedimientos en todas las Regiones constituyeron los principales objetivos al elaborar este manual, eso no quiere decir que su empleo vaya a entorpecer u obstruir la iniciativa de los usuarios del mismo. El ingeniero deberá estar siempre al tanto de los métodos constructivos, el equipo, y los materiales más modernos, para lo cual consultará las publicaciones técnicas más recientes, pudiendo así hacer recomendaciones apropiadas para el mejoramiento de los procedimientos constructivos indicados en este manual.*

*La Dirección General de Construcción publicará revisiones del Manual o instrucciones adicionales -o ambas cosas- según lo dicten las necesidades. Además, las diferentes Regiones podrán, en caso necesario, emitir instrucciones suplementarias.*

*Nuestro agradecimiento a todas y cada una de las personas que han contribuido a la elaboración del Manual y de una manera especial a los funcionarios de la Dirección General de Construcción.*



**Ing. Olid Abellán Cisneros**  
**Director General**  
**DIVISION DE OBRAS PUBLICAS**

## CONTENIDO

Capítulo		Página
1.	Organización y Responsabilidades	5
2.	Relaciones Generales	13
3.	Registros e Informes	24
4.	Ordenes de Servicio Ordenes de Modificación Ordenes de Modificación para Reajustes	49
5.	Control de Trabajo	82
6.	Control de Materiales	95
7.	Relaciones Legales y Responsabilidad	112
8.	ante el Público Ejecución y Avance de las Obras	124
9.	Medición y Pago	136
10.	Detalles de Construcción	171

## **CAPITULO 1**

### **ORGANIZACION Y RESPONSABILIDADES**

<b>SECCION</b>	<b>TITULO</b>	<b>PAGINA</b>
<b>1.01</b>	<b><i>Propósito y utilización del manual</i></b>	<b>1-1</b>
<b>1.02</b>	<b><i>Abreviaturas y definiciones</i></b>	<b>1-1</b>
<b>1.03</b>	<b><i>Organización del trabajo de campo</i></b>	<b>1-2</b>
<b>1.04</b>	<b><i>Responsabilidades del Ingeniero de Proyecto</i></b>	<b>1-2</b>
<b>1.05</b>	<b><i>Oficina de campo o campamento</i></b>	<b>1-5</b>
<b>1.06</b>	<b><i>Indumentaria</i></b>	<b>1-6</b>
<b>1.07</b>	<b><i>Seguridad e informe de accidentes</i></b>	<b>1-7</b>
<b>1.08</b>	<b><i>Memorandos de Normas y Procedimientos</i></b>	<b>1-7</b>

### **Sección 1.01 PROPOSITO Y UTILIZACION DEL MANUAL**

*Como se afirmó en el "Prefacio", el propósito de este Manual es el de ayudar al personal de ingeniería a cargo de la administración de los contratos y la supervisión de la construcción de los proyectos de carreteras emprendidos directamente por la División de Obras Públicas. Con el fin de servir a dicho propósito, el contenido del Manual debe ser estudiado y revisado cuidadosamente por este personal.*

*El Manual no contiene ninguna exposición detallada de los numerosos aspectos técnicos de la ingeniería de carreteras. Para cumplir de manera efectiva con sus responsabilidades, los empleados que utilicen este Manual se verán en la necesidad de recurrir a otras fuentes de información. Por ejemplo, será necesario consultar AASHTO, ASTM, u otras publicaciones técnicas con el fin de obtener instrucciones detalladas acerca de materiales, muestras y pruebas. Será también necesario que la Dirección General de Construcción, imparta instrucciones referentes a los detalles de otras actividades y procedimientos.*

*Hay que reconocer que, aparte de la suficiencia de indicaciones relativas a los asuntos relacionados con la construcción de carreteras, es de suma importancia el buen criterio al actuar en la ejecución del trabajo. En situaciones no tratadas adecuadamente en este Manual, los ingenieros deben guiarse por experiencias anteriores o buscar el asesoramiento de un funcionario de mayor experiencia y categoría.*

### **Sección 1.02 ABREVIATURAS Y DEFINICIONES**

*Las Subsecciones 101.01 y 101.02 de las Especificaciones Generales CR-77 interpretan el propósito y el significado, de las abreviaturas y definiciones de los términos utilizados más comúnmente en relación con los proyectos de construcción de carreteras, bajo la supervisión directa de la División de Obras Públicas. Dichos términos deben ser utilizados en todos los informes y en la correspondencia sobre tales proyectos.*

*Los términos citados anteriormente, y otros que se definen o explican en seguida, serán empleados con frecuencia en este Manual.*

- 1- D.O.P.      *División de Obras Públicas*
- 2- D.G.V.      *Dirección General de Vialidad*
- 3- D.G.C.      *Dirección General de Construcción*
- 4- J.O.C.R.    *Jefe de Obras por Contrato Regional. El Supervisor inmediato del Ingeniero Jefe de Proyecto.*
- 5- CR-77      *Las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes.*
- 6- M.N.P.      *Memorando de Normas y Procedimientos*

### **Sección 1.03 ORGANIZACION DEL TRABAJO DE CAMPO**

*La delegación de la autoridad en la administración de contratos de construcción de carreteras, se haya tratado en el Manual de Organización. Bajo tal autoridad el Ministro de Obras Públicas y Transportes funge como funcionario contratante en los contratos para la construcción de caminos, carreteras y puentes.*

*La Ingeniería preliminar es responsabilidad de la D.G.V.*

*La propaganda para Licitaciones y el aviso al Contratista para que proceda con el trabajo es responsabilidad de la D.G.C.*

*La supervisión de la construcción es responsabilidad de la D.R.*

*Por medio de memorandos apropiados, los J.O.C.R. deben asignar autoridad y responsabilidades específicas al Ingeniero de Proyecto. El Ingeniero de Proyecto no puede delegar autoridad o responsabilidad a ninguno de sus ayudantes. Todos los ayudantes e inspectores de ingeniería actúan en nombre del Ingeniero de Proyecto, y él es totalmente responsable de las acciones de ellos.*

*Como está dispuesto en la Subsección 105.11, los inspectores tienen autoridad para rechazar materiales o suspender el trabajo hasta tanto los asuntos en discusión puedan ser referidos y resueltos por el Ingeniero.*

*El Contratista debe ser informado sobre la autoridad y responsabilidad del personal de la D.O.P. para la administración del contrato y la supervisión de la construcción. Para los contratos de la D.O.P. esto es efectuado o realizado en la Conferencia de Preconstrucción (analizada en la Sección 2.01-A de este Manual). Normalmente el Contratista presenta una declaración de las atribuciones de su representante, para que actúe por él en la ejecución del trabajo.*

*Es recomendable que el Contratista reciba una nota de la delegación de autoridad al Ingeniero de Proyecto, en que se incluyan las funciones específicas de la administración del contrato a nivel de proyecto.*

*La magnitud y la estructura organizadora del personal de proyecto, variarán considerablemente según el tipo y la extensión de los proyectos a ejecutar. El personal disponible debe ser distribuido de la manera más eficiente posible con el fin de asegurar un adecuado y conveniente control del trabajo.*

### **Sección 1.04 RESPONSABILIDADES DEL INGENIERO DE PROYECTO**

**A- GENERALIDADES.** *El Ingeniero de Proyecto dirigirá todas las actividades de las cuales es responsable según la autoridad que ha recibido, de la manera que más se ajuste a los intereses del Gobierno.*

**B- PLANOS Y ESPECIFICACIONES.** *El Ingeniero de Proyecto analizará cuidadosamente los planos, especificaciones, disposiciones especiales y todos los demás documentos que se le han entregado. Examinará toda el área de la construcción propuesta y comparará las condiciones existentes en el terreno con las que se indican en los planos. Cualquier divergencia material entre ambas deberá ser notificada inmediatamente al J.O.C.R. Si hay alguna parte de los planos o disposiciones especiales que no le resulten suficientemente claras, o que a su entender están erradas, debe exigir esclarecimiento por parte de la Dirección General de Construcción.*

**C- REUNION DE PREOFERTA.** *El Ingeniero de Proyecto al igual que el J.O.C.R. debe asistir a las reuniones de preoferta que cite la D.G.C. para aclaración de toda la información incluida en la invitación para la Licitación del proyecto, que dicha Dirección debe poner a la Disposición de los presuntos Licitantes.*

*Es responsabilidad de la D.G.C. levantar el acta de la reunión de Preoferta y efectuar las aclaraciones y modificaciones propuestas que apruebe la D.O.P. con suficiente anticipación a la fecha de apertura de ofertas.*

*El Ingeniero de Proyecto participará, junto con el J.O.C.R., la D.G.V. y la D.G.C. en la reunión de preoferta donde se proporcionará a los presuntos Licitantes, toda la información adicional disponible, referente a fuentes de materiales, vías de transporte, vías de acceso, fuentes de agua y de fuerza motriz. No deberán hacerse declaraciones sobre posibles o probables cambios en los planos o especificaciones. Se llevará un registro cuidadoso de la identidad y afiliación de cada una de las personas que inspeccionan los datos y la información del diseño, muestras de tanteo, fuentes de materiales y otra información disponible, además de las fechas de estas inspecciones. Se tomará nota cuidadosamente además, de todas las consultas hechas y las respuestas correspondientes. Sobre todo, se tratará a cada licitante de la misma manera, prescindiendo de cualquier conocimiento preconcebido o de cualquier opinión acerca de la conveniencia o idoneidad del licitante para realizar el trabajo.*

**D- PLAN DE OPERACIONES.** *Es responsabilidad del Ingeniero de Proyecto llegar a familiarizarse plenamente con el plan de operaciones del Contratista, el plan de implementación de las disposiciones de seguridad del contrato, y el programa de avance. Esta información deberá obtenerla inicialmente en la conferencia de preconstrucción, la naturaleza de la cual es descrita más ampliamente en la sección 2.01-A de este manual. Se mantendrá al corriente de todos los cambios efectuados en los planes del Contratista e informará de todos los cambios de cierta importancia al J.O.C.R. El Ingeniero de Proyecto no debe insistir en dictar operaciones al Contratista, excepto por lo dispuesto en la subsección 108.09 del CR-77. Cuando el avance del Contratista no es satisfactorio, el Ingeniero de Proyecto debe evaluar la situación y notificar al respecto al J.O.C.R. y a la Dirección General de Construcción.*

**E- REPLANTEO TOPOGRAFICO DEL PROYECTO.** *El Ingeniero de Proyecto, hará todos los esfuerzos para mantener las actividades de replanteo topográfico muy adelantadas, con respecto a las operaciones de construcción. Dará la debida importancia a la responsabilidad que tiene el gobierno según el CR-77 por cualquier aumento de precios, causado por demoras injustificadas en el replanteo topográfico. Si se hace necesario un cambio en alguna parte del proyecto, después de que éste ha sido replanteado, el Ingeniero de Proyecto le comunicará inmediatamente al Contratista dicho cambio. Inicialmente esta notificación se puede hacer oralmente y documentarla por medio de una anotación conveniente en el diario. Sin embargo, el Ingeniero de Proyecto debe mantener oportuna y plenamente informado al J.O.C.R. de los cambios, en lo referente a su naturaleza y extensión, y en el efecto estimado o probable sobre el trabajo del Contratista. Según las circunstancias el J.O.C.R. puede exigir que la notificación sea confirmada por escrito. El nuevo replanteo topográfico deberá ser hecho con la mayor rapidez posible, para evitar demoras en las operaciones del Contratista. En el capítulo 5 se tratan las disposiciones sobre el replanteo topográfico.*

**F. INSPECCION.** *Es deber del Ingeniero de Proyecto velar para que el proyecto sea construido lo más conforme posible con los planos y especificaciones, de acuerdo con los términos del contrato. El es, pues, responsable de las inspecciones diarias durante la construcción. El personal de inspección designado por la D.O.P. para esta responsabilidad, debe efectuar inspecciones adicionales de acuerdo con las exigencias del trabajo.*

*A menos que se indique de otro modo en los planos o en las Especificaciones Especiales,*

*los métodos de construcción y las fuentes de materiales quedan al arbitrio del Contratista. Sin embargo, el Ingeniero de Proyecto tiene la autoridad y debe ejercerla, para rechazar la mano de obra y los materiales que no sean satisfactorios. El Ingeniero de Proyecto puede sugerir, pero no imponer, métodos para mejorar la mano de obra y posibles fuentes de materiales.*

*El Ingeniero de Proyecto impartirá todas las órdenes asegurándose de que estén conformes a las especificaciones del contrato. Las órdenes importantes dadas oralmente deberán ser confirmadas por escrito.*

*Es política de la D.O.P. colaborar con los Contratistas en un esfuerzo por lograr la máxima efectividad al menor costo posible. Los precios bajos para el Contratista darán por resultado precios bajos para el Gobierno en los contratos subsiguientes.*

*Una inspección adecuada no significa escrutinio constante de los trabajos del Contratista. De hecho, es sabido que semejante procedimiento, una inspección del 100 %, raras veces es necesaria. El Ingeniero de Proyecto deberá familiarizarse con los métodos de construcción, por medio del conocimiento de las operaciones que se están llevando a cabo, y debe utilizar procedimientos ocasionales para tomar medidas de inspección durante los períodos críticos y en otras circunstancias, a intervalos razonables con respecto a la utilización económica del potencial humano, y la adquisición de un conocimiento y una documentación razonables que le permitan cerciorarse de que el proyecto es construido de manera apropiada.*

*Desde luego es necesario que en las inspecciones se incluya la revisión de todos los requisitos del contrato, y no únicamente aquellos relacionados con los aspectos físicos de los renglones de pago. En otra parte de este manual se analizan las disposiciones que guardan relación con las medidas de seguridad. Las disposiciones relativas a los requisitos de trabajo se encuentran en el Reglamento Interno de Trabajo.*

**G. COORDINACION EN LA ADQUISICION DE DERECHOS DE VIA Y ELIMINACION DE OBSTACULOS.** *Es deber del Ingeniero de Proyecto coordinar la adquisición de derechos de vía pendientes y la eliminación de obstáculos como: postería de alumbrado público, cañerías, sistemas de cloacas, monumentos, etc., solicitando la intervención de la Dirección de Asuntos Legales o realizando gestiones con las respectivas instituciones del Estado, encargadas de brindar dichos servicios públicos. Para evitar los atrasos que en la etapa constructiva ocasionará la no remoción a tiempo de dichos obstáculos, el Ingeniero de Proyecto levantará planos o marcará los obstáculos en los planos existentes, lo cual le permitirá tener la información correcta a la hora de solicitar su adquisición, su remoción o su reubicación.*

**H. MEDICION Y PAGO.** *El Ingeniero Jefe de Proyecto es responsable de la medición y computación de cantidades en el proyecto y de la preparación de estimaciones y comprobantes para los pagos al Contratista. La presentación rápida de los comprobantes de avance contribuirán materialmente a mantener y mejorar las relaciones entre el Ingeniero y el Contratista. En el Capítulo 9 están las instrucciones para medición y pago.*

**I. CAMBIOS.** *Se supone que haya habido buenas y suficientes razones para la ubicación, el diseño y las disposiciones especiales, con base en las cuales se hizo la invitación al proyecto y a la adjudicación del contrato. Sin embargo, pueden surgir en el trabajo condiciones que no pudieron ser previstas en la etapa de diseño. En tales casos, el Ingeniero de Proyecto debe reconocer la necesidad de realizar cambios lo antes posible. Las*

*instrucciones detalladas para la preparación de órdenes de servicio y órdenes de cambio están contenidas en el Capítulo 4.*

**J- PERSONAL.** *El Ingeniero de Proyecto es responsable de todas las actividades oficiales de sus ayudantes. Aunque no es responsable de las actividades de ellos mientras estén fuera de servicio, cae dentro del marco de su autoridad el reprender o recomendar la remoción, de todo aquel personal que resulte culpable de mala conducta observada fuera del trabajo, siempre que ésta redunde en descrédito de la D.O.P. Según se trata en las secciones 1.06 y 1.07 de este capítulo, el Ingeniero de Proyecto es responsable de la seguridad de sus ayudantes mientras estén prestando servicio, e impondrá una indemnitaria conveniente y métodos para el trabajo que se realiza. Es deber del Ingeniero de Proyecto instruir al personal sobre el desempeño de las tareas que se les han asignado, y ayudar a entrenarlos para asignaciones más avanzadas. Apoyará todo programa de entrenamiento prescrito por una autoridad superior y recomendará entrenamiento adicional cuando lo considere pertinente.*

**K- EQUIPO.** *El Ingeniero de Proyecto es responsable de todo el equipo del Gobierno utilizado en el proyecto y de la protección y preservación de toda propiedad o equipo alquilado. Tomará las debidas precauciones para prevenir pérdidas por fuego o robo. Instruirá al personal en lo referente al cuidado de vehículos y equipo, y realizará personalmente las inspecciones de dicha propiedad con el fin de asegurarse de que el mantenimiento es apropiado. Informará inmediatamente a la autoridad correspondiente sobre todo equipo dañado o no satisfactorio por cualquier motivo, y hará las recomendaciones para su reparación o reemplazo. No debe utilizarse u operarse ningún equipo que no ofrezca seguridad. Los Ingenieros Regionales dictarán instrucciones adicionales sobre el manejo de equipos.*

**L- REGISTROS E INFORMES.** *El Ingeniero de Proyecto es responsable de la preparación y mantenimiento de todos los cuadernos y otros registros sobre el proyecto. En el Capítulo 3 se hallan las instrucciones detalladas sobre registros e informes.*

**M- COSTO DEL PROYECTO.** *La custodia de los "Registros de Costo del Proyecto" oficiales, corresponde a la sección de contaduría de las Oficinas Regionales. Sin embargo, el Ingeniero de Proyecto (a menos que tenga instrucciones diferentes) debe mantener registros suficientes de costo en la oficina del proyecto, con el fin de saber en cualquier momento el costo acumulado por concepto de la construcción (incluyendo un estimado de los reajustes) y de la ingeniería de la construcción. A medida que el trabajo adelanta, deberá mantener un cuidadoso control sobre el trabajo terminado y la cantidad de trabajo por hacer, tomando en cuenta los cambios y modificaciones necesarias. Deberá constatar minuciosamente cualquier excedente o cantidad insuficiente y mantener plenamente informado al respecto al J.O.C.R. Es particularmente importante una estrecha vigilancia sobre las cantidades de los ítems mayores, puesto que los excedentes o las cantidades insuficientes que sobrepasan el 25 por ciento, pueden determinar ajustes en los precios u otras consideraciones especiales. En el Capítulo 3 hay instrucciones detalladas sobre el informe del costo del proyecto.*

#### **Sección 1.05 OFICINA DE CAMPO O CAMPAMENTO**

*A su llegada a un proyecto, el Ingeniero designado informará al J.O.C.R. lo referente a su dirección postal, telegráfica, de correo y de carga; del mismo modo le informará como puede ser localizado por teléfono. Debe ponerse en contacto lo más pronto posible*

*con las autoridades locales, y/u otros interesados con el fin de hacerce conocer, informarles de su situación y tratar con ellos todas las fases de trabajo que les concierne.*

*La oficina del Ingeniero de Proyecto debe estar lo más cerca posible del trabajo. Si es necesario establecer la oficina y/o el campamento fuera de la servidumbre de un Parque Nacional u otro terreno público, el Ingeniero de Proyecto tiene que asegurarse del permiso de la autoridad correspondiente y cumplir con todos los requisitos de la institución que ejerce el control. En el punto más cercano de la vía transitible, el Ingeniero de Proyecto debe colocar una señal que dé las direcciones de la oficina y del campamento.*

*Si es factible, y cuando el personal del proyecto esté presente o en servicio allí cerca, se desplegará la bandera de Costa Rica en un asta conveniente frente a la oficina. En la oficina debe colocarse un cartel bien realizado, con caracteres nítidos que indique lo siguiente:*

**MOPT**  
**DIVISION DE OBRAS PUBLICAS**  
**OFICINA REGIONAL OBRAS POR CONTRATO**  
**PROYECTO:**

*El Ingeniero de Proyecto es responsable de mantener la oficina ordenada y limpia y/o el campamento atractivo en su apariencia a la vez que su entrada transitible. Deben proporcionarse y mantenerse convenientemente los servicios sanitarios en forma adecuada. Hay que tomar todas las precauciones para evitar la contaminación del agua o del aire. En general, la unidad de oficina de un campamento debe estar lo más próximo a la vía, con sus unidades de cocina y dormitorio en la parte posterior. Si se utilizan tiendas de campaña, deben tener partes laterales convenientes y piso de madera terminado. Las unidades de cocina y de dormitorio deben estar bien resguardadas. Hay que adoptar todas las precauciones posibles para reducir al mínimo el peligro del fuego. Las unidades del campamento deben de estar distanciadas y situadas según los vientos dominantes, de manera que cuando una unidad se incendie no pase el fuego a las otras. Los espacios entre unidades deben ser despejados y no hay que almacenar material inflamable entre ellas.*

*Cuando se alquila el espacio para la oficina y/o las viviendas, deben mantenerse con idéntico cuidado al que se tendría si fueran propiedad del Estado.*

*Si el Ingeniero de Proyecto no vive en las mismas viviendas o campamento ocupado por los miembros de su personal, debe designar un miembro del personal que vive en el campamento, como su representante para el mantenimiento de la disciplina durante las horas libres.*

**Sección 1.06 INDUMENTARIA**

*No se debe exigir uniforme, pero todos los empleados de la ingeniería de construcción deben esforzarse para presentarse lo más decentes y limpios posibles, teniendo en cuenta sus obligaciones y las condiciones del proyecto.*

*En los sitios en que pueda encontrarse peligros, al empleado se le puede exigir que utilice un tipo de indumentaria apropiado para semejantes condiciones. Todo el personal utilizará el casco protector en los proyectos de construcción. Cuando trabaja en áreas expuestas al tránsito, el personal llevará algún artículo distintivo, de indumentaria protectora, tal como un chaleco amarillo brillante. Dicha indumentaria protectora debe llevarse también en las áreas no desarrolladas durante las estaciones locales de caza. Todos los artículos de indumentaria protectora especial serán proporcionados por el Gobierno.*

#### **Sección 1.07 SEGURIDAD E INFORMES DE ACCIDENTES**

*La seguridad de los empleados del Gobierno en el proyecto, cae bajo la responsabilidad del Ingeniero de Proyecto y él debe tomar todas las precauciones necesarias para prevenir accidentes. Debe familiarizarse con todos los formularios prescritos para el informe de accidentes y reportar inmediatamente al J.O.C.R. todos los accidentes. Instruirá al personal por medio de reuniones frecuentes sobre seguridad y pondrá énfasis especial en las áreas de peligro que deberán encontrarse en el proyecto.*

*El Ingeniero de Proyecto debe familiarizarse con los reglamentos que se refieren a la conducción de vehículos del Gobierno, y con las leyes y reglamentos de tránsito. Debe velar para que todo el personal requerido para conducir vehículos tenga la licencia correspondiente al día y debe instruirlos en las prácticas de manejo de seguridad. Debe observarse continuamente los hábitos de manejo de sus ayudantes e insistir para que observen rigurosamente todas las leyes, reglamentos y prácticas del manejo de seguridad. Debe recomendar que se le retire la autoridad de conducir vehículos del Gobierno a quien sea hallado culpable de infracciones graves o repetidas.*

*Para instrucciones detalladas relativas a seguridad e informe de accidentes, en cuanto se refiere al Contratista, véase el Capítulo 7.*

#### **Sección 1.08 MEMORANDOS DE NORMAS Y PROCEDIMIENTOS**

*Los Memorandos de Normas y Procedimientos (MNP) son comunicados emitidos por la D.O.P., Direcciones y Subdirecciones, por medio de los cuales se fijan las directrices a seguir. En el MNP 00-1.00 se explica con todo detalle los alcances de estos comunicados.*

## **CAPITULO 2**

### **RELACIONES GENERALES**

<b>SECCION</b>	<b>TITULO</b>	<b>PAGINA</b>
<b>2.01</b>	<b><i>Relaciones con el Contratista</i></b>	<b>2-1</b>
<b>2.02</b>	<b><i>Relaciones con el público</i></b>	<b>2-3</b>
<b>Anexo 2.01 A</b>	<b><i>Sugerencias para el acta de una Conferencia de Preconstrucción</i></b>	<b>2-6</b>
<b>Anexo 2.01 B</b>	<b><i>Agenda y Lista de verificación de la Conferencia de Preconstrucción</i></b>	<b>2-9</b>

## Sección 2.01 RELACIONES CON EL CONTRATISTA

**A- CONFERENCIA DE PRECONSTRUCCION.** *Tan pronto como sea posible después de adjudicado en firme el contrato y antes de emitir la orden de inicio para proceder con el trabajo, la Dirección General de Construcción convocará a una conferencia con el Contratista. Entre los miembros del personal que asisten deben incluirse al Ingeniero de Proyecto, al J.O.C.R. y personal especializado tal como: Ingenieros de Construcción, Ingenieros de Diseño de Vías, Ingenieros de Diseño de Puentes e Ingenieros de Laboratorio de Materiales. También deben asistir representantes de cualquier otro grupo que tenga relación con la construcción. La finalidad de la conferencia, sin embargo, es lograda más eficazmente cuando el número de personas asistentes es el mínimo que se considere necesario para tratar los problemas relacionados con la obra.*

*La finalidad de la conferencia es la de discutir los planos y especificaciones del proyecto, las condiciones poco comunes, el plan y horario de las operaciones del Contratista, el tipo y capacidad de su equipo, las fuentes de trabajo y las exigencias de trabajo, los requisitos de la igualdad de oportunidad de empleo, el mantenimiento del tránsito, las exigencias del control del tránsito, las responsabilidades del Contratista en la prevención de accidentes, y su plan para implementar las disposiciones de los requisitos de seguridad del contrato, las fuentes de materiales y requisitos de prueba, las condiciones de subcontratos y cualquier otro aspecto pertinente que redunde en un mejor entendimiento del trabajo. El Ingeniero que dirige la conferencia debe explicar la organización de la División de Obras Públicas en lo que se refiere a la administración del contrato y a la supervisión de la construcción, tratando específicamente los canales de autoridad y los métodos para transmitir instrucciones y órdenes. Hay que insistir en que todas las órdenes que se dan al Contratista deben provenir del Ingeniero de Proyecto. Así mismo, el Contratista tiene que explicar su organización y nombrar o identificar a su representante, el cual será un ingeniero civil incorporado al Colegio de Ingenieros y Arquitectos, residente en el Proyecto, con plena autoridad para actuar por él.*

*En la conferencia de preconstrucción debe utilizarse una agenda detallada para tener la seguridad de que no se pasará por alto ninguno de los aspectos pertinentes a la discusión, similar a la mostrada en el Anexo 2.01 B de este capítulo.*

*Hay que preparar un informe escrito o acta de cada conferencia de preconstrucción. Este informe puede constar de un sumario de las discusiones al que se anexa la agenda de la conferencia. El informe o acta debe dejar constancia de la explicación del Ingeniero de Proyecto sobre la autoridad y obligaciones del personal a cargo de la inspección de la obra y la explicación del Contratista sobre su organización y el nombramiento de su representante autorizado. Deben proporcionarse al Contratista dos copias del informe o acta con la exigencia de que devuelva una de dichas copias firmada.*

**B- CONDUCTA DE LOS EMPLEADOS EN LA ADMINISTRACION DEL TRABAJO.** *Todo el personal comprometido en cualquier fase del proyecto en construcción, debe tener presente en todo momento, que ellos son representantes del Gobierno y, como tales, deben comportarse en todas sus actividades de manera amigable, cortés y formal. Deben manifestar espíritu de colaboración para obtener el mejor trabajo posible al menor costo.*

*Es esencial una integridad absoluta por parte de todos los empleados. No hay que apoyar la fraternización con los empleados del Contratista. Está prohibido aceptar regalos y favores de parte de los Contratistas. Los empleados no deben contraer en ningún momento ninguna obligación con el Contratista, puesto que pueden surgir inconvenientes. El ofrecimiento de regalos u otras acciones de parte del Contratista o de su representante, que puedan ser interpretados como intento de soborno, deben ser reportados en seguida.*

*Los inspectores deben mantener una actitud justa e imparcial sin ostentación de emociones y no deben enredarse en discusiones con ninguno de los miembros de la organización del Contratista. Si las desavenencias no se pueden resolver de manera satisfactoria para ambos, el asunto debe ser remitido a una autoridad superior. Los inspectores no tienen autoridad alguna para alterar o prescindir de las disposiciones del contrato, dictar disposiciones contrarias a los planos y especificaciones del contrato, o actuar como capataces del Contratista. Tienen la autoridad necesaria para rechazar materiales o suspender la obra hasta que cualesquiera problemas en disputa puedan ser presentados ante y decididos por el Ingeniero de Proyecto, o una autoridad superior y sean debidamente resueltos. Todas las demás órdenes al Contratista deben provenir del Ingeniero de Proyecto, y deben ser transmitidas siempre al Ingeniero Residente del Contratista en el proyecto, a menos que determinadas circunstancias hagan necesario que se comuniquen a personal supervisor inferior. Tales órdenes deben ser confirmadas al Ingeniero Residente lo más pronto posible.*

*Las discusiones referentes a la organización del Contratista, el equipo, los métodos de trabajo y/o la eficacia que pueda garantizarse, deben realizarse a nivel del Ingeniero de Proyecto con los representantes apropiados del Contratista. Las discusiones de otros miembros del personal de inspección con empleados menores del Contratista, pueden conducir a inconsistencias, relaciones indeseables y disminución de eficiencia por parte de la organización del Contratista y del Gobierno.*

*Es recomendable que el Ingeniero de Proyecto celebre reuniones semanales con el Ingeniero Residente del Contratista para discutir los planes y el horario de trabajo del Contratista y los problemas que surjan en el proyecto. Los puntos más importantes tratados en este diálogo deben ser registrados en el diario del proyecto.*

*C- RECLAMOS Y LITIGIOS. En el curso de la construcción, no es extraño que se susciten diferentes opiniones entre el Contratista y el Ingeniero, acerca de la interpretación de las disposiciones del contrato, o acerca de si los cambios o la alteración de las condiciones del lugar o las demoras, pueden permitir aumento de costos o prórrogas de tiempo. El Contratista puede expresar descontento o desacuerdo respecto a las órdenes de cambio y órdenes de servicio dictadas en conexión con el trabajo.*

*Por regla general, la mayor parte de los asuntos que surgen pueden resolverse por medio de la discusión, la negociación, o la emisión de órdenes apropiadas de cambio y de servicio o enmiendas correspondientes. Es necesario actuar con prontitud para tratar de resolver los asuntos y hacer los ajustes oportunos a medida que progresa el trabajo, tomando debidamente en cuenta los términos del contrato y la finalidad de los planos y especificaciones.*

*El Ingeniero de Proyecto debe mantener oportuna y plenamente informado al J.O.C.R de todos los detalles pertinentes a los asuntos que se originen. El J.O.C.R. informará a*

*la D.G.C. en la medida que así lo desee el Director Regional. Los informes de inspección de la construcción deben contener también comentarios e información referentes al desarrollo del reclamo. El J.O.C.R. deberá evaluar rápidamente los asuntos y ayudar al Ingeniero de Proyecto a resolverlos. Cuando existan o estén involucradas condiciones de sitio o retrasos causados por el Gobierno, o cuando estén implicados otros problemas de tipo legal, hay que buscar el consejo de la Dirección General de Asuntos Legales.*

*El Ingeniero de Proyecto debe documentar cuidadosamente el diario del proyecto y otros registros relativos al mismo, con la información necesaria para la evaluación conveniente de todos los asuntos. Una parte importante de la documentación son las fotografías. Puesto que esta información tiene un valor inmenso en el caso de un litigio, siempre se debe insistir sobre la importancia y la necesidad de llevar registros adecuados. El Capítulo 3 está dedicado exclusivamente al tema de los registros e informes.*

*El diario del proyecto debe contener información suficiente para indicar la naturaleza del reclamo del Contratista, las circunstancias del mismo y lo esencial de todos los compromisos contraídos por cada una de las partes. En el diario debe mantenerse una información completa de las operaciones del Contratistas referentes al trabajo en cuestión. Deben incluirse comentarios sobre el equipo y/o los materiales, el progreso mantenido, etc. Como se dice en la Sección 3.03 de este Manual, el Ingeniero de Proyecto tiene que tener mucha prudencia y buen criterio en las notaciones del diario.*

*Ningún representante del Ministerio debe advertir al Contratista acerca de la conveniencia de hacer un reclamo, ni indicar de ningún modo su opinión sobre una acción posible, favorable o desfavorable de una autoridad superior. Si el Contratista expresa la intención de presentar un reclamo, se le debe de indicar que oriente su atención a las Disposiciones Generales del Contrato, particularmente los cambios, condiciones alteradas de sitio, prórrogas de tiempo, suspensión del trabajo y hay que recordarle las limitaciones de tiempo con respecto a la presentación del reclamo.*

*Cuando los asuntos no han sido resueltos a satisfacción del Contratista, él puede presentar un reclamo formal por escrito. La presentación de tal reclamo puede ser también la primera manifestación para el Ingeniero de Proyecto de que el Contratista no está de acuerdo con las acciones del Ingeniero o está exigiendo un ajuste equitativo bajo los términos del contrato.*

## **Sección 2.02 RELACIONES CON EL PUBLICO**

*El personal de campo de las Direcciones Regionales están en contacto diario con los ojos críticos del público, incluyendo los propietarios de los terrenos adyacentes, los residentes de las comunidades cercanas, los turistas y los representantes de los diversos medios de comunicación. Por éstas y otras razones, es esencial que todos los empleados se comporten de modo que inspiren respeto y confianza.*

*En cualquier comunidad, la información que se refiere a la mejora de carreteras es de interés capital. Desde el punto de vista de las buenas relaciones públicas, es importante que la información referente a los proyectos esté disponible lo más pronto posible y que sea al mismo tiempo cuidadosa y completa.*

*Los Ingenieros de Proyecto deben familiarizarse con los editores, periodistas y jefes de*

*grupos cívicos locales y proporcionar informaciones de interés local relacionadas con el proyecto. Hay que tener extremo cuidado en evitar la publicación de datos relativos a cuestiones polémicas o a conceptos que pudieran ser mal entendidos o mal interpretados. Aquellas cuestiones que se pudieren juzgar conflictivas con las normas y los procedimientos establecidos, no deberán darse a la publicidad.*

*A continuación se presentan algunas directrices para normar los tipos de información que pudieran ser de interés para el público, junto con las medidas que deben adoptarse para emitir informes oportunos con el objeto de establecer y mantener buenas relaciones públicas:*

- 1- Lo más pronto posible, al iniciar un proyecto, el Ingeniero de Proyecto deberá establecer su primer contacto con la prensa y con los dirigentes de grupos cívicos y municipales, para describir el proyecto a su cargo y para esbozar en términos generales la obra por realizar;*
- 2- al recibir el aviso oficial de que un proyecto ha sido propuesto a licitación, esta información deberá comunicarse a la prensa local. Así mismo se dará la noticia del licitante ganador y la adjudicación correspondiente del contrato;*
- 3- la terminación de partes importantes de un proyecto deberá comunicarse puntualmente;*
- 4- la información relativa a cierre de caminos, desvíos, restricciones de velocidad y otros aspectos relacionados con seguridad pública y que son de interés general para los conductores, deben ser motivo de oportuna publicidad. En algunos casos, será de utilidad contar con croquis o mapas bosquejados;*
- 5- al proporcionar información a la prensa es preferible usar el lenguaje común, que una terminología de ingeniería;*
- 6- evítese dar la impresión de que se busca publicidad personal;*
- 7- en caso de publicarse alguna declaración errónea, no debe presentarse queja alguna a menos que se trate de un error esencial o importante. De ser importante, llámese con cortesía al editor o corresponsal. Si apareciera una crítica editorial, ésta podría estar bien fundada. En tales casos, es conveniente comunicarse con el editor para determinar las razones de tal crítica. Si el público ha sido considerablemente mal informado, deberá sugerirse una rectificación;*
- 8- sin subestimar la inteligencia de los miembros de la prensa, asegúrese de la claridad de las declaraciones ofrecidas;*
- 9- absténgase de emitir opiniones sobre asuntos locales que no tienen ninguna relación con el proyecto;*
- 10- las preguntas dirigidas al personal de topografía o al de ingeniería de la construcción, deben de ser remitidas por regla general al Ingeniero de Proyecto para la respuesta correspondiente;*

- 11- *las solicitudes de información relativas a cuestiones de reconocido interés público, que no puedan ser atendidas a nivel de proyecto, deberán ser rápidamente remitidas al J.O.C.R.*

*Deben tomarse todas las medidas necesarias para instruir a los Ingenieros de Proyecto, en cuanto a sus responsabilidades relativas a la difusión de información al público.*

**Anexo 2.01 A SUGERENCIAS PARA EL ACTA DE UNA REUNION DE PRECONSTRUCCION**

*Hoja 1/3*

*(Esquema-Modelo)*

**I- INTRODUCCION**

- A. Tomar lista de los presentes, a quiénes representan y sus títulos**

**II- ORGANIZACION**

**A. Dirección Regional**

- 1. Canales de autoridad**
- 2. Instrucciones**
- 3. Ordenes**
- 4. Comunicaciones**

**B. Organización del Contratista**

- 1. Canales de autoridad**
- 2. Representante en el proyecto, con autorización escrita para actuar en representación del Contratista**
- 3. Responsabilidad del Contratista con los subcontratistas**

**C. Relaciones con otras Instituciones**

- 1. Departamento Forestal del M.A.G.**
- 2. Empresas de Servicio Público**
- 3. Otros Contratistas**

**III- PLANOS, ESPECIFICACIONES Y CONTRATO**

**A. Revisión de los planos**

- 1. Situación y duración del proyecto**
- 2. Tipo de trabajo**
- 3. Aspectos poco comunes o consideraciones especiales**

**B. Revisión de las Especificaciones**

- 1. Modificaciones especiales del CR-77 (Provisiones especiales)**

**Anexo 2.01 A**

**Hoja 2/3**

**C. Contrato**

1. **Cumplimiento de las provisiones de trabajo del contrato**
  - a) **Planilla de pago**
  - b) **Salario mínimo**
  - c) **Clasificaciones adecuadas**
  - d) **Direcciones, números del Seguro Social**
2. **Cumplimiento de las disposiciones de seguridad**
3. **Cumplimiento de todas las leyes, ordenanzas, etc.**
  - a) **Conservación del paisaje, corrientes de agua, etc.**
  - b) **Conservación de los peces y animales salvajes**
  - c) **Plan del Departamento Forestal para el control de las quemas**
4. **Responsabilidad del Contratista en el cumplimiento por parte de los subcontratistas.**

**IV. MATERIALES**

- A. **Fuentes de materiales**
  1. **Áreas de préstamo**
  2. **Replanteo topográfico, desmonte, limpieza de tajos**
- B. **Modificación de las especificaciones sobre materiales**
- C. **Materiales especiales**
- D. **Métodos de aceptación para varios materiales, certificado de fabricantes, análisis de las fábricas, pruebas de campo, etc.**

**V. CONSTRUCCION**

- A. **Plan de Progreso (Programa de Trabajo)**
  1. **Plan de Operación del Contratista**
  2. **Equipo**
- B. **Replanteo Topográfico**
  1. **Método**
  2. **Replanteo de las estacas**

*Anexo 2.01 A*

*Hoja 3/3*

- C. Controles de fuego y voladuras*
  - 1. Discusión de las reglamentaciones vigentes, restricciones, etc.*
  - 2. Obligaciones y responsabilidades del Contratista*
  - 3. Guardafuego*
- D. Conservación del paisaje, peces y animales salvajes, etc.*
- E. Coordinación con las empresas de servicio público*
- F. Tránsito y señalamiento*
  - 1. Plan de tránsito*
  - 2. Desvíos*
  - 3. Advertencias y señalamiento*
- G. Seguridad*
  - 1. Seguridad pública*
  - 2. Seguridad de los empleados*
  - 3. Informes de accidentes*

**VI- MEDICION Y PAGO**

- A. Método de computación de cantidades*
- B. Estimaciones de progreso*
  - 1. Solamente estimaciones del trabajo hecho*
  - 2. Fecha de estimación*
  - 3. Formato de la estimación*
  - 4. Retenciones*
- C. Retenciones de pagos parciales por incumplimiento del contrato*
- D. Estimaciones de Ajustes*

DEPARTAMENTO DE OBRAS POR CONTRATO REGION _____		CONTRATO Nº _____
AGENDA DE LA CONFERENCIA DE PRECONSTRUCCION		
CONTRATISTA	CONFERENCIA REALIZADA EN	FECHA
DESCRIPCION Y UBICACION DEL CONTRATO	PERSONAS QUE ASISTIERON A LA CONFERENCIA NOMBRE ORGANIZACION	
COLOQUE UNA "X" EN LA CASILLA APROPIADA SI EL ARTICULO SE DISCUTE CON EL CONTRATISTA		"X"
1. REPRESENTANTES DEL GOBIERNO	A. DIRECTOR DE REGION	
	B. JEFE DE OBRAS POR CONTRATO REGIONAL	
	C. INGENIERO DE PROYECTO	
2. ESTADO LEGAL	A. COMIENZO, EJECUCION, TERMINO DEL TRABAJO	
3. PROGRAMA DE TRABAJO	A. PRESENTACION PARA APROBACION	
	B. ARTICULOS A SER INCLUIDOS	
	C. CUMPLIMIENTO CON EL PROGRAMA DE TRABAJO Y ACCION POR PARTE DEL INGENIERO DE PROYECTO SI EL CONTRATISTA NO MANTIENE DICHO PROGRAMA	
4. CAMBIOS	A. AUTORIDAD	
5. CORRESPONDENCIA	A. NORMALMENTE TODA LA CORRESPONDENCIA SE LE DIRIGIRA AL INGENIERO DE PROYECTO CON COPIA A SU INGENIERO RESIDENTE	
6. SUPERINTENDENCIA POR EL CONTRATISTA	A. NOMBRE DEL REPRESENTANTE ( INGENIERO RESIDENTE )	
7. OTROS CONTRATOS	A. COLABORACION CON LOS CONTRATISTAS Y OTROS EMPLEADOS DEL GOBIERNO	
	B. UTILIZACION DE CAMINOS E INSTALACIONES	
	C. COORDINACION ENTRE LOS CONTRATISTAS	
8. SUBCONTRATISTA	A. PORCENTAJE Y ARTICULOS DE TRABAJO REALIZADO POR LOS TRABAJADORES DEL CONTRATISTA PRINCIPAL	
	B. NOTIFICACION ESCRITA DE CONSIGNACION AL SUBCONTRATISTA	
	C. RELACIONES CONTRACTUALES ENTRE SUBCONTRATISTA Y GOBIERNO	
9. PAGO AL CONTRATISTA	A. PORCENTAJE RETENIDO	
	B. PAGO POR MATERIAL Y EQUIPO EN EL SITIO	
	C. ALMACENAMIENTO Y PROTECCION	
10. PLANOS DE TALLER	A. PRESENTACION DE PLANOS DE TALLER	
	B. PRESENTACION DE TRAZADO DE EQUIPO	
	C. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA DE ALERTAR AL GOBIERNO SI LOS ARTICULOS NO CUMPLEN LOS REQUISITOS DEL CONTRATO	
11. INSPECCION	A. DERECHO DE RECHAZAR MATERIAL O MANO DE OBRA DEFECTUOSOS	
	B. NINGUN REPRESENTANTE ESTA AUTORIZADO PARA CAMBIAR CUALQUIER DISPOSICION DEL CONTRATO	
	C. LA PRESENCIA O AUSENCIA DEL INSPECTOR NO EXCUSA AL CONTRATISTA DE LOS REQUISITOS DEL CONTRATO	
	D. ACEPTACION DEL TRABAJO	
	E. ESPECIFICACIONES QUE RIGEN CUANDO HAY DIFERENCIAS ENTRE LOS PLANOS Y LAS ESPECIFICACIONES	
12. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	A. AREAS DE ALMACENAMIENTO A SER AUTORIZADAS O APROBADAS	
	B. AREAS DE DESECHO	
13. TRAZADO DEL TRABAJO	A. LINEA DE BASE Y BANCO DE NIVEL ESTABLECIDOS POR EL GOBIERNO	
	B. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA POR LINEAS Y NIVELES	
14. COORDINACION DE OFICIOS	A. CONTRATISTA COORDINA LOS VARIOS OFICIOS	
	B. CONTRATISTA COORDINA LOS DIBUJOS DE TALLER Y EL TRAZADO DE LOS VARIOS OFICIOS	

Anexo 2.01 B Hoja 2/2

COLOQUE UNA "X" EN LA CASILLA APROPIADA SI EL ARTICULO SE DISCUTE CON EL CONTRATISTA		
15. PROPIEDAD Y MATERIAL SOBRENTE PROPORCIONADOS POR EL GOBIERNO	A. ENTREGA, INVENTARIO Y ACEPTACION	
	B. ALMACENAMIENTO Y PROTECCION	
	C. MATERIAL SOBRENTE, SERVIBLE E INSERVIBLE	
16. PROTECCION DEL MATERIAL Y DEL TRABAJO	A. PROTECCION DE LAS ESTRUCTURAS, INSTALACIONES, TRABAJO Y VEGETACION EXISTENTE	
	B. APTITUD E IDENTIFICACION DEL PERSONAL DE SEGURIDAD (SI ES APLICABLE)	
17. MANO DE OBRA	C. LEY GENERAL DE HORAS DE CONTRATO DE TRABAJO INCLUYENDO EL SOBRETIEPO	
	D. APRENDICES	
	E. REGISTRO DE PAGO Y PLANILLAS	
	F. (Empty)	
	G. RETENCION DE FONDOS PARA ASEGURAR PAGO DE SALARIOS	
	H. SUBCONTRATISTAS - TERMINACION	
18. AVISO DE DEMORAS	A. AVISO AL OFICIAL CONTRATANTE SOBRE LITIGIOS LABORALES	
	B. OTRAS DEMORAS REALES Y POTENCIALES	
19. PROGRAMA DE SUBCONTRATOS PARA PEQUEÑAS EMPRESAS	A. EL CONTRATISTA NOMBRA UN OFICIAL DE CONTACTO	
	B. MANTIENE REGISTROS DISPONIBLES PARA REVISION	
20. CUMPLIMIENTO	A. CUMPLIMIENTO DE REGLAS Y REGLAMENTOS LOCALES	
21. SEGURIDAD	A. PREVENCION DE ACCIDENTES	
	B. LIMPIEZA	
22. OTROS ARTICULOS (ANADIR SI ES NECESARIO)  (REFERENCIA A ARTICULOS ANTERIORES, SI ES APLICABLE)		
CERTIFICACION: LOS ARTICULOS ANTERIORES MARCADOS CON "X" HAN SIDO DISCUTIDOS		
FIRMA POR PARTE DEL CONTRATISTA		FIRMA POR PARTE DEL GOBIERNO
OBSERVACIONES (CONTINUAR EN HOJA ADJUNTA SI ES NECESARIO)		

### **CAPITULO 3**

#### **REGISTROS E INFORMES**

<b>SECCION</b>	<b>TITULO</b>	<b>PAGINA</b>
3.01	<i>Generalidades</i>	3-1
3.02	<i>Correspondencia</i>	3-1
3.03	<i>Diario del proyecto</i>	3-1
3.04	<i>Anotaciones de campo y libros de cálculo</i>	3-3
3.05	<i>Registros de materiales</i>	3-4
3.06	<i>Fotografías</i>	3-5
3.07	<i>Registros e informes de costos</i>	3-5
3.08	<i>Personal, suministros y equipo</i>	3-6
3.09	<i>Informe mensual del Ingeniero de Proyecto</i>	3-6
3.10	<i>Gráfico de progreso</i>	3-6
3.11	<i>Informes de inspección</i>	3-6
3.12	<i>Informe sobre un proyecto parcialmente terminado</i>	3-7
3.13	<i>Informe final de construcción</i>	3-7
3.14	<i>Planos de construcción real</i>	3-8
3.15	<i>Archivo de los registros</i>	3-8
	<i>Anexo 3.09-A Modelo de informe mensual</i>	3-9

### Sección 3.01 GENERALIDADES

*Este capítulo abarca los informes y registros básicos requeridos para cada proyecto de construcción. Los informes adicionales que pudieran considerarse necesarios para la correcta administración de un proyecto, son fijados por la Dirección Regional y la Subdirección de Construcción.*

*Se ha juzgado conveniente contar con un sistema de archivo uniforme, para emplearse en las oficinas de campo de los proyectos en construcción, ubicados dentro de cualquier región. La uniformidad en el sistema de archivo simplificará la preparación del personal destinado a oficinas de campo y facilitará su enseñanza al ser transferidos a otros proyectos y resulta útil para los J.O.C.R., Ingenieros de Construcción y demás funcionarios que tengan ocasión de revisar los archivos.*

*Aún cuando la D.O.P. no ordene un sistema uniforme de archivo, se exhorta a los J.O.C.R. a implantar dicho sistema en sus respectivas regiones.*

### Sección 3.02 CORRESPONDENCIA

*El Ingeniero de Proyecto entregará a la Dirección General de Construcción una copia de toda su correspondencia saliente, y conservará otra copia en los archivos de la oficina del proyecto. Así mismo, proporcionará a la D.G.C. una copia de toda la correspondencia entrante que pudiera considerarse de interés para dicha Dirección. (Esto puede lograrse enviando el original a la D.G.C. para ordenar una fotocopia y devolverlo). Cualquier correspondencia entrante que abarque cuestiones que escapen a la autoridad del Ingeniero de Proyecto, deberá remitirse a la D.G.C. para tomar las medidas convenientes del caso.*

### Sección 3.03 DIARIO DEL PROYECTO

*El Ingeniero de Proyecto deberá llevar un diario que consigne anotaciones diarias hechas y firmadas por él mismo. Si el Ingeniero de Proyecto se encuentra ausente del proyecto, las anotaciones diarias serán hechas y firmadas por la persona a cuyo cargo quede la obra durante su ausencia.*

*El diario del proyecto constituye uno de los registros más importantes realizados durante el desarrollo del contrato; por lo tanto, las anotaciones asentadas en el diario deberán ser verdaderas, concisas, completas y legibles. Bien llevado, el diario del proyecto proporciona información de incalculable valor, además de elementos de prueba en caso de ulteriores controversias. Cualquier dato informativo que pudiera tener relación con una probable reclamación contra el Gobierno, deberá registrarse en todos sus detalles.*

*Las mediciones y anotaciones de campo, para documentar las cantidades de avance mensual de la obra, no se anotarán en el diario del proyecto. Siempre que sea posible, dichas cantidades serán documentadas mediante mediciones y cálculos concretos registrados en libretas de campo y libros de computación. En el caso de conceptos o ítemes, en los cuales resulte impráctico efectuar mediciones efectivas, con el fin de calcular cantidades de pago para cálculos individuales de estimación mensual, se recomienda que la documentación en que se base el cómputo de las cantidades, sea registrada en*

*un libro de trabajo titulado "Apoyo Mensual de Cálculo".*

*El diario del proyecto se considerará como un documento oficial del Gobierno, y se entregará junto con otros documentos del proyecto al finalizar éste.*

*Al inicio del diario del proyecto, se incluirá un registro de firmas de las personas autorizadas para firmar éste.*

*Cada información diaria deberá incluir lo siguiente, además de cualquier otra información pertinente:*

- 1- Fechas y condiciones climáticas;*
- 2- correspondencia enviada y recibida. Se anotará la fecha y número de oficio. Se hará una descripción general de los asuntos tratados;*
- 3- trabajo de la cuadrilla de topografía*
- 4- trabajo de los inspectores;*
- 5- trabajo de los oficinistas;*
- 6- nombres de personas importantes que visiten el proyecto;*
- 7- trabajo de construcción en marcha;*
- 8- personal y equipo del Contratista en cada concepto o fase del contrato, la ubicación general de dicha actividad, comentarios relativos a cualquier equipo en proceso de reparación, los motivos por lo que determinado equipo esté inactivo y las condiciones del equipo ocioso;*
- 9- inspecciones, decisiones y detalles discutidos con los inspectores;*
- 10- instrucciones verbales a los contratistas;*
- 11- la parte esencial de las conversaciones importantes celebradas con el Contratista en torno a dirección, avance, cambios, interpretación de las especificaciones, u otros detalles.*
- 12- Referencia a fotografías tomadas para documentar las condiciones o acontecimientos que más tarde pudieran convertirse en motivo de desacuerdo;*
- 13- comentarios sobre los riesgos de seguridad de la construcción y las medidas correctivas;*
- 14- información relativa a accidentes acaecidos en las labores de construcción o concomitantes a ésta;*
- 15- cualquier otra información no incluida en otras libretas y que pudiere tener relación en caso de ulteriores desacuerdos, tales como dificultades encontradas en la construcción y sus causas, retrasos provocados por deterioros en el equipo, comentarios sobre el uso inadecuado del equipo, que si es de suficiente magnitud, refleje ineficiencia de las operaciones del Contratista.*

*Paralelo al Diario del Proyecto, que es un documento de uso exclusivo del personal de Supervisión e Inspección del Gobierno destacado o relacionado con el proyecto, al cual el contratista tendrá acceso para su información únicamente, deberá implantarse en la obra el uso del cuaderno de "Bitácora de Obra" de acuerdo a lo establecido en el MNP No. 14-6.70, que fue tomado como Norma del Reglamento que para tal efecto confeccionó el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (C.F.I.A.).*

*El Cuaderno de "Bitácora de Obra" será adquirido e inscrito por el Director Técnico del Contratista, suministrado al Ingeniero de proyecto de este Ministerio, quien incluirá los datos solicitados en la portada y lo remitirá a la D.G.C. para su Registro ante el C.F.I.A. y su oficialización.*

*Dicho cuaderno será para uso exclusivo de los profesionales incorporados al C.F.I.A., que laboran con el Contratista, con la firma Consultora y con este Ministerio, destacados o relacionados con el proyecto para que giren instrucciones técnicas.*

*Sin embargo se aclara que personas no incorporadas al C.F.I.A. podrán hacer anotaciones técnicas en esa Bitácora de carácter informativo únicamente y en casos especiales girar instrucciones técnicas comunicadas verbalmente por el profesional que las deberá respaldar por escrito en anotaciones posteriores que realice en ese Cuaderno.*

*Aparte de lo anterior es aconsejable que los inspectores lieven un diario de trabajo con informes más detallados. Además en proyectos más grandes y complejos debe llevarse un diario del "Jefe de Inspectores" el cual incluirá los nombres y obligaciones de los inspectores, el estado de avance de las labores de topografía, una relación de las solicitudes de replanteo topográfico por parte del contratista y cualquier otra información pertinente.*

#### **Sección 3.04 ANOTACIONES DE CAMPO Y LIBROS DE CALCULOS**

*A- GENERALIDADES. El número y contenido de los cuadernos de campo y libros de cálculos depende del tipo de construcción. Los métodos de tomar notas y apuntes también varían porque en cada Región se adoptan determinadas prácticas como procedimientos habituales. Los J.O.C.R. deberán emitir instrucciones para lograr uniformidad en el sistema de anotación dentro de sus regiones respectivas. Dicho proceder no sólo facilita la revisión de los documentos y registros, sino que además fomenta una mayor eficacia en la toma de apuntes cuando los Ingenieros de Proyecto son asignados a proyectos ubicados en otra Región.*

*De preferencia, todas las notas y cálculos de trabajo deberán registrarse y conservarse en libros encuadernados. En caso de utilizar cuadernos de hojas sueltas, será preciso ejercer extrema precaución para evitar la posibilidad de extraviar algunas páginas. Las notas se escribirán con pulcritud y claridad, sin amontonarlas y en suficiente detalle para hacerlas fácilmente comprensibles. El exceso de detalles es preferible a la insuficiencia de ellos.*

*Aquellas anotaciones originales que posteriormente aparezcan erradas, no deben ser borradas. Pásese una línea sobre ellas y escríbase preferiblemente la corrección encima. Cuando las revisiones exijan el abandono de una porción considerable de las anotaciones, deben ser tachadas en cruz y hacerse una anotación del registro y número de la página en que se encontrarán las notas revisadas.*

*Todas las libretas de apuntes y demás registros deben tener las páginas numeradas, con un índice del contenido en la primera página. Los cuadernos de campo deben mostrar la fecha, condiciones de clima y personal de cada parte, al comienzo de las anotaciones de cada día. Los libros de cómputo deben señalar la fecha y los nombres de las personas que realizaron y controlaron dichas computaciones.*

*Todos los cuadernos y otros registros deben ser marcados de manera sencilla para la identificación que indique: La Región, nombre del proyecto, el contenido del registro, el nombre del Ingeniero de Proyecto y el año.*

**B- ANOTACIONES REQUERIDAS.** *A continuación se enumeran algunos de los libros de anotación y cálculos generalmente exigidos en el proceso de construcción. Las notas relativas a conceptos menores o secundarios deberán combinarse, hasta donde sea posible en uno o más libros titulados "varios".*

*Índice general de todos los libros de anotación*

*Diarios de Proyecto  
 Libretas de Tránsito  
 Libretas de Niveles  
 Libretas de Nivelación  
 Cálculos de Nivelación  
 Niveles de "Taco Azul"  
 Materiales Bituminosos  
 Estructuras Menores  
 Estructuras Mayores  
 Excavación para Estructuras  
 Pilotaje  
 Hormigón (diario)  
 Hormigón (cálculos)  
 Acero de Refuerzo  
 Acero Estructural  
 Libreta de estacas de talud  
 Desmonte y Limpieza  
 Secciones de corte de préstamo  
 Sobre excavaciones y derrumbes  
 Cambios de canales  
 Acarreo adicional (sobrecarreo)  
 Materiales de Base y Superficie  
 Alcantarillas y Cabezales  
 Subdrenajes  
 Siembra de césped  
 Datos complementarios al cálculo mensual  
 Libro de resumen de cálculos  
 Libro mayor (costo de construcción)  
 Libro Mayor (costos de ingeniería)*

**Sección 3.05 REGISTRO DE MATERIALES**

*El Ingeniero de Proyecto es responsable de los registros e informes de los materiales utilizados en la construcción. En la sección 106.03 de las Especificaciones Generales CR-77 se tratan los detalles de estos requerimientos.*

### Sección 3.06 FOTOGRAFIAS

*Las fotografías constituyen una parte importante de los registros y archivos del proyecto. Sirven para documentar los registros con respecto a deslizamientos, hundimientos, inundaciones y otros fenómenos inusitados; las condiciones reales cuando un Contratista alega "alteración de las condiciones del terreno"; aspectos y prácticas de construcción poco comunes; accidentes causantes de muerte, lesiones, o daños a la propiedad, invasión al derecho de vía, y otras situaciones y condiciones semejantes. Son útiles para ilustrar informes sobre aspectos experimentales y prácticas de construcción poco usuales, informes finales de construcción y otros reportes afines. Su valor es incalculable como evidencia en caso de surgir una controversia durante el contrato, que pueda luego convertirse en litigio.*

*A fin de cumplir mejor el propósito perseguido, es indispensable que las fotografías se tomen en etapas apropiadas de la construcción, inmediatamente después de acontecidos los fenómenos insólitos y antes de que las condiciones extraordinarias se alteren. La claridad y la buena composición son de gran importancia y también se necesita la identificación adecuada. El registro de identificación de cada fotografía, debe incluir el sitio exacto en que fue tomada (incluyendo referencias a las estaciones del proyecto) fecha y hora de la toma, condiciones climáticas del lugar fotografiado, nombre y firma del fotógrafo y número de serie de la fotografía y del negativo. Esta información es de particular importancia en el caso de fotografías que pudieran servir como elementos de prueba en caso de posibles procesos legales.*

*El registro de identificación del material fotográfico deberá organizarse de manera que todas las fotografías puedan localizarse con toda facilidad, e incorporarse al sistema de archivos del proyecto.*

### Sección 3.07 REGISTROS E INFORMES DE COSTOS

*A- REGISTROS. Como se estableció anteriormente en el Capítulo 1, el Ingeniero de Proyecto debe conocer, en todo momento, los costos acumulados de construcción e ingeniería, así como el probable costo total de cada uno. Para lograr esto, es necesario (a menos que se indique de otra manera) llevar registros de todos los costos de construcción e ingeniería, a medida que éstos se acumulan en el proyecto.*

*B- RESUMENES DE COSTOS DE CONSTRUCCION. Los resúmenes de los costos de construcción deben elaborarse como parte de los cálculos de avance mensual y definitivo.*

*Los resúmenes intermedios de costos de construcción mantienen a las Oficinas Regionales y de Proyecto, constantemente informadas sobre las condiciones y el estado del trabajo realizado hasta la fecha, en cada concepto o ítem del contrato, así como las cantidades probables estimadas y los costos para el Gobierno. Esta información es necesaria para ejercer un adecuado control administrativo de los fondos durante la construcción. Los resúmenes intermedios de costos han de prepararse y distribuirse de acuerdo con la política de cada Región, y deberán remitirse a la Dirección General de Construcción.*

*Los resúmenes finales de construcción proporcionan importantes datos informativos*

sobre los proyectos terminados. Le sirven al Ingeniero para comparar las cantidades y los costos calculados con las cifras definitivas, para cada concepto o ítem del contrato; para observar y considerar el costo total de ingeniería, la duración definitiva del proyecto, y el tiempo necesario para incluir las obras; y también como normas de criterio para elaborar el programa, los planos y las especificaciones de futuros proyectos semejantes. Se exige un resumen final (definitivo) de costos para cada proyecto, una copia del cual se envía a la Dirección General de Construcción con el comprobante final.

### **Sección 3.08 PERSONAL, SUMINISTROS Y EQUIPO**

Los registros e informes relativos a personal, suministros y equipo constituyen una parte fundamental de la administración de cada proyecto. Estas categorías de registros e informes, sin embargo, varían considerablemente de tiempo en tiempo y de región a región. Los Directores de Región emitirán las instrucciones apropiadas sobre este tema.

### **Sección 3.09 INFORME MENSUAL DEL INGENIERO DE PROYECTO**

En cada Región, se exige que el Ingeniero de Proyecto presente un informe mensual sobre la marcha del Proyecto. Estos informes han resultado ser de inmenso valor para mantener a las Direcciones Regionales y la Dirección General de Construcción constantemente informadas de las actividades en los proyectos.

Los informes mensuales deberán ser elaborados como se indica en el Anexo 3.09-A de este capítulo.

### **Sección 3.10 GRAFICO DE PROGRESO**

Puede resultar conveniente, llevar en cada proyecto, un gráfico de progreso para mostrar las relaciones entre el tiempo transcurrido del contrato y los montos pagados del mismo. Si los J.O.C.R. solicitan estos gráficos, deberán especificar la forma en que los desean, así como el plazo y el método que deberán observarse para su preparación y entrega.

Este gráfico no debe confundirse con el "Programa de Trabajo" (tratado en la Sección 8.02 de este Manual) que tiene que presentar el Contratista según las disposiciones de la Subsección 108.02 del CR-77. Sin embargo, la comparación del progreso real con el progreso propuesto por el Contratista, servirá para revelar la necesidad de solicitar una revisión del "Programa de Trabajo".

### **Sección 3.11 INFORMES DE INSPECCION**

Como ya se indicó en la Sección 1.04-F, el Ingeniero de Proyecto es responsable de la diaria observación e inspección de las operaciones de construcción. Las obras también serán inspeccionadas durante el período de construcción activa, por un ingeniero de la Dirección General de Construcción, nombrado para este menester, en cumplimiento de los requisitos estipulados en el M.N.P. 0-6.70.

*la preparación de los informes de inspección de la construcción es responsabilidad del ingeniero designado por la Dirección General de Construcción. Los requisitos pertinentes al contenido de los informes de inspección y a la distribución de las copias, se describen en detalle en el M.N.P. 0-6.70*

*Es esencial proporcionar oportunamente a la D.G.C. copias de los informes de inspección. Es de particular importancia remitir de inmediato una copia del "Informe de Inspección Final". Este informe señalará la fecha de terminación física de la obra e incluirá una declaración relativa a su terminación en forma razonablemente ajustada a los planos y especificaciones aprobadas, sujeta a los resultados obtenidos en los procedimientos de muestreo y experimentación.*

*El Ingeniero de Proyecto puede ayudar a la Dirección General de Construcción a redactar los informes de inspección final y de aceptación final, preparándole con anticipación un resumen de las principales divergencias -tanto de más como de menos- de las cifras originalmente planteadas, una relación del cómputo de distancia (kilometraje) y tiempo del contrato. Todos estos datos deben acompañar al comprobante final si es que no se ha enviado previamente.*

#### **Sección 3.12 INFORME SOBRE UN PROYECTO PARCIALMENTE TERMINADO**

*Cuando un proyecto se suspende durante el invierno u otros períodos prolongados, el Ingeniero de Proyecto entregará a la Oficina Regional, inmediatamente después de suspenderse las obras, un memorando consistente de una somera descripción del trabajo realizado, con las ideas y sugerencias más importantes que a su juicio pudieran ser de utilidad a un ingeniero no familiarizado con la obra. Esta información es conveniente si se llegara a cambiar de Ingeniero de Proyecto al reiniciar las actividades.*

#### **Sección 3.13 INFORME FINAL DE CONSTRUCCION**

*A- GENERALIDADES. Para los proyectos de carreteras y caminos se necesita un informe final de construcción. Los J.O.C.R. deberán implantar una forma o plan general a seguir en sus respectivas regiones para la elaboración de dichos informes.*

*B- CONTENIDO DEL INFORME. Un informe de construcción final deberá redactarse en forma narrativa, e incluir únicamente información pertinente, evitando en lo posible la repetición de datos, pero proporcionando una descripción completa de las principales actividades de construcción. La parte narrativa del informe deberá complementarse con un apéndice conteniendo otra información y estadísticas relativas al proyecto.*

*Los informes deberán estar encuadernados con tapas permanentes pero baratas y debidamente rotulados. Debe incluir una página con el título y las firmas del Ingeniero de Proyecto, del Ingeniero Jefe de Obras por Contrato Regional, del Director Regional, del Director General de Construcción y del Director General de Vialidad.*

*C- DISTRIBUCION. Los J.O.C.R. deberán especificar el número de copias y la distribución de los informes de construcción final; sin embargo, siempre deberán remitir una copia a la D.G.V., a la D.G.C. y al Departamento de Laboratorio de Materiales.*

#### **Sección 3.14 PLANOS DE LA CONSTRUCCION REAL**

*La preparación y distribución de los planos de la construcción real, corresponde a la Dirección General de Vialidad. Estos planos de la construcción real son especialmente útiles para la dependencia encargada del mantenimiento del proyecto terminado. Los J.O.C.R. emitirán instrucciones para su preparación detallada, incluso disposiciones para que los Ingenieros de Proyecto proporcionen los datos necesarios. Los ingenieros de Proyecto deberán registrar los cambios en un plano, a medida que ocurran.*

*En términos generales, los planos de la construcción real deberán incluir: todos los cambios de alineamiento y nivelación, subbase, base y superficie de rodamiento, estructuras, incluyendo alcantarillas, rectificaciones a las amplitudes del derrecho de vía, ubicación de monumentos en referencia, cantidades corregidas, puntos de acceso, y cualquier otra información relativa al proyecto terminado.*

#### **Sección 3.15 ARCHIVO DE LOS REGISTROS**

*Una vez concluido el proyecto de construcción, y después de preparar y verificar el comprobante final, todos los cuadernos de apuntes de trabajo, libros de cálculo, diarios y demás documentos relativos al proyecto deberán ser conservados en la Oficina Regional y deberán archivar de tal manera que permitan su fácil acceso y consulta*

**Anexo 3.09 A MODELO DE INFORME MENSUAL****Hoja 1/15****Los informes mensuales deberá realizarlos el Ingeniero de Proyecto, siguiendo este formato:****Lugar y fecha.****Asunto: Informe mensual  
Mes  
Proyecto****Señor  
Ingeniero  
Jefe de Obras por Contrato Regional  
S. O.****Estimado señor:****Sírvase encontrar a continuación el informe sobre las labores realizadas en el Proyecto a mi cargo, durante el mes de -----**

- |    |                                |   |
|----|--------------------------------|---|
| 1. | <b>PERIODO</b>                 | <b>Periodo que cubre el informe</b>                             |
| 2. | <b>PROYECTO</b>                | <b>Nombre del proyecto</b>                                      |
| 3. | <b>LONGITUD</b>                | <b>Kms</b>  |
| 4. | <b>CONTRATISTA</b>             | <b>Nombre del contratista</b>                                   |
| 5. | <b>INSPECCION</b>              | <b>Nombre Ingeniero Proyecto</b>                                |
| 6. | <b>CONSULTORIA</b>             | <b>Nombre de la consultoría y de Ingenieros que la realizan</b> |
| 7. | <b>CALIDAD DEL TRABAJO</b>     | <b>Satisfactorio o Insatisfactorio</b>                          |
| 8. | <b>PROGRESO DE LA OBRA</b>     | <b>Monto                      Tiempo d.c</b>                    |
|    | <b>a. Propuesto</b>            |   |
|    | <b>b. Autorizado</b>           |   |
|    | <b>c. Probable</b>             |   |
|    | <b>d. Este mes</b>             |   |
|    | <b>e. A la fecha</b>           |   |
|    | <b>f. Resumen de adelantos</b> |   |

## Anexo 3.09 A

Hoja 2/15

	<i>Este mes</i>	<i>A la Fecha</i>
<i>Movilización</i>	₡	₡
<i>Equipo</i>	₡	₡
<i>Materiales</i>	₡	₡
g. <i>Este mes realizado sin adelantos de movilización y equipo</i>		₡
h. <i>A la fecha realizado sin adelantos de movilización y equipo</i>		₡
i. <i>Porcentajes de avance.</i>		

	<i>Este mes</i>	<i>A la Fecha</i>
	<i>Trabajo</i>	<i>Tiempo</i>
	<i>Tiempo</i>	<i>Trabajo</i>
	<i>Tiempo</i>	<i>Tiempo</i>

Con respecto al autorizado

Con respecto al probable

j. *Calificación del Progreso de la Obra: (Indicar satisfactorio o insatisfactorio)*

## 9. REAJUSTES

<i>Autorizado</i>	₡
<i>Probable</i>	₡
<i>Este mes</i>	₡
<i>A la fecha</i>	₡

## 10. ESTADO FINANCIERO

<i>Total obra más reajuste autorizado</i>	
<i>Total obra más reajustes probable</i>	(0)
<i>Este mes obra más reajustes</i>	
<i>A la fecha obra más reajustes</i>	(1)
<i>Saldo en órdenes de compra</i>	(2)
<i>Solicitudes en trámite</i>	(3)
<i>Decretos en trámite</i>	(4)
<i>Total Financiado</i>	(5) = (1) + (2) + (3) + (4)
<i>Faltante</i>	(0) - (5)

NOTA: (La numeración es para guía únicamente del presente formato).

## 11. FECHAS IMPORTANTES

*Apertura de ofertas*  
*Adjudicación*  
*Firma del contrato*  
*Inicio de labores*  
*Terminación autorizada*  
*Terminación probable*  
*Fecha de vencimiento del Bono de Cumplimiento*

Anexo 3.09 A

Hoja 3/15

**12. DESCRIPCION DEL PROYECTO**

*Descripción general del proyecto*

**13. LABOR DEL CONTRATISTA**

- a) *Terracería*
- b) *Préstamo*
- c) *Subbase*
- d) *Base*
- e) *Estructuras mayores*
- f) *Drenajes menores*
- g) *Otros*
- h) *Adelanto por materiales*

**14. EQUIPO Y PERSONAL**

*Se indica el equipo y el personal con que contó el Contratista durante el período.*

**15. PROBLEMAS DE CONSTRUCCION PRESENTADOS Y SOLUCIONES REMENDADAS**

*Se detallan los problemas presentados durante el período.*

**16. COMENTARIO SOBRE LA LABOR DEL CONTRATISTA**

*Se comenta la labor desplegada por el contratista, dándole mayor importancia a la condición del equipo y a la organización del contratista.*

**17. CAMBIOS REALIZADOS**

*Se indican las Ordenes de Servicio y de Modificación autorizadas probables en trámite y probables futuras, con totales de acuerdo al siguiente formato:*

<i>OM</i>	<i>REAJUSTES</i>	<i>OBRA</i>	<i>TIEMPO</i>	<i>OBSERVACIONES</i>
<i>a. Autorizado</i>				
<i>OM 1</i>				
<i>OM 2</i>				
<i>OM 3, etc.</i>				
<i>Sub-Total a) autorizado</i>				
<i>b. En trámite</i>				
<i>OM 4</i>				
<i>OM 5, etc.</i>				
<i>Sub-Total b) en trámite</i>				
<i>c. Futuras</i>				
<i>OM 6</i>				
<i>OM 7</i>				
<i>Sub-Total c) Futuras</i>				
<i>Total Probable a) b) c)</i>				
<b>18. LABOR DE INSPECCION Y CONTROL</b>				
<i>a) personal</i>				
<i>b) Equipo</i>				
<i>c) Oficina de cálculo: se indica la labor realizada</i>				
<i>d) Cuadrilla de Topografía: se indica la labor realizada en el período</i>				
<i>e) Inspección: se indica la labor realizada en el período</i>				
<i>f) Laboratorio de Materiales: se indica la labor realizada en el período</i>				

Anexo 3.09 A  
Hoja 4A/15

19. **LABOR DE CONSULTORIA**

*Se comenta la labor desplegada por los consultores en el proyecto.*

20. **OBSERVACIONES**

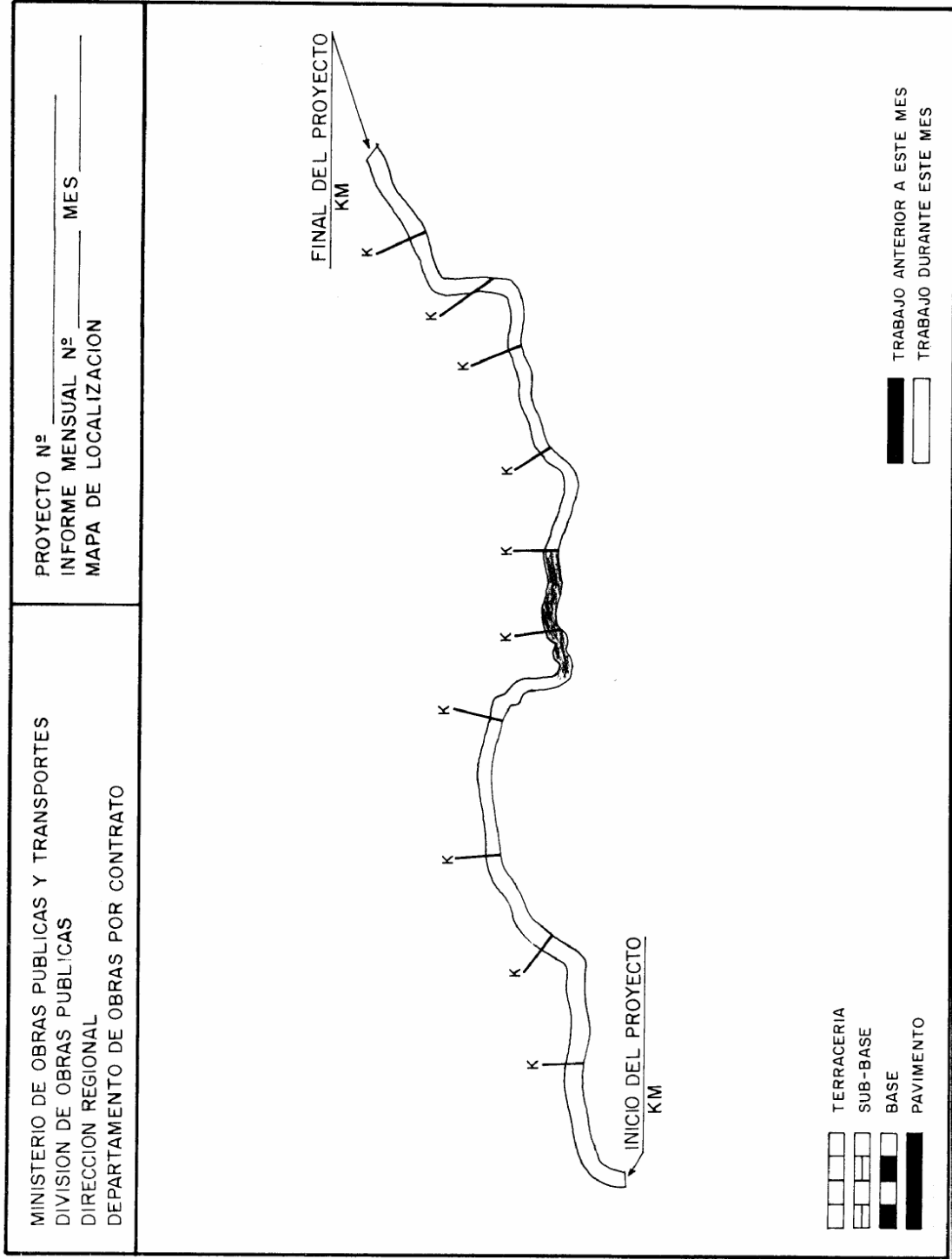
*Se comenta el estado del tiempo durante el período y cualquier otro aspecto no tocado en los puntos anteriores.*

21. **ANEXOS:**

*Se anexan cuadros de localización, gráficos de avance general, gráficos de avance de estructuras, cuadro general del Informe, adelantos por materiales, Control Item 109.04, Cuadro de estimaciones de reajustes, curva de control de avance de obra; récord de tiempo, Control de OM y Cuadro de Estado Financiero.*

**FIRMA:**                      *Ingeniero de Proyecto*

cc: *División de Obras Públicas (2)*  
*Dirección Regional (1)*  
*Dirección General de Construcción (1)*  
*Dirección General de Vialidad (1)*  
*Dirección General de Estudios y Evaluación (1)*  
*Dirección General Financiera (1)*  
*Archivo*  
*Copiador*



MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES DIVISION DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION REGIONAL DEPARTAMENTO DE OBRAS POR CONTRATO	PROYECTO N° _____ INFORME MENSUAL N° _____ MES _____ 1982 GRAFICO DE AVANCE
--	---

K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	
TERRACERIA																						
SUB-BASE																						
BASE																						
DRENAJES																						
OTROS																						

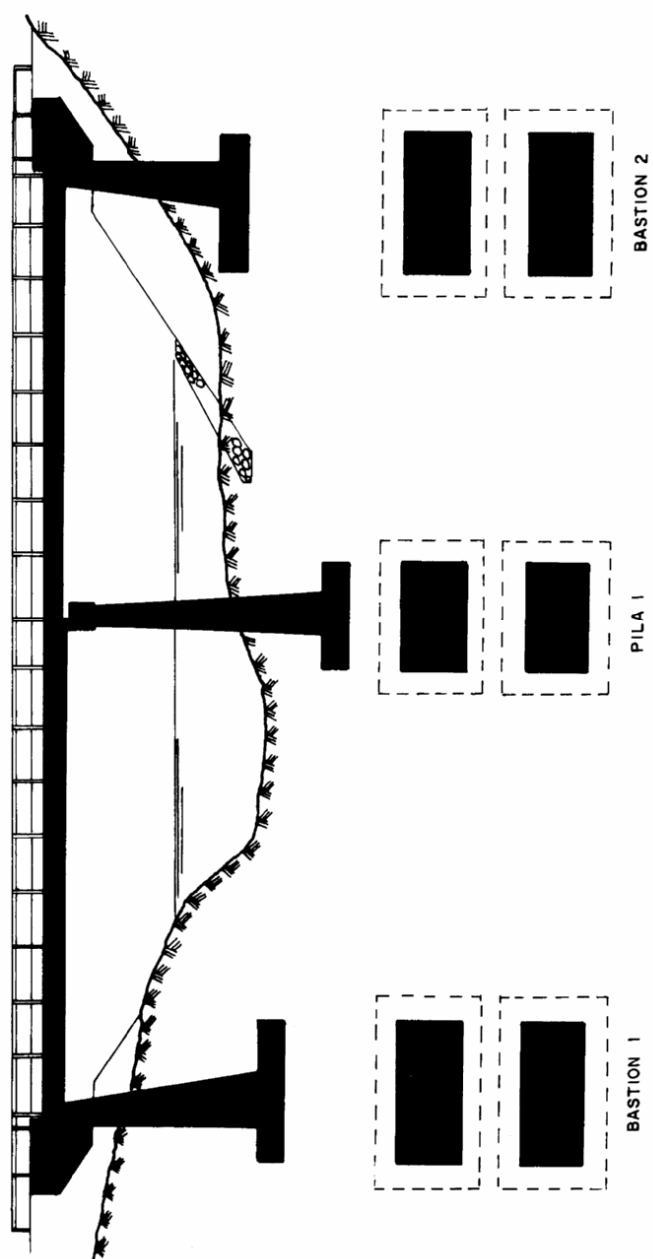
K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	
TERRACERIA																						
SUB-BASE																						
BASE																						
DRENAJES																						
OTROS																						

K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	
TERRACERIA																						
SUB-BASE																						
BASE																						
DRENAJES																						
OTROS																						

<table border="1" style="width: 100%; height: 1em;"> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="width: 50%;"></td></tr> </table>			TERRACERIA	<table border="1" style="width: 100%; height: 1em;"> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="width: 50%;"></td></tr> </table>			TRABAJO ANTERIOR A ESTE MES			
<table border="1" style="width: 100%; height: 1em;"> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="width: 50%;"></td></tr> </table>			SUB - BASE	<table border="1" style="width: 100%; height: 1em;"> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="width: 50%;"></td></tr> </table>			<table border="1" style="width: 100%; height: 1em;"> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="width: 50%;"></td></tr> </table>			TRABAJO DURANTE ESTE MES
<table border="1" style="width: 100%; height: 1em;"> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="width: 50%;"></td></tr> </table>			BASE	<table border="1" style="width: 100%; height: 1em;"> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="width: 50%;"></td></tr> </table>						
<table border="1" style="width: 100%; height: 1em;"> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="width: 50%;"></td></tr> </table>			PAVIMENTO	<table border="1" style="width: 100%; height: 1em;"> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="width: 50%;"></td></tr> </table>						

<p>MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES DIVISION DE OBRAS PUBLICAS DIRECCION REGIONAL DEPARTAMENTO DE OBRAS POR CONTRATO</p>	<p>PROYECTO N° _____ INFORME MENSUAL N° _____ MES _____ 1.982 GRAFICO DE ESTRUCTURA MAYOR PUENTE</p>
 <p>A technical drawing of a bridge structure. The main drawing shows a side elevation of the bridge deck and abutments. The bridge has a central pier and two side abutments. The abutments are labeled 'BASTION 1' and 'BASTION 2', and the central pier is labeled 'PILA 1'. Below the main drawing are three sets of plan views, each consisting of two dashed rectangles, representing the layout of the abutments and the pier. The drawing is oriented vertically on the page.</p>	
<p>A LA FECHA <input type="checkbox"/> ESTE MES <input type="checkbox"/></p>	<p>FECHA _____ 1.982</p>

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES DIVISION DE OBRAS PUBLICAS OBRAS POR CONTRATO										CUADRO GENERAL DE INFORME MENSUAL										INFORME N° _____ ESTIMACION N° _____ MES _____ AÑO _____									
REGION: _____ PROYECTO _____										HOJA _____ PROYECTO _____										HOJA _____ PROYECTO _____									
ITEM		CANTIDADES										MONTOS										% TERMINADO							
Nº	DESCRIPCION	U	PRE. UNIT.	PROPUESTO	VAR. TOTAL	%	PROBABLE	PREVIO	ESTE MES	A LA FECHA	PROPUESTO	VAR. TOTAL	PROBABLE	PREVIO	ESTE MES	A LA FECHA	P	B											
#	( VIENEN )																												
* ( PASAN )																													
	SUB-TOTAL																												
	ADEL. POR MATERIALES																												
	ADEL. MOV. EQUIPO																												
	ADEL. COMPRA EQUIPO																												
	TOTAL																												
	TIEMPO																												

Jefe Sección Top. y Cálculo \_\_\_\_\_  
 Ing. Jefe de Proyecto \_\_\_\_\_  
 Jefe de Obras por Contrato \_\_\_\_\_

NOTA:  
 DEBERA CONFECCIONARSE DEL TAMAÑO DE 2 HOJAS DE PAPEL CARTA, CON LA LINEA DIVISORIA QUE SE MUESTRA PARA SACAR FOTOCOPIAS Y UNIRLAS.  
 \* EN CASO QUE LOS REGIONES DE PAGO SEAN NATORES QUE LAS LINEAS, DEBERAN HACERSE DOS HOJAS IGUALES AL PRESENTE CUADRO CON SUMAS PARCIALES DE PASAN Y VIENEN.



MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES

DIVISION DE OBRAS PUBLICAS  
 DIRECCION REGIONAL \_\_\_\_\_  
 DPTO. OBRAS POR CONTRATO  
 CONTROL DE ORDENES DE SERVICIO

ITEM 109.04 TRABAJO A COSTO MAS PORCENTAJE

PROYECTO N° \_\_\_\_\_  
 MONTO PROPUESTO ¢ \_\_\_\_\_  
 MONTO PROBABLE ¢ \_\_\_\_\_  
 MONTO GASTADO A LA FECHA ¢ \_\_\_\_\_  
 % GASTADO A LA FECHA \_\_\_\_\_

N°	FECHA	DESCRIPCION	MONTO			ESTE MES	A LA FECHA
			PROPUESTO	PROBABLE			

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES DIVISION DE OBRAS PUBLICAS DEPARTAMENTO DE OBRAS POR CONTRATO			ESTIMACION No _____ FECHA: _____					
REGION: _____	PROYECTO _____							
276-028 / s. n. / s. 16-10-82.								
ITEM No.	DESCRIPCION	FECHA OFERTA	M. PAG ESTE MES	AD. POR MAT.	% REAJUSTE	PREVIO	ESTE MES	A LA FECHA
				TOTAL CALCULADO				
				60 % ADELANTO				
OBSERVACIONES: _____								
			JMS - JEFE DE PROYECTO _____ JMS - JEFE OBRAS POR CONTRATO _____					

M.O.P.T. DPTO. DE OBRAS POR CONTRATO		INFORME N° _____	
REGION: _____		MES _____ 1982	
<b><u>CONTROL AVANCE DE OBRA</u></b>			
PROYECTO _____			
MONTO ORIGINAL _____			
MONTO AUTORIZADO _____			
TIEMPO ORIGINAL DE CONTRATO _____			
EMPRESA _____			
(%) DE AVANCE	ORIG.	AUT.	
MONTOS REALIZADOS	ACUM.		
POR MES			
PROGRAMA EMPRESA (%)			
AVANCE REAL (%)			
	10	20	30
	40	50	60
	70	80	90
MES			
AÑO			

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES  
 DIVISION DE OBRAS PUBLICAS  
 DIRECCION REGIONAL  
 DPTO. OBRAS POR CONTRATO

**CONTROL DE** ORDENES DE SERVICIO (OS)  
 ORDENES DE MODIFICACION DE OBRA (OM)  
 ENMIENDA A ORDENES (E)

PROYECTO N° \_\_\_\_\_  
 INFORME MENSUAL N° \_\_\_\_ DEL MES \_\_\_\_\_  
 CONTRATISTA \_\_\_\_\_  
 MONTO DEL CONTRATO \_\_\_\_\_  
 BASE DE PAGO PRECIOS UNITARIOS \_\_\_\_\_

N°	FECHA	DESCRIPCION	MONTO EN COLONES		% MONTO CONT.	
			PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUM.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES  
 DIVISION DE OBRAS PUBLICAS  
 DIRECCION REGIONAL  
 DEPTO. OBRAS POR CONTRATO

**RECORD DEL TIEMPO DE TRABAJO**

PROYECTO Nº \_\_\_\_\_  
 TIEMPO DEL CONTRATO \_\_\_\_\_  
 FECHA DE LA FIRMA DEL CONTRATO \_\_\_\_\_  
 INICIO DE LABORES \_\_\_\_\_

FECHA	DIAS DE SUSPENCION		DIAS CONTRA CONTRATO		SALDO DIAS
	PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADO	



## CAPITULO 4

### ORDENES DE SERVICIO , ORDENES DE MODIFICACION y ORDENES DE MODIFICACION PARA REAJUSTES

<i>SECCION</i>	<i>TITULO</i>	<i>PAGINA</i>
4.01	<i>Definiciones y Responsabilidades</i>	4- 1
4.02	<i>Ordenes de Servicio</i>	4- 2
4.03	<i>Ordenes de Modificación</i>	4- 4
4.04	<i>Ordenes de Modificación para Reajustes</i>	4-11
<i>Anexo 4.02-A</i>	<i>Ejemplo de una orden de servicio en la que se exige que el Contratista realice el trabajo según los términos del contrato</i>	4-12
<i>Anexo 4.02-B</i>	<i>Ejemplo de una orden de servicio para la ejecución de trabajos bajo la partida 109.04 Trabajo a Costo más Porcentaje</i>	4-14
<i>Anexo 4.03-A</i>	<i>Ejemplo de una orden de modificación cuando hay un aumento o disminución de más del 25 de la cantidad de un ítem mayor, que determina un ajuste en las bases de pago</i>	4-16
<i>Anexo 4.03-B</i>	<i>Ejemplo de una orden de modificación para la ejecución de un trabajo adicional o para la disminución de una partida del contrato, que no impliquen ajuste alguno de la base para el pago</i>	4-18
<i>Anexo 4.03-C</i>	<i>Ejemplo de una orden de modificación cuando haya un cambio de la naturaleza del trabajo, que aumenta o disminuya el costo de la ejecución de cualquier parte de la obra, o el tiempo necesario para hacerlo</i>	4-20
<i>Anexo 4.03-D</i>	<i>Ejemplo de una orden de modificación para un trabajo imprevisto, esencial para completar la obra y para el cual no se ha dispuesto en el contrato base alguna de pago</i>	4-22
<i>Anexo 4.03-E</i>	<i>“Descripción y Razón” de una orden de modificación</i>	4-24
<i>Anexo 4.03-F</i>	<i>“Cuadro de Variaciones” de una Orden de Modificación</i>	4-25
<i>Anexo 4.03-A</i>	<i>Ejemplo de una Orden de Modificación para reajustes y de Enmiendas posteriores No. 1 y No. 2, con “Descripción y Razón”</i>	4-26

#### **Sección 4.01 DEFINICIONES Y RESPONSABILIDADES**

**A- GENERALIDADES.** *Está claro que los planos y especificaciones de un proyecto proporcionan datos sumamente completos, pero se reconoce que la construcción de carreteras, lleva inherentes determinadas condiciones que pueden exigir desviaciones respecto a los planos. En el contrato se contempla la autoridad para hacer estos cambios.*

*Las especificaciones permiten solamente el pago de la obra realmente ejecutada y de los materiales incorporados a la misma de acuerdo con el contrato. En ningún caso deberá hacerse intento alguno de pagar cualquier trabajo o material incluido en el proyecto, pero que no figure enumerado en el contrato, aumentando para ello el margen de otras partidas contenidas en aquél. Esta acción equivaldría a una falsificación de los registros y, como tal, podría ocasionar multa, prisión o ambas, de acuerdo con las leyes de la República. El pago de la totalidad de este trabajo o de estos materiales deberá hacerse por medio de órdenes de cambio o de órdenes de servicio adecuadas.*

*Cuando sea necesario ordenar la realización de un trabajo diferente del contemplado, en los planos y especificaciones, dicho trabajo no podrá realizarse antes de la aprobación de la orden por el funcionario correspondiente. Por regla general, ninguno de estos trabajos habrá de ejecutarse antes de que se llegue a un acuerdo respecto a la base de pago. Cualquier ajuste del precio o del plazo de ejecución del contrato, deberá incluirse en la orden por escrito que indicará también la aceptación del Contratista expresada con su firma. Si no puede llegarse a un acuerdo acerca del ajuste de precios o del plazo de ejecución, puede requerirse al Contratista para que siga adelante con la obra, tal como aparece expuesto en la Sección 4.03-C de este capítulo.*

*Cualquiera que sea el costo de la obra que haya de ejecutarse, no se expedirá al Contratista orden alguna que incluya rasgos técnicos desusados de ingeniería, sin que antes se haya obtenido la aprobación de la División de Obras Públicas. Cuando estén implicados problemas legales, habrá que consultar con la Dirección de Asuntos Legales.*

**B- DEFINICIONES.** *Las definiciones de "Orden de Servicio" y "Orden de Modificación de Obra" están incluidas en el CR-77. En las secciones que siguen de este capítulo, las definiciones aparecerán repetidas o parafraseadas al comienzo de cada una de las secciones. Aunque cuando las órdenes de inicio, suspensión y reanudación están incluidas bajo la definición de "Ordenes de Servicio", serán tratadas en el Capítulo 8 y no en éste.*

**C- RESPONSABILIDADES.** *El trámite para aprobar las órdenes de servicio y de modificación de obra, es establecido en un Memorando de Normas y Procedimientos emitido por la Dirección General de Construcción (MNP 03-6.70)*

**D- FORMATO.** *Se ha desarrollado una forma estándar de uso optativo para la preparación de Ordenes de Servicio y de Modificación de Obra en los proyectos. El uso de esta forma simplificará y facilitará la preparación de algunas órdenes, pero no será adecuado respecto a otras. Cuando la forma estándar no sea conveniente o cuando el Ingeniero de Proyecto decida no utilizar la forma, será necesario usar una forma compatible con las prácticas anteriores.*

**E. DISTRIBUCION.** *Los Ingenieros de Proyecto se guiarán por las instrucciones que reciban de la División de Obras Públicas al respecto.*

#### Sección 4.02 ORDENES DE SERVICIO

**A- GENERALIDADES.** El CR-77 define la "Orden de Servicio" como: "Toda orden escrita del Ingeniero al Contratista, requiriendo la ejecución de un trabajo dentro de los términos del contrato, incluyendo todos los cambios que no contemplan variaciones en la base de pago, en el monto o plazo del contrato ni en las Especificaciones establecidas".

Además de las órdenes de pago y reanudación de labores, las cuales se analizan en el Capítulo 8 de este manual, hay tres tipos generales de órdenes de servicio cuya enumeración es la siguiente:

1. Las órdenes de servicio que exigen que el Contratista realice el trabajo según los términos del contrato.
2. Las órdenes de servicio para la ejecución de trabajos bajo la partida 109.04 Trabajo a Costo más Porcentaje.
3. Las órdenes de servicio para que se proporcione personal o equipo adecuado, o para que se retire personal o equipo inadecuado.

Cada una de estas órdenes de servicio será descrita o explicada con más detalles en esta sección.

Podría lógicamente suponerse que la definición de "Orden de Servicio" implica el consenso automático por parte del Contratista. Sin embargo, para protección del Gobierno, el Contratista deberá de firmar estas órdenes indicando en esta forma su consenso.

Todas las órdenes de servicio, cualquiera que sea su tipo deberán indicar la fecha, nombre del proyecto, fecha de la firma del contrato y deberá ir dirigida a nombre del Contratista tal y como aparece en el contrato. Los demás requisitos correspondientes a los distintos tipos de órdenes de servicio se enumerarán dentro de la exposición pertinente de cada una de ellas.

#### B- TIPOS DE ORDENES DE SERVICIO Y APLICACION DE LAS MISMAS

1. Ordenes de Servicio que exigen que el Contratista realice el trabajo según los términos del contrato. Este tipo de órdenes es expedido por el Ingeniero de Proyecto. En muchos casos el CR-77 contiene frases como: "Según instrucciones del Ingeniero", o... "Cuando el Ingeniero de Proyecto considere necesario", que se prohíba por parte del Contratista toda acción que no esté específicamente señalada, (aunque si esté implícita en las especificaciones); o cuando dé instrucciones para la ejecución de fases importantes de la obra contratada, lo hará por medio de una orden de servicio. Cualesquiera instrucciones orales de importancia dadas al Contratista, deberán confirmarse inmediatamente por medio de una orden de servicio.

En Anexo 4.02 A, ilustra un ejemplo típico de una orden de servicio que normalmente se expide dentro de esta categoría. Los que siguen son algunos ejemplos

*de aplicación de estas órdenes de servicio.*

- a) *Orden de Servicio para realizar una instalación de suministro de agua, cuando así esté previsto en las disposiciones especiales y cuando aparezca incluida como una partida de la licitación.*
  - b) *Orden de Servicio para el uso de más de una clase de cemento.*
  - c) *Orden de Servicio por el que se rechaza ejecución de un trabajo o materiales que son insatisfactorios.*
  - d) *Orden de Servicio por la que se autoriza la utilización de métodos o materiales alternativos, cuando las especificaciones o las disposiciones especiales prevean estas alternativas.*
  - e) *Orden de Servicio para cambio de ubicación de alcantarillas.*
2. *Ordenes de Servicio para la ejecución de trabajos bajo la partida 109.04 Trabajo a Costo más Porcentaje. Cuando el contrato contiene una partida de trabajo a costo más porcentaje, especificaciones establecen que el trabajo comprendido en aquélla, deberá ejecutarse solamente mediante orden por escrito del Ingeniero.*

*El Anexo 4.02 B, presenta un ejemplo de una Orden de Servicio que abarca trabajo comprendido bajo la partida de: Trabajo a Costo más Porcentaje. Además de los requisitos que para todas las órdenes de servicio se enuncian en el párrafo "A" anterior, estas órdenes de servicio deberán contener lo siguiente:*

- a) *Una breve y concisa descripción del trabajo que haya que hacerse.*
- b) *Mención del número de partida bajo la cual haya que hacerse y pagarse el trabajo (ítem 109.04).*
- c) *Base para el pago (incluye una declaración de que la mano de obra, el equipo y los materiales se pagarán en la forma dispuesta en la Subsección 109.04 del CR-77).*
- d) *Lista del equipo que habrá de utilizarse en la ejecución del trabajo y tarifas de alquiler del mismo, o bien una disposición que diga que el equipo que haya que utilizarse está sujeto a aprobación por el Ingeniero, con una mención clara y específica de las tarifas de alquiler aplicables. Esta mención puede consistir en la de una lista de precios de arrendamiento especificada en las disposiciones especiales.*
- e) *Cálculo del costo, limitado a la suma indicada en el contrato (si se expide más de una orden de servicio bajo el ítem 109.04 Trabajo a Costo más Porcentaje, el monto del costo estimado en estas órdenes de servicio, no deberá rebasar apreciablemente la cantidad indicada en el contrato.)*
- f) *Declaración del tiempo permitido (véase la Sección 8.06 de este manual).*

3. *Ordenes de Servicio para que se proporcione personal o equipo adecuado, o para que se retire personal o equipo inadecuado. Este tipo de órdenes de servicio deberá expedirlo solamente el Director Regional y han de tener franquía legal. Los requisitos sobre personal y equipo están enunciados en las Subsecciones 102.12 y 108.06 del CR-77.*

**C. ORDEN NUMERICO DE LAS ORDENES DE SERVICIO.** *Todas las órdenes de servicio de un proyecto determinado deberán señalarse con números en orden consecutivo.*

#### **Sección 4.03 ORDENES DE MODIFICACION**

**A- GENERALIDADES.** *La definición de "Orden de Modificación" que se da en el CR-77 es: "Toda orden escrita del Ingeniero al Contratista, requiriendo la ejecución de un trabajo fuera de los términos del contrato, incluyendo todos los cambios que contemplan variaciones en la base de pago, en el monto y/o plazo del contrato en las Especificaciones establecidas".*

*Hay seis condiciones generales que pueden requerir la expedición de una orden de modificación. Estas condiciones, cada una de las cuales aparece expuesta con mayor detalle en esta sección, se enuncian como sigue:*

1. *Aumento o disminución de más del 25 por ciento en la cantidad de un ítem mayor, que determina un ajuste en las bases de pago.*
2. *Ejecución de trabajo adicional, o para la disminución de una partida del contrato, que no impliquen ajuste alguno de la base para el pago.*
3. *Cambio de la naturaleza del trabajo, que aumenta o disminuye el costo de la ejecución de cualquier parte de la obra, o del tiempo necesario para hacerla.*
4. *Trabajo imprevisto esencial para determinar la obra y para el que no se ha dispuesto en el contrato base alguna de pago.*
5. *Un cambio en las condiciones de sitio, que ocasiona un aumento o disminución en el costo de la ejecución de cualquier parte de la obra, o del tiempo requerido para hacerlo.*
6. *Un retraso, causado por el Gobierno, por un periodo de tiempo excesivo, que forzosamente da origen a un aumento del costo de ejecución de cualquier parte de la obra.*

#### **B- CONDICIONES QUE REQUIEREN ORDENES DE MODIFICACION**

1. *Aumento o disminución de más del 25 por ciento de la cantidad de un ítem mayor que determina un ajuste en las bases de pago. La Subsección 104.03 del CR-77 dispone que, si el monto de un ítem mayor se aumenta o disminuye en más*

*del 25 por ciento de las cantidades indicadas en el contrato, cualquiera de las dos partes tendrá derecho, si así lo solicita, a un ajuste equitativo del precio. Según esta disposición, es más probable que una disminución del precio sea equitativa, en el caso de un aumento en más del 25 por ciento y es más probable que un aumento del precio sea equitativo, en el caso de una disminución en más del 25 por ciento. Debido a esta disposición del contrato, el Ingeniero de Proyecto tiene que estar vigilando constantemente las cantidades previstas para el proyecto al que ha asignado. Tan pronto como se manifiesta que la cantidad definitiva de un ítem mayor se apartará en más del 25 por ciento de la cantidad indicada en el contrato, este punto deberá someterse a la atención del J.O.C.R. quien, a su vez, informará rápidamente al Director Regional y a la D.G.C.*

*En el caso de un aumento de un ítem mayor por encima del 25 por ciento del mismo, el Ingeniero de Proyecto hará un estudio cabal de la situación, para determinar si hay o no justificación para que se solicite un ajuste de la base para el pago. Estos estudios deberán tomar en cuenta cualquier cambio, o cambios, de las condiciones que afectan el costo de ejecución de la obra. Los datos así establecidos deberán someterse al J.O.C.R. El J.O.C.R. evaluará cuidadosamente todos los factores pertinentes y enviará esta información al Director Regional y a la D.G.C. Las negociaciones del Ingeniero de Proyecto con el Contratista no se iniciarán hasta tanto el Director Regional no lo ordene. El ajuste del precio se aplicará sólo a aquella cantidad que exceda en el 125 por ciento a la indicada en el contrato.*

*Cuando un ítem mayor se rebaja en más del 25 por ciento, el Contratista puede solicitar un ajuste por el que se aumente el precio unitario. Esta petición que obligatoriamente debe hacerse por escrito y ha de estar respaldada con datos de costo, deberá enviarse al J.O.C.R. junto con las recomendaciones del Ingeniero de Proyecto. La información referente a esta situación deberá enviarse al Director Regional y a la D.G.C., del mismo modo que se ha indicado más arriba respecto a los aumentos que rebasen el 25 por ciento. Cualquier ajuste de precio unitario que resulte de las negociaciones entabladas y que sea posterior al análisis de la petición del Contratista, se aplicará a toda la cantidad de trabajo realizado comprendido dentro de la partida, pero se limitará a un pago total no superior al 75 por ciento de la cantidad inicialmente indicada en el contrato para la partida. Véase el Anexo 4.03-A respecto a un ejemplo de Orden de Modificación que se refiere a esta situación.*

*Ejecución de trabajo adicional, o para la disminución de una partida del contrato, que no impliquen ajuste alguno de la base para el pago. Este tipo de Ordenes de Modificación se emplea para ordenar trabajos adicionales dentro de los límites del proyecto, para que disminuya la cantidad de una partida del contrato, y respecto a variaciones de poca monta en la longitud del proyecto. También se le emplea para el aumento o disminución en más del 25 por ciento de la cantidad calculada de un ítem mayor, cuando no hay implicado cambio alguno en la naturaleza del trabajo ni en la base de pago.*

*Este tipo de Orden de Modificación lo expide el Ingeniero de Proyecto. Sin embargo, este último habrá de guiarse por los MNP vigentes que establecen el trámite respectivo. En todos los casos en que la cantidad de un ítem se aumenta o disminuya en más del 25 por ciento, el J.O.C.R. deberá someter este punto al Director Regional y a la D.G.C. en lo que respecta al ajuste del precio. Si se determina que el*

*trabajo en cuestión debe llevarse a cabo por medio de una orden de modificación al precio unitario del contrato, el expediente del proyecto deberá indicar claramente la base de esta decisión. El anexo 4.03-B presenta un ejemplo de este tipo de orden de modificación.*

3. *Cambio de la naturaleza del trabajo, que aumenta o disminuye el costo de la ejecución de cualquier parte de la obra, o el tiempo necesario para hacerlo. Es de extrema importancia que la necesidad de una orden de cambio en estas circunstancias sea reconocida rápidamente (antes del comienzo del trabajo, si es factible) y que las negociaciones necesarias se lleven a cabo tan pronto como sea posible. Tiene importancia primordial un análisis detallado del costo de la ejecución del trabajo que resulta del cambio. Algunos de los factores que han de tomarse en cuenta son:*
  - a) *Estado actual de la obra.*
  - b) *Efectos en cualquier parte de la obra bajo contrato y plan de operaciones del Contratista.*
  - c) *Equipo adicional o de otro tipo que se necesitará para el trabajo (si lo hubiere).*

*Puede haber casos en los que el Contratista reclame una orden de modificación después que ha comenzado ya la obra o la ha terminado. En estos casos debe llamarse la atención del Contratista acerca de la cláusula referente a cambios de las Disposiciones Generales que señala un tiempo límite dentro del cual el Contratista puede hacer su reclamación para el ajuste.*

*El anexo 4.03-C presenta un ejemplo de orden de cambio dentro de esta categoría.*

4. *Trabajo imprevisto esencial para completar la obra y para el que no se ha dispuesto en el contrato base alguna de pago. El Ingeniero de Proyecto debe darse cuenta enseguida de la necesidad de una orden de modificación bajo esta condición. Este deberá hacer de antemano los arreglos necesarios para la orden, antes de que realmente se ejecute el trabajo.*

*El anexo 4.03 D presenta un ejemplo de una orden de modificación de esta categoría.*

5. *Cambio en las condiciones del sitio, que ocasiona un aumento o disminución en el costo de la ejecución de cualquier parte de la obra o del tiempo necesario para hacerla. Por medio de una orden de modificación pueden hacerse los ajustes equitativos correspondientes a la cláusula "Condiciones alteradas del sitio", de las Disposiciones Generales CR-77, siempre que las partes estén de acuerdo acerca del ajuste equitativo. Sin embargo estas órdenes de modificación deberá expedirlas solamente el Director Regional y deberán contar con la autorización legal correspondiente.*

*Ningún representante de la División de Obras Públicas expondrá su parecer al Contratista, respecto a si ha encontrado algún cambio en las condiciones del sitio, sin la autorización de una autoridad superior.*

*Cuando el Ingeniero de Proyecto recibe cualquier notificación (ya sea verbal o por escrito) del Contratista de que ha encontrado una divergencia en las condiciones del sitio, debe de informar inmediatamente al J.O.C.R. y hacer sus recomendaciones. El J.O.C.R. investigará en seguida y hará recomendaciones a la Subdirección de Construcción.*

6. *Un retraso, causado por el Gobierno por un periodo de tiempo excesivo, que forzosamente da origen a un aumento del costo de ejecución de cualquier parte de la obra. Los ajustes de precio bajo la cláusula "Suspensión del trabajo" de las Especificaciones Generales CR-77, pueden ser hechas por órdenes de modificación, si las partes están de acuerdo sobre el monto del ajuste. Para tales órdenes de modificación se usarán los procedimientos descritos en la Sección 4.03-B5, en lo que respecta a: aprobación del Director Regional, autorización legal, y la investigación y recomendaciones del J.O.C.R. y del Ingeniero de Proyecto.*

*Al hacer el ajuste de conformidad con la cláusula de "Suspensión de la obra", deberá prestarse cuidadosa atención a cada una de las condiciones especificadas en la cláusula. Por ejemplo, el ajuste ha de limitarse a la parte de retraso que sea excesiva, y en el ajuste no habrá de incluirse margen alguno de ganancia.*

*Al determinar si un retraso o demora lo fue por un periodo de tiempo fuera de razón, tienen que evaluarse tanto la prontitud de la acción del Gobierno como los efectos que el retraso haya surtido en el Contratista. Al hacer esta evaluación, deberá obtenerse asesoramiento jurídico y deberá apreciarse cuidadosamente los hechos particulares de cada caso.*

**C- NEGOCIACION DE LAS ORDENES DE MODIFICACION.** *El procedimiento que se recomienda cuando se negocie con un Contratista respecto a una orden de modificación, es como sigue:*

1. *Preparación de un cálculo estimado, hecho por el Ingeniero de Proyecto, de los precios unitarios del trabajo que deba ejecutarse, basándolos en información asequible, inclusive la que se obtenga mediante preguntas hechas a proveedores, etc.*
2. *Requerimiento al Contratista para que cotice precios unitarios para el trabajo, respaldados por un análisis detallado de costos.*
3. *Comparación de lo anterior y, si se considera que los precios del Contratista son excesivos, se tratará de negociar un precio que resulte mutuamente satisfactorio.*

*Si no se puede llegar a un entendimiento satisfactorio, el J.O.C.R. (después de recibir el parecer del Director Regional y de la D.G.C.) determinará cual de entre cuatro cursos distintos de acción servirá mejor los intereses del Gobierno, a saber:*

- 1- *Hacer que el trabajo se ejecute a los precios más bajos cotizados por el Contratista;*
- 2- *ordenar que el trabajo se haga por administración (costo más porcentaje) de acuerdo con la Subsección 109.04 del CR-77;*

- 3- *orden al Contratista para que siga adelante con el trabajo, mediante una orden unilateral de modificación, ya sea con la asignación de pago y/o tiempo, que figure en el contrato, señalada a base de la estimación de un valor razonable hecha por el Ingeniero, o bien dejando que el ajuste equitativo se determine más tarde;*
- 4- *pensar en la eliminación del trabajo respecto al contrato.*

*Si se decide adoptar la medida descrita en 3- anterior, el Ingeniero de Proyecto deberá llevar un registro completo de la mano de obra y el equipo utilizado en este trabajo, inclusive las horas trabajadas y los costos implicados en cualquier operación específica. Las fotografías en las que se vean los rasgos o condiciones del caso, pueden ayudar a que se llegue a un acuerdo sobre el trabajo ejecutado. Todos los registros deben ser claros y completos para que se les pueda utilizar también en apoyo de la posición del gobierno, si estas pruebas hubieren de necesitarse.*

**D- PREPARACION DE LAS ORDENES DE MODIFICACION.** *Todas las órdenes de modificación se deberán preparar en la Oficina Regional, el Ingeniero de Proyecto preparará la orden en un primer borrador provisional. Las órdenes de modificación necesitan siempre de la aceptación del Contratista. El trámite de las órdenes de modificación lo fijará la Dirección General de Construcción por medio de Memorandos de Normas y Procedimientos.*

*Las órdenes de modificación serán numeradas en cada proyecto, según el orden en que fueron expedidas. Al igual que en el caso de las órdenes de servicio, las órdenes de modificación deberán estar fechadas, irán dirigidas al Contratista, utilizando su nombre oficial tal como aparezca en el contrato, y el nombre del proyecto. Cada una de las órdenes deberá contener lo siguiente:*

1. *Una relación breve y concisa del trabajo que haya que ejecutarse.*
2. *La disposición del contrato bajo la cuál se hace el cambio (en la mayoría de los casos la Subsección 104.02 del CR-77).*
3. *La especificación estándar o la disposición especial de acuerdo con la cual tiene que hacerse el trabajo (o especificaciones detalladas que abarquen el trabajo, si el mismo no está comprendido en ninguna disposición tipo o especial del contrato).*
4. *Base para el pago.*
5. *Monto estimado del costo.*
6. *Indicación de la asignación de tiempo. (Véase la Sección 8.04-C de este manual).*
7. *Cuando corresponda, una declaración referente a los efectos del cambio en la parte inalterada de la obra.*

*Si la orden de modificación dispone que el trabajo ha de pagarse por costo más porcentaje, la base de la parte de pago correspondiente a la orden deberá especificar que los pagos por mano de obra, equipo y materiales, estarán de acuerdo con las disposiciones de la Subsección 109.04 de las Especificaciones Generales CR-77. Deberá hacerse una lista del equipo a utilizar y las tarifas de arrendamiento con él relacionadas, o cualquier otra disposición adecuada, incluida según se describe en la Sección 4.02-B2D de este capítulo.*

*Cuando una orden de modificación establece un nuevo precio unitario respecto a una parte del trabajo que debe ejecutarse bajo una partida ya existente de la obra, deberá asignarse un número y un nombre de ítem nuevo a la parte para la que deberá aplicarse el nuevo precio. Por ejemplo, si se ha convenido un precio ajustado para una parte de Excavación no Clasificada, la parte que haya que pagarse al precio original del contrato seguirá siendo el ítem 203(3), mientras que a la cantidad que haya que pagarse al precio ajustado se le asignará un número y nombre nuevos, tal como: Ítem 203(3A) Excavación no Clasificada Especial. Si se negocia un precio nuevo respecto a todo un ítem ya existente de trabajo, deberá emplearse un número nuevo y un nombre nuevo para el ítem que abarque la totalidad de la cantidad.*

**E- DESCRIPCION Y RAZON DE ORDENES DE MODIFICACION.** *Debe quedar claramente entendido que la "Descripción y Razón" no forma parte de ninguna orden de modificación. Es para que lo utilicen los funcionarios de la D.G.C. y de otras ramas que tengan motivos para revisar y/o aprobar la orden. Bajo ninguna circunstancia la "Descripción y Razón" habrá de unirse (ni formar parte de) la copia de la orden para el Contratista.*

*La información que deberá presentarse en la "Descripción y Razón" en cada orden de modificación, habrá de incluir lo siguiente:*

- 1. Una plena descripción de la modificación propuesta y los motivos de la misma.*
- 2. Un cuadro que presente la comparación de las cantidades originales y las revisadas, de los precios unitarios y de los montos de los ítemes afectados, así como el monto probable de la modificación propuesta.*
- 3. Un análisis detallado de los precios unitarios o del precio alzado convenidos para los nuevos ítemes, o de los precios unitarios ajustados si se trata de ítemes existentes.*
- 4. Si el Director Regional lo exige, un estado de cuentas en el que se contenga el estado actual de los fondos para el proyecto y el cambio ocasionado por la expedición de la orden.*

*Cuando sea aplicable, deberá adjuntarse a cada copia de la orden, inclusive la copia para el Contratista, un plano o croquis en el que se vean las modificaciones, y que incluirá toda la información pertinente tal como: estaciones, líneas, taludes, secciones transversales, topografía, etc.*

*El Ingeniero de Proyecto habrá de prever, lo más pronto posible, la necesidad de las variaciones de obra y reajustes y deberá preparar las Ordenes de Modificación con toda la información necesaria antes indicada. En los anexos 4.03-E y 4.03-F se presentan, respectivamente, un ejemplo de la "Descripción y Razón" y del "Cuadro de Variaciones" de una Orden de Modificación.*

**F. CAMBIO A PETICION DEL CONTRATISTA.** *Las proposiciones o peticiones del Contratista, para la sustitución o el uso de materiales o procedimientos de construcción distintos a los especificados en el contrato, deberán evaluarlas cuidadosamente el Ingeniero de Proyecto y el J.O.C.R. Algunos de los factores que deberán tomar en cuenta son los siguientes:*

1. *Beneficio para el Gobierno. No están permitidas las sustituciones que sean sólo para conveniencia o beneficio del Contratista. El beneficio para el Gobierno puede ser monetario o intangible. Sin embargo, en el análisis tendrán que quedar identificados todos los beneficios apreciables.*
2. *El material sustituto deberá ser igual o mejor que el material especificado en el contrato. Si no fuera éste el caso, se necesitará una especificación especial.*
3. *Efectos en la marcha de la obra.*
4. *En algunos casos es preciso determinar si la sustitución es aceptable, para el organismo financiero. Esto es particularmente cierto cuando pueden resultar afectados la apariencia de la obra terminada y/o los costos de mantenimiento de la misma.*

*La sustitución o el uso de un material distinto al especificado constituye un cambio de las especificaciones y, por lo tanto, exige la expedición de una orden de modificación. La documentación para la aprobación de una sustitución mediante la expedición de una orden de modificación, protege tanto al Contratista como al Gobierno, y elimina una posible fuente de insatisfacción y retrasos cuando un proyecto está listo para su aceptación final.*

*Este tipo de orden de modificación deberá prepararse y respaldarse del mismo modo que cualquier otra orden de modificación. La "Descripción y Razón" tendrá que justificar la declaración contenida en el cuerpo de la orden de que, con el cambio, el Gobierno obtendrá un valor igual o menor que el costo de realizar el trabajo de acuerdo con los planos y especificaciones del contrato original.*

**G. LIQUIDACION DE RECLAMACIONES POR ORDENES DE MODIFICACION.** *Tal como se indica en la Sección 2.01-C de este Manual, las reclamaciones de acuerdo con las cláusulas de: Cambios, Condiciones diferentes del sitio y Suspensión de la Obra, pueden liquidarse por medio de órdenes de modificación debidamente tramitadas, siempre que las partes estén de acuerdo respecto a ajustes equitativos. Estas órdenes deberán contar con dictamen jurídico cuando se aleguen o estén implicadas condiciones discrepantes sobre condiciones diferentes de sitio, cuando se propongan asignaciones de cantidades más altas de dinero o un mayor plazo para el contrato, o cuando estén implicadas condiciones desusadas.*

*En general, este tipo de órdenes tendrá que prepararse y respaldarse del mismo modo que las demás órdenes de modificación. La "Descripción y Razón" deberá incluir copias de la correspondencia referente a las reclamaciones. La orden de modificación deberá incluir declaraciones indicando que ambas partes están de acuerdo en el ajuste equitativo y que el Contratista conviene en aceptar el ajuste como liquidación total de la reclamación o reclamaciones.*

**H. VALOR DE LA INGENIERIA.** *Las propuestas sobre reducción de costos iniciados y desarrolladas por el Contratista, son tratadas en la Subsección 104.06 del CR-77. La preparación y trámites de estas propuestas están descritas en un MNP expedido por la Dirección General de Construcción.*

#### **Sección 4.04 ORDENES DE MODIFICACION PARA REAJUSTES**

*De acuerdo a las Leyes 5501 y 5518, se le debe reconocer al Contratista los aumentos en los costos de la mano de obra y de los materiales, que se produzcan en un período inflacionario durante el tiempo contractual, de acuerdo con los programas de trabajo y sus modificaciones aprobadas.*

*Para ello se hace necesario soportar los montos para el pago de dichos reajustes, mediante la expedición de una orden de modificación para reajustes, que tiene la finalidad de autorizar un aumento en el costo final del proyecto, el cual no debe ser contemplado como obra adicional, para efectos de aumento en el plazo contractual (para el cual no tendría derecho el Contratista).*

*En el Anexo 4.04-A se muestran un ejemplo de una orden de modificación para reajustes y de una enmienda con sus respectivas "Descripción y Razón".*

*Anexo 4.02 A Ejemplo de una orden de servicio en la que se exige que el Contratista realice el trabajo según los términos del contrato*  
*Hoja 1/2*

**Gobierno de Costa Rica  
Ministerio de Obras Públicas y Transportes  
División de Obras Públicas**

*Proyecto: X*

*Orden de Servicio No. 6*

*Fecha: 30 de junio de 1982*

*A: Constructora A.B.C.  
CONTRATISTA*

- 1. De acuerdo con su contrato de fecha 20 de junio de 1981, para la construcción del Proyecto X se le ordena lo siguiente:  
  
Remove el tramo de subbase colocado entre las estaciones 2+000 a la 2+450, por no cumplir con las especificaciones, como se detalla en cuadro adjunto.*
- 2. Esta orden se hará de acuerdo con lo estipulado en el Artículo 106.03 de las Especificaciones Generales CR-77.*
- 3. No se reconocerá pago alguno para la realización de esta remoción.*
- 4. Se estima que el costo de esta Orden de Servicio no aumentará ni disminuirá el monto del contrato.*
- 5. No se concederá ningún aumento en el tiempo autorizado como resultado de esta Orden de Servicio No.6, porque el tiempo correspondiente ya fue incluido en el tiempo original del contrato para la ejecución del proyecto.*
- 6. Se acuerda que las previsiones de esta Orden de Servicio y los factores que la justifican, no serán usados por el Contratista como base para reclamos futuros como: compensación adicional o extensión del tiempo autorizado.*

*Anexo 4.02 A Hoja 2/2*

*Proyecto: X*

*Orden de Servicio No. 6*

*Fecha: 30 de junio de 1982*

- 
7. *Sírvase indicar su conformidad con la presente Orden de Servicio No. 6, firmándola con indicación de fecha y retornando las nueve copias que se incluyen.*

*Ingeniero  
JEFE DE PROYECTO  
FECHA:*

*Acepto el de de 19  
POR:  
EMPRESA CONSTRUCTORA  
TITULO*

*Ingeniero  
Jefe Obras por Contrato Región  
Fecha:*

*Ingeniero  
Director General de Construcción  
Fecha:*

*Ingeniero  
Director Región*

*Consultor  
(si tiene)  
Fecha:*

*NOTA: Debe incluir cuadro, Descripción y Razón.*

Anexo 4.02 B *Ejemplo de una orden de servicio para la ejecución de trabajos bajo la Hoja 1/2 partida 109.04 Trabajos a Costo más Porcentaje.*

**GOBIERNO DE COSTA RICA  
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES  
DIVISION DE OBRAS PUBLICAS**

*Proyecto: X*

*Orden de Servicio No. 3*

*Fecha: 17 de mayo de 1982*

*A: Constructora A.B.C.  
CONTRATISTA*

- 1. De acuerdo con su contrato de fecha 20 de junio de 1981, para la construcción del Proyecto X, se le ordena lo siguiente:  
  
Construir 25.000 metros de cercas de alambre de púas tipo CAP-3, de acuerdo al manual de "Normas y Diseños para la Construcción de Carreteras", con el objeto de delimitar el derecho de vía del Proyecto.*
- 2. Estos trabajos se harán de acuerdo con lo estipulado en el Artículo 104.02 de las Especificaciones Generales CR-77, del Manual de Normas y Diseños para la Construcción de Carreteras y las instrucciones del Ingeniero de Proyecto.*
- 3. La base de pago para dicho trabajo será el ítem 109.04 Trabajos a Costo más Porcentaje.*
- 4. Se estima que el costo de este trabajo será aproximadamente de ₡ 475.000,00*
- 5. No se concederá ningún aumento en el tiempo autorizado como resultado de esta Orden de Servicio No.3, porque el tiempo correspondiente ya fue incluido en el tiempo original del contrato para la ejecución del Proyecto.*
- 6. Se acuerda que las previsiones de esta Orden de Servicio y los factores que la justifican, no serán usados por el Contratista como base para reclamos futuros como: compensación adicional o extensión del tiempo autorizado.*

*Anexo 4.02 B  
Hoja 2/2*

*Proyecto: X*

*Orden de Servicio No. 3*

*Fecha 17 de mayo de 1982*

- 
7. *Sírvase indicar su conformidad con la presente Orden de Servicio No. 3, firmándola con indicación de fecha y retornando las nueve copias que se incluyen.*

*Ingeniero  
Jefe de Proyecto  
Fecha:*

*Acepto el de de 19  
Por:  
Empresa Constructora  
Título*

*Ingeniero  
Jefe Obras por Contrato Región  
Fecha:*

*Ingeniero  
Director General de Construcción  
Fecha:*

*Ingeniero  
Director Región*

*Consultor  
(si tiene)  
Fecha:*

*NOTA: Debe incluirse Descripción, Razón, Cálculos estimados y Resumen de Ordenes tramitadas a la fecha con el autorizado y disponible del Item 109.04.*

**Anexo 4.03-A Ejemplo de una orden de modificación cuando hay un aumento o disminución de más del 25 % de la cantidad de un ítem mayor que determina un ajuste en las bases de pago.**  
Hoja 1/2

**GOBIERNO DE COSTA RICA  
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES  
DIVISION DE OBRAS PUBLICAS**

**Proyecto: X**

**Orden de Modificación No. 4**

**Fecha: 10 de julio de 1982**

**A: Constructora A.B.C.  
CONTRATISTA**

1. **De acuerdo con su contrato de fecha 20 de junio de 1982, para la construcción del Proyecto X, se le ordena lo siguiente:**

**Construir el proyecto entre las estaciones 3+000 a la 10+000, según los planos adjuntos.**

**Este cambio disminuye en más del 25% la cantidad del ítem 203(3) Excavación no Clasificada, ítem mayor.**

**Por medio de esta Orden de Modificación se elimina el ítem 203(3) Excavación no Clasificada y se crea el nuevo ítem 203(3A) Excavación no Clasificada Especial, a un precio unitario negociado de 42,75 colones el metro cúbico (¢42,75/m<sup>3</sup>).**

2. **Este trabajo se hará de acuerdo con lo estipulado en el Artículo 104.02 y las secciones apropiadas de las Especificaciones Generales CR-77.**
3. **La base de pago para estos trabajos será los precios unitarios estipulados en el contrato para los ítems afectados por esta orden, y el precio unitario negociado del ítem 203(3A) Excavación no Clasificada Especial.**
4. **Se estima que el costo de este trabajo disminuirá el monto del proyecto en ¢1.500.000,00**

Anexo 4.03 A  
Hoja 2/2

Proyecto: X  
Orden de Modificación No. 4  
Fecha: 10 de julio de 1982

---

5. *No se concederá ningún aumento en el tiempo autorizado como resultado de esta Orden de Modificación No. 4, porque el tiempo correspondiente ya fue incluido en el tiempo original del contrato para la ejecución del Proyecto.*
6. *Se acuerda que las previsiones de esta Orden de Modificación y los factores que la justifican, no serán usados por el Contratista como base para reclamos futuros como: compensación adicional o extensión del tiempo autorizado.*
7. *Se acuerda que esta Orden de Modificación de Obra tendrá validez una vez que sea refrendada por la Contraloría General de la República y así le sea comunicado por escrito. (NOTA: Si el monto autorizado no se excede del 20 por ciento del monto original de costo, se deberá eliminar este párrafo).*
8. *Sírvase indicar su conformidad con la presente Orden de Modificación No. 4, firmándola con indicación de fecha y retornando las nueve copias que se incluyen.*

Ingeniero  
Jefe de Proyecto  
Fecha:

Acepto el de        de 19  
Por:  
Empresa Constructora  
Título:

Ingeniero  
Jefe Obras por Contrato Región  
Fecha:

Ingeniero  
Director General de Construcción  
Fecha:

Ingeniero  
Director Región

Consultor  
(si tiene)  
Fecha:

**NOTA:** *Debe incluir Descripción y Razón, cálculos y copia de toda la documentación de Negociación de precios y cuadro de variación de Cantidad y Montos.*

*Anexo 4.03-B Ejemplo de una orden de modificación para la ejecución de un trabajo adicional, o para la disminución de una partida del contrato, que no impliquen ajuste alguno en la base para el pago.*  
*Hoja 1/2*

**GOBIERNO DE COSTA RICA  
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES  
DIVISION DE OBRAS PUBLICAS**

*Proyecto: X*

*Orden de Modificación No. 5*

*Fecha: 15 de julio de 1982*

*A: Constructora A.B.C.  
CONTRATISTA*

- 1. De acuerdo con su contrato de fecha 20 de junio de 1981, para la construcción del Proyecto X, se le comunica que se aumenta en 25.000 m<sup>3</sup> el ítem 203(8) Excavación de Préstamo Caso (2).*
- 2. Este aumento se hará de acuerdo con el Artículo 104.02 de las Especificaciones Generales CR-77.*
- 3. La base de pago será el precio unitario estipulado en el contrato para el ítem 203(8) Excavación de Préstamo Caso (2).*
- 4. Se estima que el costo de este trabajo aumentará el monto del contrato en .....  
₡ 1.400.000,00*
- 5. Si el costo del trabajo a realizar bajo esta Orden de Modificación No. 5, hace que el costo total del trabajo exceda el monto original, entonces el tiempo autorizado se ajustará de acuerdo con el Artículo 108.07 de las Especificaciones Generales CR-77.*
- 6. Se acuerda que las previsiones de esta Orden de Modificación No. 5 y los factores que la justifican, no serán usados como base de reclamos futuros por: compensación adicional o extensión del tiempo autorizado del contrato.*

Anexo 4.03 B  
Hoja 2/2

Proyecto: X  
Orden de Modificación No. 5  
Fecha: 15 de julio de 1982

---

7. *Esta Orden de Modificación No. 5 no tendrá validez hasta tanto no sea refrendada por la Contraloría General de la República y le sea así comunicado por escrito. (NOTA: Si el monto autorizado no se excede del 20 por ciento del monto original del contrato, se deberá eliminar este párrafo).*
8. *Sírvase indicar su conformidad con la presente Orden de Modificación No. 5, firmándola con indicación de fecha y devolviendo las nueve copias que se incluyen.*

Ingeniero  
Jefe de Proyecto  
Fecha

Acepto el de        de 19  
Por:  
Empresa Constructora  
Título

Ingeniero  
Jefe Obras por Contrato Región  
Fecha

Ingeniero  
Director General de Construcción  
Fecha:

Ingeniero  
Director Región

Consultor  
(si tiene)  
Fecha:

**NOTA:** *Debe incluirse Descripción y Razón y Cálculos y Cuadro de variación de Cantidades y Montos.*

**Anexo 4.03-C Ejemplo de una orden de modificación para cuando haya un cambio en Hoja 1/2 la naturaleza del trabajo, que aumenta o disminuya el costo de ejecución de cualquier parte de la obra, o el tiempo necesario para hacerlo.**

**GOBIERNO DE COSTA RICA  
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES  
DIVISION DE OBRAS PUBLICAS**

**Proyecto: X**

**Orden de Modificación No. 6**

**Fecha: 25 de julio de 1982**

**A: Constructora A.B.C.  
CONTRATISTA**

**1. De acuerdo con su contrato de fecha 20 de junio de 1981, para la construcción del Proyecto X, se le comunica lo siguiente:**

**Construir el proyecto entre las estaciones 10+500 a la 11+700 de acuerdo con los planos adjuntos.**

**Por medio de esta Orden de Modificación se elimina el ítem 620(1) Pedraplén Especial y se crea el ítem 203(8A) Excavación de Préstamo Caso (2) Especial a un precio unitario negociado de 65 colones el metro cúbico ( ₡65,00/m<sup>3</sup>).**

**2. Este trabajo se hará de acuerdo con lo estipulado en el Artículo 104.02 y las secciones apropiadas de las Especificaciones Generales CR-77.**

**3. La base de pago para este trabajo será los precios unitarios estipulados en el contrato para los ítems por esta Orden, y el precio negociado del ítem 203(8A) Excavación de Préstamo Caso (2) Especial.**

**4. Se estima que el costo de este trabajo aumentará el monto del contrato en .....  
₡ 100.000,00**

**5. Si el costo del trabajo a realizar bajo esta Orden de Modificación No. 6, hace que el costo total del trabajo exceda el monto original, entonces el tiempo autorizado se ajustará de acuerdo con el Artículo 108.07 de las Especificaciones Generales CR-77.**

Anexo 4.03 C  
Hoja 2/2

Proyecto: X  
Orden de Modificación No. 6  
Fecha: 25 de julio de 1982

- 
6. Se acuerda que las previsiones de esta Orden de Modificación No. 6 y los factores que la justifican, no serán usados como base de reclamos futuros por: compensación adicional o extensión del tiempo autorizado del contrato.
  7. Esta Orden de Modificación No. 6, no tendrá validez hasta tanto no sea refrendada por la Contraloría General de la República y le sea así comunicado por escrito. **NOTA:** Si el monto original autorizado no exceda del 20 por ciento del Monto Original del Contrato, deberá eliminarse este párrafo.
  8. Sírvase indicar su conformidad con la presente Orden de Modificación No. 6, firmándola con indicación de fecha y devolviendo las nueve copias que se incluyen.

Ingeniero  
Jefe de Proyecto  
Fecha:

Acepto el de de 19  
Por:  
Empresa Constructora  
Título

Ingeniero  
Jefe Obras por Contrato Región  
Fecha:

Ingeniero  
Director General de Construcción  
Fecha:

Ingeniero  
Director Región

Consultor  
(si tiene)  
Fecha:

**NOTA:** Debe incluir Descripción y Razón, Cálculo y copias de Documentos de Negociación de precios y cuadro de Variación de Cantidades y Montos.

*Anexo 4.03-D Ejemplo de una orden de modificación para un trabajo imprevisto, esencial para completar la obra y para el cual no se ha dispuesto en el contrato base alguna de pago.  
Hoja 1*

**GOBIERNO DE COSTA RICA  
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES  
DIVISION DE OBRAS PUBLICAS**

*Proyecto: X*

*Orden de Modificación No. 7*

*Fecha: 7 de agosto de 1982*

*A: Constructora A.B.C.  
CONTRATISTA*

*1. De acuerdo con su contrato de fecha 20 de junio de 1981, para la construcción del Proyecto X, se le ordena construir una alcantarilla de 2,13 metros de Ø en la estación 12 070.*

*Para este efecto se crea el Item 603(21)3I Tubería de Hormigón Reforzado C.III de 2,13 m. de Ø a un precio unitario negociado de 21.400 colones el metro lineal (¢ 21.400,00/m.)*

*2. Este trabajo se hará de acuerdo con lo estipulado en el Artículo 104.02 de las Especificaciones Generales CR-77 y con las secciones apropiadas de éste.*

*3. La base de pago para este trabajo será los precios unitarios estipulados en el contrato para los ítemes afectados por esta Orden, y el precio unitario negociado del Item 603(21)3I Tubería de Hormigón Reforzado C.III de 2,13 metros Ø.*

*4. Se estima que el costo de este trabajo aumentará el monto del contrato aproximadamente en ¢427.500,00.*

*5. Si el costo del trabajo a realizar bajo esta Orden de Modificación No. 7, hace que el costo total del trabajo exceda el monto original, entonces el tiempo autorizado se ajustará de acuerdo con el Artículo 108.07 de las Especificaciones Generales CR-77*

Anexo 4.03 D  
Hoja 2.

Proyecto: X  
Orden de Modificación No. 7  
Fecha: 7 de agosto de 1982

- 
6. *Se acuerda que las previsiones de esta Orden de Modificación No. 7 y los factores que la justifican, no serán usadas como base de reclamos futuros por: compensación adicional o extensión del tiempo autorizado del contrato.*
  7. *Esta Orden de Modificación No. 7, no tendrá validez hasta tanto no sea refrendada por la Contraloría General de la República y le sea así comunicado por escrito. NOTA: Si el monto autorizado no se excede del 20 por ciento del monto original del contrato, se deberá eliminar este párrafo.*
  8. *Sírvase indicar su conformidad con la presente Orden de Modificación No. 7, fir-mándola con indicación de fecha y devolviendo las nueve copias que se incluyen.*

Ingeniero  
Jefe de Proyecto  
Fecha:

Acepto el de de 19  
Por:  
Empresa Constructora  
Título

Ingeniero  
Jefe Obras por Contrato Región  
Fecha:

Ingeniero  
Director General de Construcción  
Fecha:

Ingeniero  
Director Región

Consultor  
(si tiene)  
Fecha:

NOTA: *Debe incluir Descripción y Razón, Cálculo y copias de Docu-mentos de Negociación de precios y cuadro de variaciones de Cantidades y Montos.*

*Anexo 4.03-E "Descripción y Razón de una orden de modificación  
Hoja 1/1*

*Proyecto: X*

*Orden de Modificación No. 8*

*Fecha: 20 de agosto de 1982*

---

**DESCRIPCION Y RAZON**

**DESCRIPCION**

*Se le comunica al Contratista que la alcantarilla indicada en los planos, localizada en la estación 3 + 070, de Tubo de Acero Corrugado con Recubrimiento Bituminoso de 1,68 m. Ø, se cambia por una alcantarilla de Tubo de Hormigón Reforzado de 1,83 m. Ø Clases III, IV y V con Cama Tipo A.*

*Para este efecto se crea el siguiente ítem de pago:*

**603(21)1A**     *Alcantarilla de Tubo de Hormigón Reforzado Clases III, IV y V de 1,83 m Ø con Cama Tipo A a un precio unitario de ₡18.000,00 por metro lineal.*

**RAZON**

*Como justificación de esta Orden de Modificación se incluyen los siguientes documentos:*

- 1. Estudio realizado por el Laboratorio Central*
- 2. Los Oficios Nos. 056, 060 y 062 emitidos por el Contratista*

*Además se considera conveniente aceptar el cambio propuesto por el Contratista, ya que este cambio no representa costo adicional para el MOPT y se usan materiales locales y de mayor durabilidad.*

*(Esta hoja NO deberá ir unida a la orden pasada al Contratista)*

Orden de Modificación No. 8

Fecha: 20 de agosto de 1982

CUADRO DE VARIACIONES

I T E M	No.	Descripción	Unidad	Original	C A N T I D A D E S		M O N T O S			
					Revisado	Más	Menos	P. Unitario	Más	Menos
603(7)H		Tubo acero corr. con recubrimiento bit. de 1,68 m. 0 y 3,57 mm de espesor tipo B	M.	40	0	40	18.000	0	720.000,00	
603(21)IA		Alc. Tubo Horm, Ref. C.III, IV y V de 1,83 m 0 con Cama Tipo A	M.	0	40	0	18.000	720.000	0	
TOTALES								720.000	720.000	
DIFERENCIA										0

COSTO OM-8 0,00

(Esta hoja NO deberá ir unida a la orden pasada al Contratista)

*Anexo 4.04-A Ejemplo de una orden de modificación para reajustes y de una enmienda posterior con su "Descripción y Razón" No. 1 No. 2*  
Hoja 1

**GOBIERNO DE COSTA RICA  
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES  
DIVISION DE OBRAS PUBLICAS**

*Proyecto: X*

*Orden de Modificación No. 1 Reajustes*

*Fecha: 7 de setiembre de 1981*

*A: Empresa Constructora A.B.C.  
CONTRATISTA*

- 1. De acuerdo con su contrato de fecha 20 de junio de 1981, para la construcción del Proyecto X, se le comunica lo siguiente:*

*" Se asigna para efectos de pagar Reajustes una suma global estimada de-----  
C 15.000.000.00"*

- 2. Este reconocimiento de pago se hace con base en lo estipulado en los documentos contractuales y las Leyes Nos. 5501 y 5518 y su respectivo reglamento.*
- 3. El pago de estos Reajustes se hará por medio de Resolución Administrativa.*
- 4. Se estima que el monto de esta Orden de Modificación aumentará el costo del Proyecto en aproximadamente C 15.000.000.00 (Quince millones de colones).*
- 5. Se acuerda que los términos de esta Orden de Modificación y los factores que la justifican no serán usados como base para reclamos futuros por compensación adicional o extensión del tiempo autorizado en el contrato.*

*Anexo 4.04-A  
Hoja 2*

6. *Sírvase indicar su conformidad con la presente Orden de Modificación, firmándola con indicación de fecha y retornando las copias que se incluyen.*

*Ingeniero  
Jefe de Proyecto  
Fecha:*

*Acepto el de        de 19  
Por:  
Empresa Constructora  
Título*

*Ingeniero  
Jefe Obras por Contrato Región  
Fecha:*

*Ingeniero  
Director General de Construcción  
Fecha:*

*Ingeniero  
Director Región*

*Consultor  
(si tiene)  
Fecha:*

Anexo 4.04-A  
Hoja 3

Proyecto: X

Orden de Modificación No. 1 Reajustes

Fecha: 7 de setiembre de 1981

---

### DESCRIPCION Y RAZON

#### DESCRIPCION

Por medio de esta Orden de Modificación se le comunica al Contratista que se le ha asignado a este Proyecto un monto estimado de  $\$ 15.000.000,00$ , sujeto a aumento o disminución para pagar los ajustes a los precios unitarios y/o materiales y mano de obra, lo cual se hará cuando así lo solicite por escrito la Empresa Constructora del Proyecto en referencia.

#### RAZON

De acuerdo con lo estipulado en los documentos contractuales al Contratista se le deben reconocer los ajustes a que da derecho las Leyes Nos. 5501 y 5518, siguiendo las indicaciones y procedimientos del Reglamento respectivo e instrucciones del Ministerio de Hacienda.

El monto estimado de esta Orden de Modificación se fijó considerando que el monto de los ajustes andará por el orden de un 26,7% del monto probable del contrato o sea  $\frac{\$ 15.000.000,00}{\$ 56.169.300,00} \times 100$

Anexo 4.04 A  
Hoja 4

**GOBIERNO DE COSTA RICA  
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES  
DIVISION DE OBRAS PUBLICAS**

**Proyecto: X**  
**Enmienda No. 1 a la Orden de Modificación No. 1 Reajustes**  
**Fecha: 26 de marzo de 1982**  
**A: Empresa Constructora A.B.C.**  
**C O N T R A T I S T A**

1. *De acuerdo con su contrato de fecha 20 de junio de 1981 para la construcción del Proyecto X, se le comunica que se enmienda el punto 1 de la Orden de Modificación No. 1, para que se lea así:*  
  
*“Se asigna para efectos de pagar Reajustes una suma global de C 45.000.000.00”*
2. *Se estima que el monto de esta Enmienda No. 1 aumentará el costo del Proyecto en aproximadamente C 30.000.000.00.*
3. *Los puntos restantes de la Orden de Modificación No. 1 no sufren variación alguna.*
4. *Sírvase indicar su conformidad con la presente Enmienda No. 1 a la Orden de Modificación No. 1, firmándola con indicación de fecha y retornando las copias que se incluyen.*

**Ingeniero**  
**Jefe de Proyecto**  
**Fecha:**

**Acepto el de de 19**  
**Por:**  
**Empresa Constructora**  
**Título**

**Ingeniero**  
**Jefe Obras por Contrato Región**  
**Fecha:**

**Ingeniero**  
**Director General de Construcción**  
**Fecha:**

**Ingeniero**  
**Director Región**

**Consultor**  
**(si tiene)**  
**Fecha:**

Anexo 4.04-A  
Hoja 5

Proyecto: X

Enmienda No. 1 a la Orden de Modificación No. 1 Reajustes

Fecha: 26 de marzo de 1982

#### DESCRIPCION Y RAZON

##### DESCRIPCION

Por medio de esta Enmienda No. 1 a la Orden de Modificación No. 1 se le comunica al Contratista que se le ha asignado a este Proyecto un monto estimado de ----- C 45.000.000.00 sujeto a aumento o disminución para pagar los ajustes a los precios unitarios y/o materiales y mano de obra, lo cual se hará contra documentos probatorios según el Reglamento respectivo, en lugar de los C 15.000.000.00 asignados en la Orden de Modificación No. 1. Por lo tanto se soporta en la presente Enmienda No. 1 un aumento en el monto del contrato de C 30.000.000.00.

##### RAZON

De acuerdo con lo estipulado en los documentos contractuales, al Contratista se le deben reconocer los ajustes a que da derecho las Leyes Nos. 5501 y 5518, siguiendo las indicaciones y procedimientos del Reglamento respectivo e instrucciones del Ministerio de Hacienda.

El monto indicado en esta Enmienda No. 1 a la Orden de Modificación No. 1 se fijó una vez realizados los estudios de los reclamos de reajustes a la fecha y las proyecciones con base en datos suministrados por la Dirección General de Construcción.

A continuación se desglosan los montos que por concepto de reajustes se han soportado en la OM-1 y E-1 a OM-1:

OM-1	C 15.000.000.00
E-1 a OM-1	C 30.000.000.00
Total soportado a la fecha por concepto de Reajustes	C 45.000.000.00

Anexo 4.04-A  
Hoja 6

**Gobierno de Costa Rica  
Ministerio de Obras Públicas y Transportes  
División de Obras Públicas**

**Proyecto: X**  
**Enmienda No. 2 a la Orden de Modificación No. 1 Reajustes**  
**Fecha: 18 de agosto de 1982**  
**A: Empresa Constructora A.B.C.**  
**C O N T R A T I S T A**

1. De acuerdo con su contrato de fecha 20 de junio de 1981 para la construcción del Proyecto X, se le comunica que se enmienda el punto 1 de la Enmienda No. 1 a la Orden de Modificación No. 1, para que se lea así:  
"Se asigna para efectos de pagar Reajustes una suma global de C 75.000.000.00".
2. Se estima que el monto de esta Enmienda No. 2 aumentará el costo del Proyecto en aproximadamente C 30.000.000.00.
3. Los puntos restantes de la Enmienda No. 1 a la Orden de Modificación No. 1 no sufren variación alguna.
4. Sírvase indicar su conformidad con la presente Enmienda No. 2 a la Orden de Modificación No. 1, firmándola con indicación de fecha y retornando las copias que se incluyen.

**Ingeniero**  
**Jefe de Proyecto**  
**Fecha:**

**Acepto el de de 19**  
**Por:**  
**Empresa Constructora**  
**Título**

**Ingeniero**  
**Jefe Obras por Contrato Región**  
**Fecha:**

**Ingeniero**  
**Director General de Construcción**  
**Fecha:**

**Ingeniero**  
**Director Región**

**Consultor**  
**(si tiene)**  
**Fecha:**

Anexo 4.04-A  
Hoja 7

Proyecto: X  
Enmienda No. 2 a la Orden de Modificación No. 1 Reajustes  
Fecha: 18 de agosto de 1982

### DESCRIPCION Y RAZON

#### DESCRIPCION

Por medio de esta Enmienda No. 2 a la Orden de Modificación No. 1 se le comunica al Contratista que se le ha asignado a este Proyecto un monto estimado de C75.000.000.00 sujeto a aumento o disminución para pagar los ajustes a los precios unitarios y/o materiales y mano de obra, lo cual se hará contra documentos probatorios según el Reglamento respectivo, en lugar de los C45.000.000.00 asignados en la OM-1 y E-1 a la OM-1. Por lo tanto se soporta en la presente Enmienda No. 2 un aumento en el monto del contrato de C30.000.000.00.

#### RAZON

De acuerdo con lo estipulado en los documentos contractuales, al Contratista se le deben reconocer los ajustes a que da derecho las Leyes Nos. 5501 y 5518, siguiendo las indicaciones y procedimientos del Reglamento respectivo e instrucciones del Ministerio de Hacienda.

El monto indicado en esta Enmienda No. 2 a la Orden de Modificación No. 1 se fijó una vez realizados los estudios de los reclamos de reajustes a la fecha y las proyecciones con base en datos suministrados por la Dirección General de Construcción.

A continuación se desglosan los montos que por concepto de reajustes se han soportado en la OM-1, E-1 a OM-1 y E-2 a OM-1:

OM-1	C 15.000.000.00
E-1 a OM-1	C 30.000.000.00
E-2 a OM-1	C 30.000.000.00
<b>Total soportado a la fecha por concepto de Reajustes</b>	<b>C 75.000.000.00</b>

## **CAPITULO 5**

### **CONTROL DE TRABAJO**

<b>SECCION</b>	<b>TITULO</b>	<b>PAGINA</b>
<b>5.01</b>	<b><i>Autoridad del Ingeniero</i></b>	<b>5- 1</b>
<b>5.02</b>	<b><i>Planos de Ejecución</i></b>	<b>5- 1</b>
<b>5.03</b>	<b><i>Coordinación de los Documentos del Contrato</i></b>	<b>5- 2</b>
<b>5.04</b>	<b><i>Topografía de la Construcción</i></b>	<b>5- 2</b>
<b>5.05</b>	<b><i>Controles Permanentes de la Topografía</i></b>	<b>5- 8</b>
<b>5.06</b>	<b><i>Cálculo de la Longitud del Proyecto</i></b>	<b>5-10</b>

### Sección 5.01 AUTORIDAD DEL INGENIERO

*Las especificaciones disponen que todos los materiales y la mano de obra comprendidos en el contrato, estén en concordancia razonablemente ajustada (véase definición en CR-77) con los planos y especificaciones. También dispone que el Ingeniero decidirá todas las cuestiones referentes a calidad y aceptabilidad de los materiales suministrados y del trabajo ejecutado, ritmo de avance de la obra, interpretación de planos y especificaciones, y cumplimiento del contrato. Estas decisiones deberán basarse en criterios de ingeniería, tomando en consideración todos los hechos, las variaciones inherentes al procesamiento y pruebas de los materiales para carreteras, las experiencias anteriores, los hallazgos de la investigación y otros factores de peso.*

*Por lo general el Contratista asume la responsabilidad respecto a los medios empleados para la ejecución del contrato. Cuando el contrato especifica los medios o el método con los que deba hacerse el trabajo, el Ingeniero está autorizado para que se niegue a aceptar trabajos hechos mediante el empleo de otros medios o métodos, incluso a pesar de que el Contratista afirme que puede conseguir resultados igualmente buenos, con el empleo de éstos.*

*Si el contrato no especifica los medios, y si el Ingeniero de Proyecto cree que el método escogido por el Contratista puede dar por resultado un trabajo defectuoso, lo adecuado es que se lo notifique por escrito al Contratista. Sin embargo deberá quedar bien claro que no es el Ingeniero quien impone los medios o métodos.*

*Cuando el contrato da específicamente al Ingeniero autoridad para que escoja y prohíba un medio, y si esta acción es aconsejable, el Ingeniero de Proyecto dará instrucciones al Contratista al respecto, ya sea oralmente o valiéndose de órdenes escritas. Si la notificación ha sido oral, deberá hacerse la anotación adecuada en el diario del proyecto.*

### Sección 5.02 PLANOS DE EJECUCION

*La Subsección 105.03 del CR-77 dispone que el Contratista habrá de proporcionar, sin costo para el Gobierno, los planos de trabajo que complementan los planos del contrato y que sean necesarios para controlar el trabajo. Aunque estos planos han de estar aprobados por el Ingeniero, el Contratista es el único responsable de su exactitud y de que estén completos. Sí, como resultado de cualesquiera errores, omisiones o discrepancias en estos planos, se produjera cualquier falla, será obligación del Contratista la corrección de todos los defectos o la sustitución de cualquier trabajo insatisfactorio, sin gasto alguno para el Gobierno.*

*Todos los planos para la ejecución de estructuras, inclusive los planos para cualesquiera cambios temporales de estructuras existentes, deberán estar revisados y/o aprobados por el Departamento de Puentes de la Dirección General de Vialidad.*

### **Sección 5.03 COORDINACION DE LOS DOCUMENTOS DEL CONTRATO**

*Aunque los planos, especificaciones y documentos de cálculos estimativos se preparan con considerable cuidado, a veces aparecerán discrepancias. En estos casos, el orden de prioridad que deberá observarse es el siguiente:*

1. *Disposiciones Generales del Contrato*
2. *Disposiciones Especiales*
3. *Planos*
4. *Especificaciones Generales*

*El Ingeniero de Proyecto deberá tomar sus decisiones y hacer sus interpretaciones citándose estrictamente a este orden de prioridad.*

### **Sección 5.04 TOPOGRAFIA DE LA CONSTRUCCION**

*A- GENERALIDADES. Es responsabilidad del Contratista construir el proyecto tal y como se le haya replanteado, pero la colocación de estacas de los controles fundamentales del proyecto es responsabilidad únicamente de la División de Obras Públicas. Esta obligación incluye, (aunque no se limita) a la colocación de estacas necesarias para que se establezcan los alineamientos, los taludes, perfiles de rasantes, capas de subbase, base, de superficie y estructuras. La División de Obras Públicas no es responsable en modo alguno de ningún replanteo o mediciones auxiliares hechos por el Contratista. Sin embargo, si se observa o descubre un error en dicho replanteo auxiliar, deberá llamarse con prontitud la atención del Contratista al respecto.*

*Las especificaciones establecen que el Contratista es responsable de la conservación de todas las estacas y marcas y que el costo de sustituirlas podrá restarse del pago del trabajo ejecutado. Para hacer cumplir esta disposición hay que utilizar un buen criterio. Antes de que esta operación de replantear de nuevo se cargue al Contratista, deberá notificársele por escrito que cualquier trabajo adicional de colocación de estacas correrá a cargo de él, para que así tenga la oportunidad de emprender la acción adecuada que impida que se destruyan las estacas. La cooperación entre el Ingeniero y el Contratista eliminará gran parte de esta dificultad.*

*B- REPLANTEO DE LA LINEA CENTRAL. Al recibir la asignación de un proyecto, el Ingeniero de Proyecto deberá obtener de la oficina correspondiente, todos los datos disponibles de la topografía del lugar. Deberá comparar cuidadosamente las libretas de topografía del emplazamiento con las hojas de los planos, para identificar adecuadamente la línea que ha de construirse.*

*El primer paso lógico del replanteo para la construcción, consiste en establecer la línea central de la calzada en los puntos en que sea necesario. Este trabajo deberá ejecutarse con gran cuidado, y el Ingeniero de Proyecto no deberá dar por supuesto que la línea*

*señalada es exacta en todos sus aspectos. Deberá dedicar particular atención a cualesquiera secciones en las que la línea que se va a construir difiera de la línea señalada (o de la existente marcada con estacas) debido a las modificaciones de alineamiento o trazado hechas durante el diseño. Al replantear las rectificaciones deberán mantenerse los amarres entre la línea original y la modificada, y se harán también todas las mediciones exactas de comprobación respecto a la línea original. Durante el replanteo, deberán volverse a comprobar todas las diferencias importantes que se descubran entre los datos de la línea señalada con nuevas estacas y los datos que aparecen en los planos. Si en esta nueva comprobación se confirma que los datos indicados en los planos son erróneos, el Ingeniero de Proyecto deberá notificar a la Dirección General de Vialidad las correcciones que encuentre. Deberán utilizarse las ecuaciones que sean necesarias para hacer que, hasta donde sea posible, las estaciones del nuevo replanteo coincidan con las estaciones indicadas en los planos.*

*Cuando los planos de construcción presenten ecuaciones para las estaciones, estas ecuaciones se dejarán en los planos y la estación siguiente no habrá de modificarse. La estación inicial puede corregirse si, al trazar de nuevo la línea, se encuentra cualquier error o diferencia. Esto es necesario para que se mantengan las relaciones entre las descripciones de derechos de vía y las estaciones iniciales, y para que se conserve también la relación entre la línea central y los puntos de referencia.*

*Si la determinación de estaciones en el cruce de límites de fincas no coincide con los planos originales (salvo diferencias de poca monta por cadeneo) se hará necesario igualarla con la siguiente estación inicial. El Ingeniero de Proyecto es responsable de cualesquiera cambios que, de algún modo, puedan afectar las descripciones del derecho de vía. A menos que la División de Obras Públicas haya ordenado un cambio en el final del proyecto, la estación terminal deberá ser la misma que se indique en los planos iniciales. Si para lograr esto se necesitan ecuaciones, deberán introducirse. El Ingeniero de Proyecto notificará a la Dirección General de Construcción siempre que haya necesidad de un cambio en el lugar final del proyecto. Deberán ejercerse todas las precauciones necesarias para que estas modificaciones sean las mínimas.*

*En general, se clavarán estacas en la línea central, con la estación indicada en la cara de la estaca que da hacia la estación inicial del estudio topográfico. A lo largo de un tramo recorrido, las estacas de la línea central estarán desviadas en ángulo recto con relación a la línea centro y en la cara de la estaca que da hacia la línea central se indicarán la estación y la distancia de desviación (a la derecha o la izquierda de la línea central). En la línea central se clavarán tacos con clavos u otras señales adecuadas que indiquen el punto real de la línea central.*

*El Ingeniero de Proyecto deberá establecer en la línea central un número suficiente de puntos de referencia que permita determinar de nuevo secciones o tramos de la línea, sin que tenga que recorrerse una longitud excesiva de la misma.*

*Los puntos a establecer tendrán que escogerse cuidadosamente, teniendo muy presente que los puntos contiguos tienen que ser visibles, uno desde el otro, después de que la superficie del terreno haya quedado alterada por las operaciones de construcción. De igual modo tiene que escogerse cuidadosamente el emplazamiento de los vértices y puntos de referencia, prestando la atención debida a la superficie del suelo tal como habrá de quedar durante y después de construcción. Siempre que sea posible, el método de intercepción es preferible al de ángulo y distancia, y el ángulo de intercepción entre las*

*líneas que parten de las marcas o estacas de referencia deberá aproximarse lo más posible a noventa grados.*

**C- NIVELES DE PERFIL.** *Después de replantear una porción considerable de la línea central, deberán hacerse nuevos niveles de perfil. Deben tomarse las elevaciones de todas las irregularidades del terreno que afecten materialmente la medición de cantidades. Deberán comprobarse de nuevo las diferencias entre el perfil nuevo y el que aparece indicado en los planos. Si se confirma que el nuevo perfil es el correcto, las diferencias importantes deberán notificarse a la Dirección General de Vialidad.*

**D- BANCOS DE NIVEL.** *Deberán establecerse a intervalos frecuentes bancos de nivel temporales, para utilizarlos durante la construcción. Su emplazamiento deberá escogerse con cuidado, tomando en cuenta los cambios de la superficie del terreno que surgirán durante la construcción. El emplazamiento de puntos opuestos de corte y terraplén mínimo facilitan sobremanera la nivelación de la construcción, puesto que reducen al mínimo el número de puntos perdidos.*

**E- CALCULO DE RASANTES.** *Antes de levantar el perfil de la línea centro y de colocar las estacas de talud, tiene que obtenerse una libreta de rasantes o un sistema de hojas de cálculo para conformación. Esto se hace necesario para tomar en consideración el bombeo de la carretera, la curvatura vertical, la sobreelevación debida a la curvatura horizontal, las transiciones, el sobreancho para la curvatura y el sobreancho para los postes indicadores o los guardacaminos, actuales o futuros. Deberán hacerse los cálculos en todas las estaciones en las que se va a colocar estacas de talud, tomando en cuenta el grado de curvatura y el tipo de terreno.*

*La libreta de taludes, o las hojas de cálculo de rasantes, deberán contener un número suficiente de columnas para que indiquen adecuadamente la elevación de la línea central, las distancias de la línea central hasta cada una de los espaldones y las elevaciones ajustadas a cada espaldón. Cuando los cálculos de taludes se hayan hecho con cuidado, se ahorrará mucho tiempo durante la colocación de estacas de talud.*

**F- LEVANTAMIENTO DE SECCIONES TRANSVERSALES.** *Generalmente el levantamiento de perfiles transversales se llevará a cabo simultáneamente con la colocación de estacas de talud. Deberán señalarse estaciones en todas las irregularidades del terreno, dentro del prisma de la calzada y en los puntos en que comience o termine una sección de corte o de terraplén.*

*El intervalo normal entre perfiles transversales deberá ser de 20 metros. En terreno plano y fácil pueden utilizarse intervalos de 30 metros y en terreno abrupto o difícil pueden ser necesario intervalos de 10 metros. También tienen que tomarse, naturalmente, otros perfiles transversales en algunas estaciones desusadas, en las que se noten apreciables cambios bruscos de elevación, o en las que comiencen o terminen excepciones de una estructura.*

*El levantamiento de secciones o perfiles transversales pueden hacerse mediante: arco reductor, tabloncillos de pendiente, nivel de mano, clinómetro, o teodolito, según sea la naturaleza del terreno. Para determinar líneas en ángulo recto y radiales deberán utilizarse teodolitos, espejos en ángulo recto, o cintas metálicas.*

**G- ESTACAS DE TALUD.** *Durante el proceso de colocación de estacas de talud, o*

*antes, deberá marcarse el corte o relleno de la línea centro en la cara opuesta de la estaca en que se ha anotado la estación.*

*Las estacas de talud tienen que colocarse a intervalos adecuados para un mejor control del trabajo. Las estacas han de colocarse en los puntos en los que el talud del corte o del relleno corta la superficie del terreno natural. A medida que se va colocando cada una de las estacas de talud, se ha de comprobar su elevación en relación con la estaca más cercana de las ya colocadas, tomando en consideración la diferencia de declive entre las dos estaciones. Esto servirá de comprobación tanto de la línea central (tanto en corte como en relleno), como de las estacas de talud. Si no concuerdan, dentro de una tolerancia razonable, debe trazarse de nuevo la sección, incluyendo una comprobación adecuada de la estaca de la línea central. Deberá comprobarse la posición de la estaca, con referencia a estacas anteriores, tomando en consideración la pendiente.*

*Como medio para asegurar la exactitud de las estacas de talud en terreno escarpado, deberán trazarse niveles de comprobación sobre las estacas de talud y/o en los puntos de referencia, y deberán trazarse también líneas descentradas para comprobar las distancias horizontales.*

*Existen varios métodos satisfactorios para indicar los datos referentes a estacas de taludes. Su finalidad principal es que proporcionen al contratista la información siguiente:*

- 1. Dónde debe comenzar un corte o un terraplén*
- 2. La pendiente que ha de seguirse*
- 3. La profundidad o altura del corte o del terraplén*

*Lo anterior constituye la información mínima que ha de venir indicada en las estacas de talud. Puede también indicarse más información pero no ha de exagerársela hasta el punto de que cause confusión. El Ingeniero de Proyecto deberá indicar al Director Técnico del contratista el modo como debe interpretar las marcas puestas en las estacas y no deberá apartarse del método establecido, a menos que informe de ello por escrito al contratista.*

*H. EJEMPLO DE COMO MARCAR LAS ESTACAS DE TALUD. Aunque hay diferentes métodos o procedimientos que se emplean para poner marcas en estacas de talud, un método reconocido y a menudo utilizado consiste en inscribir el número de la estación en la cara de la estacilla opuesta a la que ve a la calzada, y en la cara que ve hacia la calzada se ponen las indicaciones siguientes:*

- 1. Cantidad del corte (hasta el fondo de la excavación) o cantidad de relleno (hasta final de explanación)*
- 2. Distancia horizontal desde la estaca hasta la línea central*
- 3. La proporción de la pendiente, tal como: 2:1 (H:V)*

4. *Distancia horizontal desde la línea central hasta el final de la explanación (respecto a los rellenos), o desde la línea central hasta el fondo de la excavación (para cortes).*

*Como ejemplo del cuarto punto de los antes enumerados, supongamos una sección de una ladera de montaña en la que la anchura de la calzada es de 9,75 metros, más un ensanchamiento de 0,90 metros para el guardacaminos del lado del terraplén, y una excavación de 1,8 metros del lado del corte. La estaca del terraplén deberá llevar la marca 5,8 m. B ó 5,8 m. base, que indicará que desde la línea central hasta el final de la explanación hay una distancia de 5,8 metros. La estaca del corte deberá llevar la marca 6,70 metros, ó 6,70 m. base, que indica que desde la línea central hasta el fondo de la excavación hay una distancia de 6,70 metros.*

**I- ESTACAS DE REFERENCIA DE TALUDES.** *Las estacas de taludes deberán llevar, como mínimo, una referencia respecto a cada estación completa. Las estacas de referencia deberán colocarse en lugares que probablemente no deban sufrir transformación debido a las operaciones de construcción. Donde sea posible hacerlo, lo preferible es que se las coloque a una distancia uniforme de la estaca de talud, tal como 5 metros o más según lo justifiquen las condiciones del terreno y de la construcción. Este procedimiento facilita la localización de la estaca de referencia y el volver a colocar la estaca de talud cuando es necesario hacerlo.*

*Un método reconocido y a menudo utilizado de poner marcas en las estacas de referencia es que, del lado opuesto al que da hacia la calzada, se anote toda la información que aparece indicada en la cara de la estaca de talud que ve hacia la calzada, y también encerrada en un círculo, la distancia que separa la estaca de referencia de la estaca de talud. En la cara de la estaca de referencia que ve hacia la calzada deberán anotarse:*

1. *El número de la estación*
2. *Las letras R.P.*
3. *La cantidad de corte o terraplenado desde la elevación de la estaca de referencia hasta el mismo punto al que se refiere la estaca del talud (berma o fondo de la excavación)*
4. *La distancia horizontal desde la estaca de referencia hasta la línea central*

**J- ESTACONES Y TACOS DE ACABADO.** *Cuando se ha terminado la nivelación aproximada de la subrasante, el Contratista colocará estacas de acabado en el borde de la subrasante o cerca del mismo, a distancias apropiadas que permitan el correspondiente control de acabado de vía y la colocación de materiales de subbase y base. El intervalo normal en un terreno fácil es de 20 metros y de 10 metros en un terreno irregular. Las estacas de acabado pueden ser "estacones" o del estilo "taco azul".*

*Los "estacones" se clavan a un lado de la calzada (en la orilla cuando se trata de tramos de relleno y en la pendiente del corte en los tramos de corte), a una distancia conveniente de la línea central y a elevaciones arbitrarias. Deben colocarse en ángulos rectos con la línea central en las tangentes y en líneas radiales en las curvas. En declives pronunciados, un estacón colocado en el lado opuesto de la calzada, ayuda a que se*

*asegure la exactitud al prolongar las rasantes para el control de campo. Después de trazar los niveles sobre los "estacones" se marcan las distancias de desplazamiento de la línea centro, "los cortes" y los rellenos sobre los "estacones". Al usar "estacones" para control de campo, es necesario hacer referencia a la pendiente correspondiente, ensanchamiento y datos de super-elevación.*

*Los tacos azules se colocan generalmente a cada lado de la subrasante a una distancia uniforme (más el ensanchamiento) de la línea centro y se les clava la elevación de la subrasante (o alguna altura uniforme por encima de ella).*

*Los tacos azules proporcionan un medio más conveniente para controlar las operaciones de acabado de la subrasante que los "estacones", pero corren más riesgo de ser desplazados o destruidos. Los "estacones" son más prácticos cuando han de utilizarse estacas de acabado para controlar los espesores de subbase y base. Además de comprobar el acabado de la subrasante.*

**K- REPLANTEO DE ALCANTARILLAS.** *En la línea central de la alcantarilla y a una distancia conveniente de los extremos de la misma deberán clavarse estacas, a una distancia suficiente para que queden fuera del proyecto de la excavación, pero, de todos modos, suficientemente cerca para que constituyan fáciles puntos de referencia. La estaca deberá contener las siguientes indicaciones:*

1. *Diámetro, longitud y tipo del tubo, tal como: 0,61 x 18,30 metros C. III*
2. *La cantidad de excavación o terraplenado desde la parte alta del taco hasta la pendiente hidráulica en el extremo del tubo o hasta el gradiente de la pendiente hidráulica del tubo, prolongada hasta el taco.*
3. *La distancia horizontal desde el taco hasta el extremo del tubo*
4. *La gradiente de la tubería, tal como: 5 ‰*

*Además de las estacas y tacos antes mencionados, puede encontrarse que es deseable proporcionarle al Contratista otras estacas más a lo largo de la línea central de la tubería, en las que se indique la cantidad de excavación o terraplenado hasta la pendiente hidráulica. Esto resulta particularmente deseable en terreno abrupto y cuando las alcantarillas tienen una longitud considerable.*

*Los cabezales de las alcantarillas deberán también señalarse con tacos, colocando un taco a cada lado de la alcantarilla y alineadas las dos con el frente del muro de cabecera.*

*Los canales de entrada y salida de las alcantarillas deberán señalarse con suficientes estacas para que se asegure su construcción correcta y para que se proporcionen datos adecuados para la determinación de cantidades a pagar.*

**L- REPLANTEO DE ESTRUCTURAS MAYORES.** *La Subsección 105.09 del CR-77 dispone que el único replanteo con estacas, obligatorio para el Ingeniero, respecto a puentes, alcantarillas, etc. es el que resulte necesario para establecer líneas de referencia*

*y bancos de nivel. Sin embargo a discreción del J.O.C.R., los Ingenieros de Proyecto pueden proporcionar más replanteo con estacas.*

*Además de los requisitos arriba citados, el Ingeniero de Proyecto deberá establecer, respecto a puentes y alcantarillas de cuadro, referencias en la línea centro de los frentes de los bastiones, en la línea centro de las pilas, en la línea centro de un grupo de pilotes o de líneas de pilotes y en las caras verticales de los aletones. Para los muros de contención o estructuras de tipo similar, el Ingeniero de Proyecto deberá aportar el control adecuado de línea y declive para el tipo aceptado de estructura.*

*M- REPLANTEOS DIVERSOS. El Ingeniero de Proyecto deberá disponer la colocación de estacas suficientes para el control adecuado de todas las estructuras y construcciones adyacentes, no comprendidas entre las antes enumeradas. Cuando se coloquen las estacas para estos trabajos, el Ingeniero de Proyecto deberá cerciorarse de la bondad de los métodos propuestos por el contratista y habrá de establecer sus controles de modo que las estacas no resulten destruidas debido a las operaciones del contratista.*

#### **Sección 5.05 CONTROLES PERMANENTES DE LA TOPOGRAFIA**

*A- REQUISITOS GENERALES. En todos los proyectos de carreteras, se establecerán controles permanentes del terreno y constancias adecuadas de los mismos. Son necesarios controles tanto horizontales como verticales.*

*El control horizontal se logra con mojones de referencia respecto a la línea central y/o mojones de derecho de vía. El control vertical se obtiene estableciendo bancos de nivel permanentes. Todos los mojones, señales y bancos de nivel deberán quedar anotados en las libretas adecuadas de la obra y se les indicará en los planos de la construcción ya hecha.*

*A título de orientación se sugieren, para el establecimiento de estos controles, los métodos enumerados a continuación. Los Directores Regionales expedirán más instrucciones detalladas, a medida que se las considere necesarias, para utilizarlas en sus regiones respectivas.*

*B- CONTROL HORIZONTAL. El control horizontal se obtiene colocando señales permanentes de referencia respecto al emplazamiento de la calzada y del derecho de vía. Los dispositivos señaladores para control de la alineación reciben el nombre de "mojones de referencia". Los dispositivos señaladores referentes al trazado del derecho de vía, reciben la adecuada denominación de "mojones de derecho de vía".*

*Normalmente, los mojones de derecho de vía los proporcionará e instalará el contratista tal como se dispone en la Sección 623 del CR-77. Si han de colocarse por las cuadrillas de topografía de la D.O.P., el Director Regional expedirá instrucciones detalladas para dicha colocación.*

*Normalmente, los mojones de referencia los colocan las cuadrillas de topografía de la D.O.P. Deben sobresalir aproximadamente 10 cm, por encima de la superficie del suelo, salvo en los lugares en que la superficie esté cultivada y sujeta a siega, en cuyos casos deberán colocarse al ras de la superficie del suelo. Cuando el suelo sea de roca maciza, los discos pueden colocarse en agujeros abiertos con barrena de cruz. El disco*

*deberá ser de metal estampado e indicará el año en que se colocó y el número de la estación del punto de la línea central al que se hace referencia.*

*Para referencia de un punto de teodolito, deberán colocarse en una línea perpendicular a la línea de centro, un par de mojones cada uno de ellos colocados a cada uno de los lados de la línea centro, donde sea posible hacerlo. Son preferibles distancias uniformes desde la línea central. Sin embargo, en terreno abrupto se les puede colocar a cualquier distancia conveniente. La descripción del mojón y las distancias exactas referentes al mismo se anotarán en libretas de campo y se les indicará en los planos de la obra ya construida.*

*Los mojones de referencia deberán colocarse en combinación para que localicen dos puntos contiguos de teodolito, tales como los dos extremos de una tangente. (Pueden ser también necesarias referencias intermedias, puesto que los mojones no tienen valor alguno si cada uno de los puntos de referencia no se alcanza a ver desde el otro). En cada extremo de un proyecto deberá colocarse un conjunto de mojones y también en tangentes largas adecuadas, cerca de cada extremo del proyecto. También deberán colocarse otros juegos más a todo lo largo del proyecto, a intervalos de 1 a 3 kms. según la sinuosidad del trazado. Pueden también colocarse mojones en puntos de inflexión o en puntos de transición de espirales, o en puntos de inflexión de curvas cuando, a juicio del Ingeniero, estos mojones van a servir para algún fin útil.*

**C. CONTROL VERTICAL.** *El control vertical se obtiene estableciendo bancos de nivel permanentes. Para este fin pueden utilizarse los mojones de referencia o de derechos de vía, o bien establecerse bancos de nivel independientes. Se les puede establecer en estructuras de hormigón o de mampostería, o puede establecerse independientemente, del mismo modo en que se establecen los mojones de referencia. Los bancos de nivel deberán ser fácilmente accesibles, fáciles de ver desde el firme y colocados a una elevación que permita su uso con una mira corriente.*

*Para colocar un disco en roca maciza o en una base previamente construida de hormigón o mampostería, se barrena un agujero que retire suficiente hormigón o roca para que el disco encaje en el avellanado de la boca del agujero, de modo que quede al ras con la superficie. A continuación se rellena el agujero con cemento puro, se coloca el disco en su lugar apretándolo contra el suelo, y se le quita el cemento sobrante. En cuanto sea posible, el estampado de los discos deberá hacerse antes de colocarlos. Cualquier estampado que haya de hacerse después de la colocación de los discos, habrá de suspenderse hasta que el cemento esté totalmente fraguado y curado.*

*Los bancos de nivel deberán tener estampados el año y una denominación constituida por el número del camino o carretera y el número del banco separados por un guión. Cuando la construcción se lleva a cabo mediante cierto número de proyectos consecutivos, los bancos habrán de estar numerados en orden consecutivo en todo el camino y no solamente respecto a uno de los proyectos.*

*Si la altitud del banco de nivel se ha determinado basándola en un banco de nivel aceptado, ya existente, con este dato conocido y seguro, se estampará también en el disco la altitud con aproximación al centímetro más cercano. Si se ha utilizado un dato conjeturado, no se estampará la altitud en el disco.*

*Todos los bancos de nivel deberán anotarse en las libretas de la obra y deberá indicárseles en los planos del proyecto ya construido. Estas constancias deberán indicar el orden*

*de precisión de la nivelación. En las libretas de campo deberán anotarse descripciones completas de los bancos de nivel, en las que se incluirá su relación con los rasgos topográficos naturales y con las estructuras artificiales.*

**D- REINSTALACION DE MARCAS TOPOGRAFICAS PUESTAS POR OTROS ORGANISMOS.** *Tan pronto como se hace manifiesto que las operaciones de construcción exigirán el desplazamiento de alguna marca de control horizontal o vertical de topografía puesta por cualquier otro organismo, el Ingeniero de Proyecto deberá dar notificación de la señal y un dibujo del disco. La División de Obras Públicas dará instrucciones especiales para el procedimiento práctico que habrá de seguirse al reinstalar la señal, y el organismo interesado suministrará un nuevo disco estampado que indique que se le ha cambiado de lugar.*

#### **Sección 5.06 CALCULO DE LA LONGITUD DEL PROYECTO**

**A- DISPOSICIONES GENERALES.** *Es necesario que en los registros permanentes de la División de Obras Públicas, figure la longitud exacta de todos los proyectos, calculada al milésimo del kilómetro (metro) más aproximado (tres cifras decimales) a lo largo de la línea centro de la calzada. El Ingeniero de Proyecto deberá preparar una tabla de cálculo de la longitud y la tendrá lista para cuando el proyecto quede terminado.*

*En la mayoría de los casos, la longitud total de un proyecto habrá de ser la distancia entre las estaciones inicial y final, menos las longitudes de cualesquiera tramos específicamente excluidos del proyecto.*

*Para las carreteras de dos o más carriles sin división, la longitud se calculará basándola en la línea central. Respecto a las carreteras divididas, en las que la anchura de la franja central es constante, la longitud se calculará siguiendo la línea media de esta franja (o caballón) central. Respecto a las carreteras divididas cuya franja central sea de anchura variable, la longitud total será el promedio de las longitudes de los dos firmes, calculada con base en sus respectivas líneas centrales.*

*Aunque el Director Regional debe dar instrucciones datalladas, para la medición de la longitud del proyecto, los párrafos que siguen comprenden instrucciones generales para la determinación de la longitud de ciertos tipos de construcción.*

**B- PROYECTOS DE DESMONTE Y LIMPIEZA.** *La longitud se medirá de modo continuo a lo largo de la línea centro, sin deducciones para estructuras propuestas ni por partes en las que el desmonte no sea necesario, salvo que los planos o las disposiciones especiales indiquen partes a las que debe excepciones, solo dejarán de incluirse la estación inicial, todas las ecuaciones de estaciones y la estación final.*

**C- PROYECTO DE NIVELACION.** *Para los fines de determinación de la longitud del proyecto, esta clasificación incluye los proyectos sólo para nivelación, así como los proyectos que incluyen la subbase y base, el recubrimiento superficial y/o estructuras mayores.*

*Cuando un proyecto está constituido por un tramo (o tramos) de nivelación nueva, más el acabado superficial de la nueva nivelación y de algo de un antiguo camino, las*

*longitudes se calcularán por separado como longitud de nivelación y longitud de acabado superficial. No se hará resta alguna por estructuras cuya longitud sea de 6 metros o más corta.*

*Cuando en un proyecto de nivelación se deja una excepción para una estructura a construirse más tarde bajo contrato por separado, la longitud se calculará hasta las estaciones en las que termine el firme completo. Más tarde cuando se hagan los rellenos de acceso relacionados con la construcción de la estructura, en la relación referente a esta estructura se incluirán las longitudes de estos accesos y se las señalará claramente como longitud de nivelación, independientes de la longitud de la estructura.*

**D- PUENTES.** *Un puente es cualquier estructura que tenga más de 6 metros de longitud, medida a lo largo de la línea centro de la calzada, del modo siguiente:*

- 1. Tratándose de estructuras de una sola luz, de fondo de bastión a fondo de bastión, o entre los dos cortes de pavimento.*
- 2. Tratándose de estructuras de luces múltiples, del fondo de un bastión al fondo del otro, o entre cortes del pavimento, incluyendo el espesor de todas las pilas o soportes intermedios.*
- 3. Tratándose de estructuras con voladizo, de límite exterior de la losa del puente.*
- 4. Tratándose de arcos de un solo tramo o luz, desde el fondo de un bastión al fondo del otro, medido en las líneas de arranque.*
- 5. Tratándose de arcos de varios tramos, del fondo de un estribo al fondo del otro, medido desde las líneas de arranque e incluyendo el espesor de todas las pilas y tímpanos intermedios.*

*Las estructuras tipo viaducto parcial de anchura variable, que no se extienden a toda la anchura de la calzada, se considera que se las ha construido en lugar de terraplenes y muros de retención. Por lo tanto, no se clasifican como puentes.*

*Cuando una calzada pasa por encima de otra carretera o de una vía de ferrocarril, la estructura para salvar el declive se considera que es un puente (si su longitud es mayor de 6 metros), calculada como arriba se ha indicado. Cuando una calzada pasa por debajo de otra carretera o de una vía de ferrocarril, no se indica longitud alguna de puente, y la longitud del declive se calcula ininterrumpidamente a lo largo de la estructura.*

**E- BIFURCACIONES EN Y.** *Cuando se da la relación de longitud de un proyecto en el que hay alguna bifurcación en Y, una de las ramas de empalme del proyecto con otro camino o carretera se indicará como línea principal, habida cuenta de la relación del camino con el sistema general de carreteras y de la corriente habitual de tráfico en las inmediaciones.*

*Las bifurcaciones especiales o las rotondas para el tránsito deberán someterse a la Dirección General de Vialidad para que haga un cálculo. Debe obtenerse también la conformidad de la Dirección Regional, ya que la misma tiene la responsabilidad de que se mantengan las longitudes oficiales de los diversos sistemas.*

**F- RAMALES O DESVIACIONES.** *Las líneas ramales o desviaciones que salen del camino principal hasta llegar a algún punto panorámico o de interés público, deberán enumerarse por separado cuando formen parte de un proyecto, pero no sean parte de la longitud del camino oficial. En algunos casos, los ramales son parte oficial de un camino y la construcción de los mismos ha de incluirse en la longitud de la línea del camino principal.*

**G- EMPALMES.** *En muchos casos se hace necesario incluir en la obra de un proyecto un empalme rectificado con alguna obra del camino terminada anteriormente, o un empalme temporal con algún tramo sin mejorar del camino. Siempre que se haga un empalme que corrija el trazado o cambie materialmente el declive o el tipo de superficie de un tramo anteriormente construido del camino, la longitud de este empalme deberá incluirse en la longitud oficial del nuevo proyecto. Cuando se hace un empalme temporal a un tramo sin mejorar del camino, la longitud de este empalme no habrá de quedar incluida en la longitud oficial del proyecto.*

**H- TUNELES.** *La longitud de un túnel habrá de indicarse como la distancia de un frente a otro de las entradas, en la línea central del techo. Esta longitud no es, forzosamente, la que deba pagarse del túnel. Cuando las entradas no implican construcción alguna, la longitud se medirá a lo largo de la línea central del techo, entre las intersecciones de la línea central del techo con la excavación de la entrada, según se haya replanteado.*

**I- PROYECTO DE ACABADO DE SUPERFICIE.** *La longitud indicada respecto a los proyectos de acabado de la superficie, será solamente la parte del camino a la que realmente se le haya dado un acabado de la superficie. Cuando las calzadas de puentes se recubran con piedra o con capas bituminosas, su longitud deberá hacerse constar por separado.*

## **CAPITULO 6**

### **CONTROL DE MATERIALES**

<b>SECCION</b>	<b>TITULO</b>	<b>PAGINA</b>
<b>6.01</b>	<b><i>Generalidades</i></b>	<b>6- 1</b>
<b>6.02</b>	<b><i>Fuentes de Materiales</i></b>	<b>6- 2</b>
<b>6.03</b>	<b><i>Muestras y Pruebas</i></b>	<b>6- 3</b>
<b>6.04</b>	<b><i>Aparatos Pesadores y Laboratorios de Campo</i></b>	<b>6- 7</b>
<b>6.05</b>	<b><i>Almacenamiento y apilado de materiales</i></b>	<b>6- 7</b>
<b>Anexo 6.03-A</b>	<b><i>Programa Guía para Muestreo y Pruebas</i></b>	<b>6- 9</b>
<b>Anexo 6.03-B</b>	<b><i>Lista de Magnitud de las Muestras de Materiales</i></b>	<b>6-12</b>
<b>Anexo 6.05-A</b>	<b><i>Almacenaje de Agregados en Montones</i></b>	<b>6-16</b>

### Sección 6.01 GENERALIDADES

*Este capítulo trata de los requisitos generales del control e inspección de materiales. En el Capítulo 10 se encuentra la demás información referente a la inspección de materiales para partidas específicas de la construcción.*

*Las especificaciones generales disponen que, antes de que se les incluya en la obra, todos los materiales se someterán a inspección, prueba y aceptación por el Ingeniero. Los requisitos específicos de todos los materiales, aparecen enumerados en las especificaciones generales, las disposiciones especiales y los planos. El MNP 01-6.70 establece políticas, procedimientos y orientaciones para el muestreo y prueba de materiales.*

*Los materiales que se incluyen en los trabajos de carreteras son de dos clases: productos manufacturados a escala industrial (tales como tubos de alcantarillas, acero de refuerzo, pintura, etc.) que el Contratista adquiere y transporta hasta el lugar para incluirlos en la obra, y materiales (tales como agregados triturados, mezclas bituminosas para el pavimento, hormigón, etc.) que el Contratista produce al pie de la obra. Algunas pruebas de materiales producidas en el sitio, las hará personal del proyecto en el laboratorio de campo o regional. Otras se harán en el Laboratorio Central con muestras enviadas por el Ingeniero de Proyecto.*

*Antes de que se ponga en marcha la construcción, el J.O.C.R. notificará por carta al Ingeniero de Proyecto la cantidad de muestreos y pruebas que se espera se hagan en el campo, junto con información respecto a las inspecciones que se necesitarán en lo referente a materiales producidos industrialmente. El J.O.C.R. hará también los arreglos necesarios con el Laboratorio Central, para que lleve a cabo las pruebas necesarias de laboratorio de los distintos materiales, e indicará al Ingeniero de Proyecto adónde y cómo habrá de enviar las muestras.*

*Lo antes posible, el Ingeniero de Proyecto deberá pedir al Contratista que le proporcione por escrito una lista de todas las fuentes de materiales que se propone utilizar en el proyecto. Estas fuentes deberán darse a conocer inmediatamente al J.O.C.R., para que pueda hacer los arreglos necesarios para las pruebas de tales materiales.*

*Es responsabilidad del Ingeniero de Proyecto cuidar de que todos los materiales que se utilicen en la obra estén aprobados y cumplan con las especificaciones. Deberá revisar la exactitud y lo completo de todos los informes de pruebas, ya sea las que se hayan realizado en la obra o por el Laboratorio Central. Cuidará de que todos los materiales producidos industrialmente que se envíen al proyecto, vayan acompañados de resultados o certificaciones de pruebas numéricas referentes a la conformidad con las especificaciones, y de que el personal del proyecto los revise materialmente en el momento de la entrega.*

*Cuando sea necesario y cuando así lo solicite el Director Regional, el J.O.C.R. hará una asignación especial de ayuda (durante períodos limitados) al Ingeniero de Proyecto, con el fin de que organice sus pruebas de campo, verifique el equipo para pruebas, calibre las instalaciones para mezcla en caliente, determine las mezclas de hormigón o le ayude en cualesquiera otros problemas de materiales.*

## Sección 6.02 FUENTES DE MATERIALES

*En el CR-77 se dispone que el Contratista puede surtir los materiales de fuentes "señaladas" o de "fuentes proporcionadas por el Contratista".*

*A- FUENTES SEÑALADAS.. Cuando en los planos aparezcan señaladas posibles fuentes locales de materiales y se las describa en las disposiciones especiales, la calidad de los materiales habrá de ser en general aceptable, pero el Contratista está obligado a decidir por sí mismo la cantidad de equipo y de trabajo que se necesitará para la producción de materiales de acuerdo con las especificaciones.*

*La falla de que las fuentes señaladas proporcionen una cantidad adecuada de material constituye a menudo la base de reclamaciones del Contratista contra el Gobierno. Estas situaciones son a menudo resultado de investigaciones preliminares inadecuadas o deficientes.*

*Las fuentes señaladas se identificarán como fuentes Tipo A o Tipo B, o fuentes de Préstamo Caso 1. Cualquiera que sea el tipo de la fuente, el Contratista tendrá que pagar cualesquiera cargos que se hagan por regalías, cuando los mismos aparezcan establecidos en las disposiciones especiales. El Contratista puede optar por la obtención de materiales en fuentes distintas a las de Tipo A o Tipo B, siempre que el material cumpla con las especificaciones, que el Ingeniero de Proyecto dé su aprobación previa (esto reclama, por lo general, tener la anuencia del Laboratorio Central) y que el Contratista asuma todos los gastos y responsabilidades para la obtención de este material. Los Préstamos Caso 1 se obtendrán de acuerdo con las disposiciones para las fuentes Tipo A, con la salvedad de que se exigirá del Contratista que utilice las fuentes indicadas en los planos o en las disposiciones especiales. A continuación se expone cuáles son las fuentes de Tipo A y Tipo B.*

- 1. FUENTES "TIPO A". Cuando en los planos o las disposiciones especiales se indica este tipo de fuentes de materiales, el Gobierno garantiza la cantidad de material aceptable en el tajo, y, si resultare que el tajo designado no contiene una cantidad suficiente de material satisfactorio, el Gobierno proporcionará otra fuente. Definitivamente, las fuentes Tipo A se señalarán solamente, cuando investigaciones preliminares hayan indicado que dentro de las extensiones designadas de la misma, existe una cantidad adecuada de materiales apropiados.*

*Al Contratista se le indemnizarán los costos más altos en que haya incurrido para la obtención de materiales procedentes de una nueva fuente, si la fuente Tipo A llegare a fallar. Esta indemnización adicional puede incluir el costo del traslado e instalación del equipo, los acarreo adicionales y costos adicionales, si los hubiere, para la producción y colocación del material. Esto no quiere decir que el Gobierno asuma la responsabilidad de las operaciones del Contratista en la fuente señalada. El Contratista es responsable de la producción de un material que se ajuste a los requisitos de granulometría y plasticidad. Por otra parte, no puede cambiar, valiéndose de ningún método u operación, características tales como: consistencia, abrasión o resistencia al desgaste del agregado, ni tampoco la cantidad del tajo. Por lo tanto, estas responsabilidades las asume el Gobierno. El cambio de tajos y cualquier costo adicional implicado se incluirá en una orden de modificación aceptada por el Contratista. Si no hay modo de llegar a un acuerdo respecto a precios unitarios, el trabajo puede llevarse a cabo con base en Trabajos a Costo más Porcentaje.*

*La Subsección 106.06 (a) del CR-77 dispone que el Ingeniero de Proyecto puede ordenar la obtención de material de cualquier parte de una cantera (de una fuente señalada) y puede rechazar como no aceptables otras partes de dicha cantera. Antes de que se autorice al Contratista a que acuda a una nueva fuente, debe ponerse extremado cuidado en cerciorarse de que todo el material adecuado disponible se consigne en una fuente Tipo A. Los cambios de formaciones en los tajos y otros factores que afectan la producción no servirán de motivo para que se abandone el tajo cuando pueda producirse material aceptable dentro del concepto original de la partida, tal como se indicó en el pliego para la licitación. Si una cantera aparece indicada como fuente de más de un tipo de material, posiblemente se encuentren circunstancias en que una parte de la cantera o tajo es adecuada como fuente de material pero no como fuente de otro. El Ingeniero de Proyecto deberá dar instrucciones al Contratista para que éste lleve a cabo sus operaciones, de tal modo que se asegure que el material más adecuado para un fin determinado, será el que se utilice en el mismo. Si el Contratista hace caso omiso de estas instrucciones y/o gasta el material destinándolo a fines distintos a aquéllos para los que está destinado, el Gobierno no asumirá la responsabilidad de ningún costo adicional que pueda ser resultado de este uso inadecuado del material.*

2. *FUENTES "TIPO B". Cuando aparece indicado este tipo de fuente de materiales, el Gobierno no asume responsabilidad de ninguna especie en lo que se refiere a cantidad de material aceptable presente en la cantera. Es responsabilidad exclusiva del Contratista hacer cualquier investigación que le satisfaga respecto a la disponibilidad de material aceptable. Al exponer el proyecto a los posibles licitadores, debe de hacerseles ver claramente que estos tajos se indican solamente con fines de información; que se ha puesto mucho cuidado al proceder a cualesquiera investigación del subsuelo; que el gobierno asume solamente la responsabilidad por el derecho de entrada y la seguridad en la exactitud de los registros físicos de cualquier información del subsuelo, y que cualesquiera cargos y regalías habrá de pagarlos el Contratista. Si la cantidad de material aceptable de cualquier fuente Tipo B resultare inadecuada, el Contratista tendrá que surtir materiales que cumplan con las especificaciones, procedentes de otras fuentes y sin ningún costo adicional para el Gobierno, cualquiera que sea el costo para el Contratista.*

*B- FUENTES PROPORCIONADAS POR EL CONTRATISTA. Salvo respecto a préstamos Caso 1, el Contratista puede surtir materiales de fuentes distintas a las señaladas, siempre que el material cumpla con las especificaciones, que el Ingeniero de Proyecto de su aprobación previa (esto exige por lo general la anuencia del Laboratorio Central) y que el Contratista asuma toda la responsabilidad y los gastos por la obtención del material, inclusive los costos de exploración y muestreo. El Gobierno tomará para sí el costo de tratar las muestras, para determinar la idoneidad del material. Salvo disposiciones en contrario indicadas en los planos o en las disposiciones especiales, los Préstamos Caso 2 se obtendrán de "fuentes proporcionadas por el Contratista".*

### **Sección 6.03 MUESTRAS Y PRUEBAS**

*A- METODOS PARA MUESTREO Y PRUEBAS. Los métodos de muestreo y pruebas deberán de cumplir con los requerimientos de las especificaciones AASHTO, ASTM u*

*otras publicaciones técnicas sobre métodos específicos de muestras y pruebas. Estas especificaciones están indicadas en el CR-77 y deben ser conocidas por el Ingeniero de Proyecto.*

*Es imperativo que las muestras oficiales las saquen solamente empleados calificados de la División de Obras Públicas.*

*Cuando las disposiciones especiales exigen métodos estadísticos de muestreo, de pruebas y de aceptación de materiales y calidad del trabajo, o cuando se dispone que los procedimientos de muestreo han de ser aleatorios o que deban hacerse análisis estadísticos de los resultados de las pruebas, la Subdirección de Construcción dará instrucciones para orientación del Ingeniero de Proyecto.*

**B- CLASES DE MUESTRAS Y PRUEBAS.** *Es obligación del Ingeniero de Proyecto cuidar que las muestras para el control del proyecto, se saquen y se prueben con los requisitos de las especificaciones y con la finalidad del MNP 01-6.70. Como parte de esta responsabilidad, el Ingeniero de Proyecto tiene que evaluar la idoneidad del muestreo y de las pruebas preliminares para la clasificación del suelo así como la relación humedad-densidad, la evaluación del subsuelo, la calidad de los agregados, etc. y cuidará también de que se saquen y prueben un número suficiente de muestras complementarias.*

*EL J.O.C.R. mantendrá informado al Ingeniero de Proyecto acerca de la asignación de personal y de las responsabilidades del registro de muestreo y pruebas. Es responsabilidad del Ingeniero de Proyecto informar al personal del registro de muestreo acerca del momento en que cada fase de la construcción es la adecuada para el muestreo destinado al registro.*

*El J.O.C.R. asignará la responsabilidad (normalmente al Ingeniero de Proyecto) de la rápida comprobación entre los resultados de las pruebas realizadas por el Laboratorio Central y los resultados de las pruebas efectuadas por el Laboratorio Regional. Para que se asegure una rápida comprobación, es esencial que los resultados numéricos de las pruebas realizadas por el Laboratorio Central, se envíen rápidamente al Ingeniero de Proyecto. Se recomienda que, para que quede registrada la comparación, se utilicen gráficos de control parecidos a los que se usan en el Laboratorio Central.*

*Es obligación del personal de muestreos para el registro y del Ingeniero de Proyecto que conozcan cabalmente los requisitos del muestreo y de las pruebas para el registro, poniendo particular atención a lo siguiente:*

- 1. La finalidad de las muestras y pruebas para el registro (MNP 01-6.70).*
- 2. Observar los requisitos de frecuencia de la obtención de muestras para el registro, indicadas en el Anexo 6.03-A. Programa Guía para Muestreo y Pruebas.*
- 3. Necesidad de que se saquen muestras para el Laboratorio Central en, aproximadamente, los mismos lugares y en el mismo momento del proceso de producción en que se saquen las muestras para el Laboratorio Regional, para que así puedan hacerse comparaciones significativas.*

4. *Importancia del establecimiento de un procedimiento sistemático para la rápida comparación de los resultados obtenidos en el Laboratorio Central, con los obtenidos en el Laboratorio Regional.*

*C- PUNTO EN EL QUE SE HAN DE SACAR LAS MUESTRAS. Tal como se dispone en la Subsección 106.03 del CR-77, todos los materiales que se utilicen están sujetos a inspección, pruebas o segundas pruebas, y también a rechazo en cualquier momento antes de que se incorporen a la obra. Cuando en las especificaciones generales o en las disposiciones especiales se especifique cuál sea el punto para la aceptación, las muestras para el control del proyecto, habrán de sacarse en aquel punto determinado. Salvo disposición en otro sentido, las muestras de control de agregados, se toman de la cantera o del apilamiento y de agregados tratados, han de sacarse en un punto situado inmediatamente antes de que se les mezcle con otros materiales o trate de modo que sus características cambien.*

*D- REGISTROS E INFORMES DE MATERIALES. Al asignársele a un proyecto de construcción, el Ingeniero de Proyecto obtendrá en la Oficina Regional copias de los resultados de: pruebas, perfiles del suelo, croquis de tajos y permisos u opiniones de uso de fuentes de materiales, así como de todos los demás datos preliminares aplicados a los materiales para el proyecto.*

*El Ingeniero de Proyecto tiene la obligación de llevar en la oficina del proyecto un expediente de todas las pruebas hechas, tanto en el Laboratorio Regional como en el Laboratorio Central, en el que se indique la calidad de todos los materiales entregados al proyecto y utilizados en la construcción. Todos los informes de pruebas deberán indicar la fuente de las muestras, la cantidad representada, dónde y cuándo se procedió al muestreo, quién lo hizo, así como la índole de las pruebas. El registro deberá indicar si el material representado por las muestras del Laboratorio Central fue aceptado o rechazado.*

*Tal como se dispone en la Subsección 106.03 del CR-77 se proporcionarán al Contratista, si así lo solicita, copias de los informes de las pruebas.*

*A discreción del J.O.C.R., el Ingeniero de Proyecto presentará un informe mensual en el que se enumerarán todos los tipos de materiales recibidos, producidos y utilizados en la construcción y/o probados durante el periodo. El informe deberá tratar, particularmente, los materiales producidos en la obra. De todos modos, la recepción de materiales producidos o fabricados a escala comercial tiene la misma importancia y deberá incluirse en el informe, para que complete el expediente y para utilizar el registro como referencia relativa a cualesquiera datos de pruebas previas que figuren en el expediente. Si durante el periodo no se hubiesen recibido materiales ni se hubieran hecho pruebas, el informe presentado deberá contener una nota que así lo indique.*

*Se recomienda que el Ingeniero de Proyecto lleve resúmenes o gráficas de las pruebas de materiales o los que se someta a menudo a prueba. Estos resúmenes facilitarán el control de los materiales por el Ingeniero de Proyecto y proporcionarán el control de los materiales por el Ingeniero de Proyecto y proporcionarán una referencia conveniente, para una rápida y comprensiva revisión por parte del J.O.C.R. y la Dirección General de Construcción.*

*A cualquier muestra de material enviada al Laboratorio Central para su prueba, deberá unirse o incluirse, una colilla debidamente llenada.*

*Aunque el J.O.C.R. puede pedir más datos o informes, el historial de las operaciones de prueba de campo (en general) quedará comprendido en los informes o formas que se enumeran a continuación:*

- 1. Informes de pruebas diversas*
- 2. Hojas de trabajo de: análisis granulométrico, límite líquido (LL) y límite plástico (LP)*
- 3. Certificados de pintura*
- 4. Información que ha de acompañar el envío de muestras de materiales*
- 5. Informe de las pruebas de campo: materiales para hormigón*
- 6. Hojas de datos de las proporciones para el hormigón*
- 7. Muestra: cilindros de hormigón*
- 8. Informes de los chequeos de compactación de rellenos, subbase y base*
- 9. Cálculo de campo de los datos de compactación*
- 10. Informe de los materiales para la subrasante, subbase, base y pavimento*
- 11. Informe diario referente al recubrimiento superficial bituminoso mezclado en planta*
- 12. Informe diario referente a capa de imprimación, capa de sello o tratamientos superficiales*
- 13. Informe diario sobre el recubrimiento superficial bituminoso mezclado en camino*

*El Laboratorio Regional tiene la responsabilidad de llevar un registro de las fuentes de materiales y de las pruebas hechas para cerciorarse de que, en el momento en que el proyecto quede terminado, se hayan hecho todas las pruebas necesarias. Estos registros son esenciales para que corroboren la certificación de que los materiales han cumplido con las especificaciones.*

*E- EQUIPO DE LABORATORIO DE CAMPO. Dependiendo de la magnitud del proyecto y de las condiciones y requisitos del pavimento, se suministrará el equipo necesario para control en el campo, hasta donde sea posible.*

*Algunos controles de campo requieren equipo que por su instalación y operación, requieren de personal con mucha experiencia. Por tal motivo, cuando algunos ensayos*

*sobre materiales no pueden efectuarse en el campo, éstos se realizarán en el Departamento de Laboratorio de Materiales (Laboratorio Central).*

**F- PROGRAMAS GUIA PARA MUESTREO Y PRUEBAS.** *En general, el J.O.C.R. dispone la frecuencia con que deberán sacarse muestras para el control del proyecto, para lo cual establecerá los programas guía para muestreo y pruebas. Con el fin de fomentar la uniformidad presentamos en el Anexo 6.03-A un programa guía sugerido.*

**G- LISTA DE MAGNITUD DE LAS MUESTRAS.** *Como guía adicional para el Ingeniero de Proyecto en el Anexo 6.03-B, se sugieren las magnitudes de las muestras de diversos materiales que han de enviarse al laboratorio para su prueba.*

#### **Sección 6.04 APARATOS PESADORES Y LABORATORIOS DE CAMPO**

*Los requisitos referentes a aparatos pesadores se encuentran en las Subsecciones 106.05, 401.12 y 501.08 de las Especificaciones Generales CR-77.*

*Los requisitos para Laboratorios de Campo están en las Subsecciones 106.05 y 401.12 del CR-77.*

#### **Sección 6.05 ALMACENAMIENTO Y APILADO DE MATERIALES**

*Para almacenar y apilar materiales, así como para la instalación de equipo y aparatos del Contratista, pueden utilizarse partes debidamente aprobadas del derecho de vía. Cualquier otro espacio más que se necesite tendrá que aportarlo el Contratista a costa suya. Si para el almacenamiento se utiliza alguna propiedad privada, se necesita permiso por escrito del propietario o el arrendatario. Cualquiera que sea el emplazamiento de las zonas de almacenamiento o apilado, el Contratista es responsable de todos los materiales hasta que se les haya incluido en la obra.*

*Si en los planos y en las disposiciones especiales no aparece definido el emplazamiento de las pilas de agregados o el ordenamiento de grava por su tamaño, deberán tratarlo anticipadamente el J.O.C.R. y el Ingeniero de Proyecto. Son preferibles los lugares con buena exposición a la luz solar, puesto que dan por resultado un secado más rápido de los agregados. Las pilas de materiales deberán situarse de modo que aseguren el espacio adecuado para la instalación de aparatos y máquinas y su funcionamiento, así como el fácil acceso para camiones y equipo cargador.*

*Deberá evitarse la segregación de tamaños dentro de una misma pila y para ello el material se depositará, en capas sucesivas, sobre toda la extensión para el apilado. La pila debe conservarse plana y se evitará la formación de pilas altas en forma cónica.*

*El Anexo 6.05-A presenta ejemplos de modos correctos e incorrectos de apilado.*

*El Contratista tiene la responsabilidad primordial de la producción de una cantidad*

*suficiente de materiales, para que queden atendidas todas las necesidades del contrato. Sin embargo, si se producen y apilan materiales, pagaderos a base de su peso, para que más tarde los utilice un segundo contratista, el Ingeniero de Proyecto deberá hacer comprobaciones de peso de tales materiales por unidad de volumen, con el fin de determinar cuáles serán las cantidades apiladas que bastarán para la obra propuesta. Si los registros indican que los materiales apilados no habrán de bastar, el Ingeniero del Proyecto lo notificará así al Contratista, antes de que éste retire cualquier equipo de su instalación productora de materiales para el Proyecto.*

*Cuando el mismo Contratista haya de utilizar más tarde los materiales apilados, deberá notificársele que, salvo disposición en contrario que aparezca en el contrato, la aceptación definitiva de los materiales se basará en muestras sacadas inmediatamente antes de que se les mezcle con otros materiales o trate de tal modo que se alteren sus características.*

ANEXO 6.03A PROGRAMA GUIA PARA MUESTREO Y PRUEBAS

Hoja 1/3

MATERIAL	PRUEBA DE	GUIA DE FRECUENCIA		OBSERVACIONES
		CONTROL DE LAB. CENTRAL	COMPROBACION DE CAMPO	
EXCAVACION	Clasificación	1 por clase de suelo	1 por clase de suelo	
	Humedad - Densidad	1 por clase de suelo	1 por clase de suelo	Otra determinación más por cada cambio perceptible en el material
TERRAPLEN	Compactación		1 por cada 250 m	Inmediatamente después tendido y compactado
PRETAMOS	Clasificación	1 por 1,000 m	1 por 500 m de 2 carriles	
	Compactación		1 por cada 250 m	
SUB - BASE	Granulometría, LL e IP	1 por 2,000 m <sup>3</sup>	1 por 2,000 m <sup>3</sup>	En declive antes de compactación
	Compactación		1 por capa por 200 m	Inmediatamente después de colocado y compactado
	Tolerancia en rasante		1 por estación y por carril	Antes de la aprobación para construcción de base
	Calidad	1 por fuente y por año		Por el Laboratorio Central
BASE DE AGREGADO	Granulometría, LL e IP		1 por 200 m	En rasante antes de consolidación
	Compactación		1 por 200 m	Inmediatamente después de colocado y compactado
	Tolerancia en rasante		1 por estación y por carril	
ADITIVOS QUIMICOS PARA AGREGADOS DE LA CAPA DE ASIENTO Y MODIFICACION DE LA SUBRASANTE				Certificación del fabricante con cada envío

**ANEXO 603 A PROGRAMA GUIA PARA MUESTREO Y PRUEBAS**  
Hoja 2/3

6-10

MATERIAL	PRUEBA DE	GUIA DE FRECUENCIA		OBSERVACIONES
		CONTROL DE LAB. CENTRAL	COMPROBACION DE CAMPO	
AGREGADOS TRITURADOS	Calidad	1 por fuente por año		Por el Laboratorio Central
	Granulometría LL e IP	1 por 2,000 m <sup>3</sup>	1 por día	De las tolvas de la instalación de las pilas
	Caras fracturadas, trozos delgados y alargados, nocivos	1 por 2,000 m <sup>3</sup>	1 por día	De las tolvas de la instalación
RELLENO MINERAL	Granulometría y características generales	1 por 50 m <sup>3</sup>		
CEMENTO ASFALTICO Y EMULSIONES ASFALTICAS	Véase la sección 702 de CR-72			Muestreo y certificados de concordancia con la subsección 106.03 CR-77
MEZCLA	Granulometría	1 por 1,000 tons.	1 por día	
	% de asfalto	1 por 1,000 tons.	1 por día	
	Resistencia retenida	1 por 5,000 tons.		
	Estabilidad y flujo	1 por 1,000 tons.	2 por día	
	Tolerancias superficiales		continuas	
AGREGADO GRUESO	Calidad	1 por fuente y por año		Por el Laboratorio Central
	Granulometría	1 por 1,000 m <sup>3</sup>	1 por 1,000 m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO	Calidad	1 por fuente por año		Por el Laboratorio Central
	Granulometría M. F.	1 por 1,000 m <sup>3</sup>	1 por 1,000 m <sup>3</sup>	
	Materia orgánica	1 por 500 m <sup>3</sup>		
CEMENTO PORTLAND	Calidad	1 por proyecto		Por el Laboratorio Central

MATERIALES PARA PAVIMENTOS BITUMINOSOS  
MATERIAL PARA HOMIGON ESTRUCTUR.

## Hoja 3/3 ANEXO 6.03 A PROGRAMA GUIA PARA MUESTREO Y PRUEBAS

MATERIAL	PRUEBA DE	GUIA DE FRECUENCIA		OBSERVACIONES
		CONTROL DE LAB. CENTRAL	COMPROBACION DE CAMPO	
ACERO PARA REFUERZO	Calidad	1 por 200 tons.		Certificado del fabricante e informe de aceptabilidad (en cada envío)
AGUA		1 por fuente dudosa		
HORMIGON	Resistencia	4 cilindros por colada	4 cilindros por colada	Mínimo de 4 cilindros por colada de 10 metros cúbicos o más
	Aire y asentamiento		1 por cada 3 cilindros	
	Rendimiento, factor de cemento, peso unitario		1 por 50 m <sup>3</sup>	
ADITIVOS Y COMPUESTOS				Certificado del fabricante con cada envío
METAL Y ALUMINIO ONDULADOS	Véase la sección 707 de CR-77 y/o las disposiciones especiales			Certificado del fabricante e inspección de fabricación, o certificado del fabricante para cada envío
RECUBRIMIENTO ASFALTICO	Calidad			
HORMIGON ARMADO	Prueba de carga, prueba de absorción	1 de cada medida		O prueba de materiales e inspección del tubo fabricado
MADERA, POSTES, TABLONES, MADERA ESTRUCTURAL				Certificado de concordancia, por el productor con cada envío
SEMILLAS				Certificado por un laboratorio de semillas, reconocido para cada envío
FERTILIZANTE				
RELLENO P/JUNTAS				Certificado de concordancia por el productor con cada envío
GUARDACAMINOS, CER-CAS Y ARTIC. DIVERSOS				
RELLENO GRANULAR PARA SUBDRENAJE	Granulometría	1 por 200 m <sup>3</sup>	1 por cada 50 m <sup>3</sup>	Mínimo, 1 por proyecto

## Anexo 6.03-B LISTA DE MAGNITUD DE LAS MUESTRAS DE MATERIALES

Hoja 1/4

Como ayuda adicional o guía para el Ingeniero de Proyecto se da una lista de tamaños apropiados para las muestras de diferentes materiales que deben someterse al Laboratorio de Materiales para su análisis, se indica a continuación:

MATERIAL	PRUEBAS	TAMAÑO PARA MUESTRA DE LABORATORIO	PESO MINIMO PARA MUESTRA DE CAMPO
1) Suelos de Subrasante	LL, LP .....	2 Kg.	33 Kg.
	Compactación T-99 .....	7 Kg.	
	Compactación T-100 .....	7 Kg.	
	C.B.R. ....	14 Kg.	
	Graduación, incluyendo lavado	3 Kg.	
2) Préstamo de Material Selecto y Subbase	Graduación y lavado .....	23 Kg.	48 Kg.
	LL, LP .....	2 Kg.	
	C.B.R. ....	16 Kg.	
3) Capa de Base (Regular)	Graduación (incluyendo lavado 3 pruebas) .....	34 Kg.	91 Kg. (*)
	Pesos unitarios (muestra reusable) .....	12 Kg.	
	LL, LP .....	2 Kg.	
	Abrasión de L.A. ....	9 Kg.	
	C.B.R. ....	16 Kg.	
	(Agregado fino como ligante)	Graduación .....	
	LL, LP.....	2 Kg.	
	Tanteo en la confección de la mezcla .....	9 Kg.	
Adicional para el caso de base estabilizada	Compresión después de la inmersión .....	41 Kg.	41 Kg.
	Cemento o Cal .....	1 saco de 42	1/2 K.
4) Capas Bituminosas de desgaste (Preliminar)	Graduación y lavado .....	34 Kg.	102 Kg(**)
	LL y LP .....	2 Kg.	
	Abrasión L.A. ....	9 Kg.	
	Resistencia a la adherencia .....	0,5 Kg.	
	Compresión después de la inmersión (4 grupos) .....	55 Kg.	

NOTA(\*) Cuando se vayan a efectuar pruebas no solamente para usarlo como base sino como material para la superficie bituminosa, se requieren 175 Kg. en total.

Anexo 6.03 B  
Hoja 2/4

MATERIAL	PRUEBAS	TAMAÑO PARA MUESTRA DE LABORATORIO	PESO MINIMO PARA MUESTRA DE CAMPO
(Especial para agregados de recubrimiento)	Sanidad .....	5 Kg.	
(Pruebas de Chequeo)	Densidad, espesor (sin alterar)	De perforación u otra muestra adecuada	
	Extracción, Graduación	12 Kg.	12 Kg.
(Relleno Mineral)	Graduación .....	1 Kg.	4 Kg.
	Tanteo en la confección de la mezcla .....	3 Kg.	
Asfalto	Especificaciones .....	4 lt. cemento asfáltico 4 lt. (de emulsión, en un frasco de vidrio)	4 lt.  4 lt.
		GRUESO	FINO
5) Agregados para hormigón	Graduación incluyendo lavado	15 Kg.	1 Kg.
	Gravedad Específica y Absorción .....	5 Kg.	1 Kg.
	Sanidad .....	6 Kg.	3 Kg.
	Abrasión de L.A. ....	9 Kg.	
	Pesos Unitarios (Muestra Reusable) .....	30 Kg.	7 Kg.
	Mezclas de prueba por clase de Hormigón (3 de 50 Kg)	100 Kg.	50 Kg.
Cemento	Especificaciones	5 Kg.	5 Kg.
Agua	Especificaciones	4 Lts. (en un frasco de vidrio con tapón de hule)	4 lts.
6) Relleno permeable-filtro	Graduación, permeabilidad	12 Kg.	12 Kg.

Anexo 6.03 B  
Hoja 3/4

<b>MATERIAL</b>	<b>PRUEBAS</b>	<b>TAMAÑO PARA MUESTRA DE LABORATORIO</b>	<b>PESO MINIMO PARA MUESTRA DE CAMPO</b>
7) <i>Acero para refuerzo</i>	<i>Resistencia, elongación y doblamiento .....</i>	<i>2 varillas de 1,22 m. de long. de cada diámetro</i>	<i>2 varillas de 1,22 m. de long. de cada diámetro</i>
<i>Malla de alambre</i>	<i>Resistencia .....</i>	<i>Una pieza de 100cm.x100cm.</i>	<i>Una pieza de 100cm.x100cm.</i>
<i>Alambre o cordón de alambre</i>	<i>Resistencia, elongación .....</i>	<i>Un pedazo de 2 m. por cada rollo</i>	<i>Un pedazo de 2 m. por cada rollo</i>
8) <i>Tubo de acero corrugado</i>	<i>Galvanización (Spelter) .....</i>	<i>6 pedazos de 2 m. por cada rollo</i>	<i>6 pedazos de 6 cm<sup>2</sup>. (o área equivalente)</i>
9) <i>Tubos de hormigón para las alcantari-llas</i>	<i>Absorción .....</i>	<i>7 Kg.</i>	<i>7 Kg.</i>
10) <i>Pintura</i>	<i>Especificaciones .....</i>	<i>1 litro de cada clase</i>	<i>1 litro de cada clase</i>
11) <i>Aditivos especiales para curado</i>	<i>Especificaciones .....</i>	<i>1 litro</i>	<i>1 litro</i>
12) <i>Relleno para juntas de expansión (líquido)</i>	<i>Especificaciones .....</i>	<i>2 litros</i>	<i>2 litros</i>
<i>(premoldeado)</i>	<i>Especificaciones .....</i>	<i>Un trozo de 1,20 m. de largo por su ancho normal</i>	<i>Un trozo de 1,20 m. de largo por su ancho normal</i>

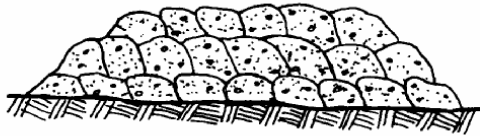
Anexo 6.03 B  
Hoja 4/4

<i>MATERIAL</i>	<i>PRUEBAS</i>	<i>TAMAÑO PARA MUESTRA DE LABORATORIO</i>	<i>PESO MINIMO PARA MUESTRA DE CAMPO</i>
<i>13) Guardacaminos</i>	<i>Especificaciones .....</i>	<i>Una viga de 3,70 metros</i>	<i>Una viga de 3,70 metros</i>
<i>Accesorios para guardacaminos</i>	<i>Especificaciones .....</i>	<i>Una pieza de cada tipo y un juego completo de tornillos para cada unión</i>	<i>Una pieza de cada tipo y un juego completo de tornillos para cada unión</i>
<i>14) Fertilizantes</i>	<i>Especificaciones .....</i>	<i>7 Kg.</i>	<i>7 Kg.</i>
<i>15) Cal Agrícola (piedra calcárea pulverizada)</i>	<i>Especificaciones .....</i>	<i>7 Kg.</i>	<i>7 Kg.</i>
<i>16) Cal hidratada</i>	<i>Especificaciones .....</i>	<i>7 Kg.</i>	<i>7 Kg.</i>

ANEXO 6.05 A

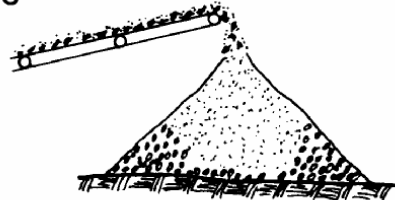
### ALMACENAJE DE AGREGADOS EN MONTONES

CARGAS DE CAMIONES



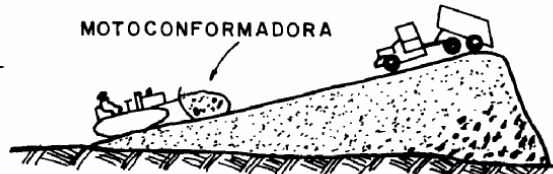
**CORRECTO**

Usense métodos en que se amontona el material en unidades por separado, y que no permite que los agregados rueden por la pendiente.



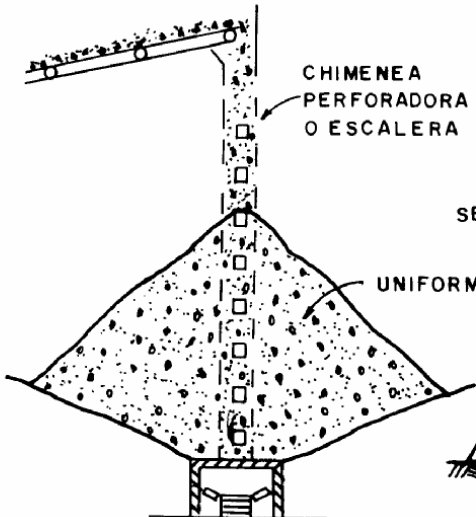
**INCORRECTO**

MOTOCONFORMADORA



Estos métodos permiten que los agregados rueden cuesta abajo.

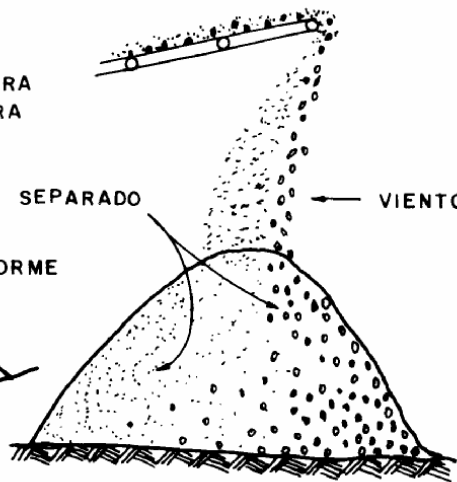
### ALMACENAJE INCONCLUSO DEL AGREGADO EN MONTONES



**CORRECTO**

CHIMENEA PERFORADORA O ESCALERA

UNIFORME



**INCORRECTO**

SEPARADO

VIENTO

## **CAPITULO 7**

### **RELACIONES LEGALES Y RESPONSABILIDAD ANTE EL PUBLICO**

<b>SECCION</b>	<b>TITULO</b>	<b>PAGINA</b>
7.01	<i>Leyes que deben ser observadas</i>	7- 1
7.02	<i>Permisos y licencias</i>	7- 2
7.03	<i>Disposiciones sanitarias</i>	7- 2
7.04	<i>Utilidad y seguridad pública</i>	7- 2
7.05	<i>Señales, barreras y otros dispositivos de control del tránsito</i>	7- 5
7.06	<i>Uso de explosivos</i>	7- 6
7.07	<i>Protección y restauración de la propiedad y del paisaje</i>	7- 6
7.08	<i>Apertura al tránsito de secciones del proyecto</i>	7- 8
7.09	<i>Responsabilidad del contratista por el trabajo</i>	7- 9
7.10	<i>Servicios públicos</i>	7- 9
7.11	<i>Violaciones en el derecho de vía de la carretera</i>	7-10
7.12	<i>Requisitos de seguridad en la construcción e informes de accidentes</i>	7-11

### **Sección 7.01 LEYES QUE DEBEN SER OBSERVADAS**

*La Subsección 107.01 del CR-77 exige que el contratista esté en todo momento plenamente informado de todas las leyes que tienen relación con el trabajo, y que las observe y cumpla. Para asegurar el cumplimiento por parte del Contratista, el Ingeniero de Proyecto tiene que estar igualmente familiarizado con las leyes pertinentes. El J.O.C.R. ayudará al Ingeniero de Proyecto a que obtenga la información más reciente respecto a todos los requisitos necesarios.*

*Una de las leyes más importantes son las leyes laborales. Todos los contratos contienen disposiciones referentes a tarifas de salarios, jornada de trabajo, pago por horas extras, etc. Todas estas disposiciones aparecen enumeradas en las disposiciones generales del contrato.*

*El contrato se considera vigente al ser aceptada la propuesta del contratista. Por lo tanto, incluso antes de que el contrato esté verdaderamente firmado, el Contratista no está en libertad de obrar a su antojo en lo que respecta a la mano de obra. El Ingeniero de Proyecto deberá llamar específicamente la atención del Contratista acerca de las disposiciones del contrato arriba mencionadas, haciendo particular hincapié en las penas por las violaciones a las disposiciones laborales y a la cláusula referente a retención de fondos por él devengados, para que aseguren el pago de los salarios indicados en el contrato. Informará a la Dirección Regional de cualquier violación y proporcionará la siguiente información a ser utilizada en los informes de violaciones a la Dirección de Asuntos Legales:*

- 1- *Nombre del contratista (y subcontratista, si lo hubiese).*
- 2- *Nombre de los empleados afectados por la violación y descripción del tipo de trabajo que ejecutan.*
- 3- *Referencia a la página y línea de las planillas de pago en que aparece el nombre del obrero mencionado .*
- 4- *La fecha y el total de horas de trabajo durante las cuales se produjo la violación.*
- 5- *Declaraciones de todas las partes interesadas, siempre que puedan obtenerse.*
- 6- *Cualquier medida que haya emprendido el Ingeniero de Proyecto.*

*El contratista está obligado a que proporcione al Ingeniero de Proyecto, dentro de los siete días siguientes después de la fecha regular de cada periodo de pago, una declaración en que indique que las planillas de pago están correctas y completas. Esta declaración deberá firmarla el contratista o subcontratista, o bien un funcionario o empleado autorizado por el contratista o subcontratista, que supervise el pago de salarios.*

*El contratista está obligado a presentar, junto con cada declaración, una copia de la planilla de cada periodo de pago. El contratista principal asume la responsabilidad de la presentación de copias de las nóminas de pago de todos los subcontratistas.*

### **Sección 7.02 PERMISOS Y LICENCIAS**

*Si el contratista desea cortar madera de un bosque nacional, parque nacional, u otro terreno público fuera del derecho de vía, o si el contratista desea construir caminos de acceso fuera de los límites de la construcción, o utilizar cualesquiera materiales para caminos, tales como préstamos, situados fuera del derecho de vía, deberá presentar al Ingeniero de Proyecto, para que éste la transmita al funcionario gubernamental correspondiente, una petición por escrito de tal permiso. La excepción a esta regla la constituye el hecho de que, en las especificaciones especiales, una fuente de materiales aparezca designada como fuente Tipo A o Tipo B. Cuando se consiga el permiso, el Ingeniero de Proyecto deberá enviarlo inmediatamente al contratista. Generalmente todas las tallas de árboles deberán hacerse bajo la supervisión del organismo responsable del área.*

*El contratista tendrá que establecer sus propios arreglos con los dueños de propiedades privadas por lo que se refiere a entrar en las tierras de los últimos y al pago de regalías, a pesar incluso de que la División de Obras Públicas haya obtenido alguna opción.*

### **Sección 7.03 DISPOSICIONES SANITARIAS**

*El Ingeniero de Proyecto deberá velar para que los campamentos del contratista sean higiénicos y se ajusten a las disposiciones del contrato, las leyes del Estado y otras reglas del Gobierno, y deberá cooperar plenamente con los funcionarios de los servicios de bosques nacionales, de parques nacionales y otros funcionarios públicos que tengan alguna relación con el asunto. Deberá prestar especial atención a los terrenos del campamento, y, si se hiciera necesaria alguna acción oficial para asegurar el cumplimiento de leyes y reglamentos, deberá informarlo así a la Dirección Regional.*

### **Sección 7.04 UTILIDAD Y SEGURIDAD PUBLICA**

*A. CONTROL DEL TRANSITO. La responsabilidad de cuidar el tránsito de modo seguro y adecuado corresponde al contratista. El Ingeniero de Proyecto cuidará de que el contratista atienda el tránsito, pero evitará dar instrucciones que hagan recaer en él la carga de dicha responsabilidad. Así, pues, aunque la responsabilidad primordial pesa sobre el contratista, el Ingeniero de Proyecto deberá llamar la atención a aquél respecto a cualquier situación peligrosa que exista y le dará instrucciones por escrito de que emprenda alguna acción que proteja y advierta a los usuarios de la ruta.*

*El Ingeniero de Proyecto velará para que el tránsito sea atendido de modo cortés y que el contratista dé todas las facilidades razonables para conveniencias del público transeúnte. Ningún empleado de la División de Obras Públicas dirigirá el tránsito, salvo casos de emergencia.*

*Los planos y las disposiciones especiales pueden ordenar la construcción de parte de la calzada para que se facilite el desplazamiento del tránsito, pueden limitar la longitud de estas construcciones y pueden también limitar la duración del tiempo durante el cual podrá cerrarse una carretera. Esta construcción de parte de la calzada y/o el cierre temporal, exigirán protección adecuada a la obra y al tránsito mediante el uso de portabanderas, automóviles piloto, señales de advertencia y otros dispositivos protectores.*

*Cualquier camino que cruce dentro de los límites de la construcción, puede hacer*

*necesario que el contratista ponga en la intersección portabanderas para que regulen el tránsito, garanticen la seguridad y eviten cualquier atraso indebido. En los lugares en que se prevean breves interrupciones del tránsito durante determinadas fases de la construcción, deberán publicarse avisos en los principales periódicos del país, para que los usuarios puedan regir sus desplazamientos de acuerdo con él.*

*A menos de que las disposiciones especiales establezcan lo contrario, el contratista cubrirá los costos de salarios de los portabanderas y conductores de vehículos piloto que se necesiten para mantener el tránsito. Si las disposiciones especiales disponen el pago total o en parte de estos costos, dicho pago se hará de acuerdo con la subsección 109.04 del CR-77.*

*El equipo que trabaje en el camino transitado, deberá estar situado de modo que presente el menor estorbo y riesgo para el tránsito. Las distintas unidades habrán de mantenerse tan junto una de la otra como lo permitan las condiciones de trabajo, y a un mismo lado transitado del camino. Las piezas pequeñas de equipo no deberán dejarse durante la noche en el camino transitado, sino que deberá llevárselas a lugares en que no haya posibilidad alguna de accidentes. Las piezas grandes de equipo que se dejen en el camino transitado, tendrán que estar provistas de señales y luces adecuadas de advertencia, o, si su emplazamiento es particularmente peligroso, deberá proporcionarse control adicional colocando banderolas de advertencia.*

*Donde sea factible, los apilamientos de materiales habrán de estar situados de modo que, durante la noche, no haya necesidad de colocar luces de advertencia. Si no es posible situar así los apilamientos de materiales, deberán estar adecuadamente alumbrados.*

*B. RUTAS DE DESVIO. Para protección del público, o para protección de la carretera contra daños durante tormentas o durante determinadas operaciones de construcción, es posible que, en alguna fase constructiva, el contratista encuentre que es oportuno desviar el tránsito por rutas de desvío en lugar de mantenerlo a lo largo de la mejora, según se ha dispuesto en los documentos del contrato. En estos casos, el Ingeniero de Proyecto enviará a la Dirección Regional un informe completo, acompañado de croquis, tamaño carta, de: la ruta de desvío, su relación con la carretera existente y cómo se ha planeado la protección y orientación del público transeúnte. A menos que los planos o las disposiciones especiales dispongan lo contrario, este cambio exigirá la expedición de una orden de servicio. Después que el plano general haya quedado aprobado y se haya preparado la orden de servicio, puede abrirse al tránsito la ruta de desvío. Para que se dé aviso al público con varios días de anticipación a la apertura, el Ingeniero de Proyecto habrá de notificar, por medio de una nota o telegrama, a la Oficina Regional, la fecha exacta en que se cerrará la carretera y se pondrá en uso la ruta de desvío. El mismo procedimiento de notificación habrá de seguirse en los casos de rutas especiales de desvío que aparezcan en los planos. No habrá necesidad de seguir este procedimiento cuando el tránsito tenga que rodear una estructura o algún otro trabajo, en una distancia relativamente corta y durante breves períodos de tiempo. Generalmente se considerará que este tipo de desvíos mantienen el tránsito a lo largo del camino transitado.*

*En condiciones de emergencia, el Ingeniero de Proyecto puede cerrar una carretera, para protección de vidas y bienes, sin que cuente con la aprobación anticipada del J.O.C.R., pero deberá notificarlo a este último lo antes posible. Si surgiesen dichas circunstancias, el Ingeniero de Proyecto dará aviso a la autoridad local que tenga jurisdicción sobre el camino y al funcionario local encargado del cumplimiento de la ley.*

*Si se cierra una carretera sin advertencia previa al público, debe solicitarse al contratista que sitúe hombres en cada valla para que hagan saber al público que el camino está cerrado, el porqué se le ha cerrado, cuáles rutas de rodeo o desvíos han de seguirse para llegar mejor a los puntos de destino y el tiempo aproximado que la carretera seguirá cerrada.*

*En el caso de que una ruta de desvío cruce una línea de ferrocarril, el contratista deberá establecer con Ferrocarriles de Costa Rica Sociedad Anónima (FECOSA) los arreglos necesarios y obtendrá permiso para establecer el cruce.*

*Las rutas de desvío y los caminos provisionales tienen que ser adecuados para que den cabida al volumen y tipo de tránsito que los utilice. Salvo disposición en contrario de los planos, deberán ser caminos de doble sentido y calidad suficientemente alta para que el tránsito pueda mantenerse con seguridad y sin incomodidades indebidas para el público transeúnte. No deberá esperarse que el contratista mejore las condiciones o eleve la superficie de un camino existente, al que se utilice como ruta de rodeo, sin que reciba la correspondiente retribución.*

*Siempre que haya de discontinuarse el uso de una desviación y que se abra la carretera al tránsito, el Ingeniero de Proyecto lo notificará así a la oficina de la División, para que ésta pueda notificarlo al público.*

**C. MANTENIMIENTO DEL TRANSITO.** *La División de Obras Públicas, tiene la obligación de tomar las medidas o disposiciones para que el tránsito se mantenga durante la construcción de un proyecto, y evitar duras censuras por parte del público.*

*La Subsección 104.04 del CR-77 dispone que el contratista deberá conservar y cuidar la parte del proyecto que esté utilizando para tránsito del público, tanto si es tránsito de paso como tránsito local, de tal modo que se le dé cabida adecuada.*

*Cuando el camino en construcción esté abierto al tránsito, el Ingeniero de Proyecto deberá cuidar que el contratista lo mantenga en el mejor estado posible. Además, deberá cuidar que todas las rutas de desvío y todos los caminos provisionales a lo largo de la obra, los conserve el contratista en estado adecuado y seguro, para que den buen servicio al público que los transita. Cuando se necesite regarlos para que se impida que el polvo cree un peligro para el tránsito, se ordenará al contratista que riegue agua o algún otro medio satisfactorio para combatir o aplacar el polvo. Salvo disposición en contrario de las disposiciones especiales, el contratista deberá soportar los gastos de aplacar el polvo.*

*Si no se estipula de otro modo en las disposiciones o en las especificaciones especiales, el contratista no está obligado a mantener la vía ni los desvíos aprobados para el tráfico, durante los períodos de suspensión. Sin embargo, el contratista está obligado a mantener transitables y tener abiertas al tránsito las partes del proyecto y las calzadas temporales que el Ingeniero indique, para que puedan circular los vehículos durante el período de suspensión previsto. Salvo en lo referente a deslizamientos de tierras, daños imprevistos por inundaciones y otros daños ocasionados por el tráfico, el contratista tiene la responsabilidad de mejorar el camino al finalizar el período de invierno. Por lo tanto, tiene la obligación de dejar la construcción en tal estado que no sufra daños indebidos durante el período de suspensión.*

### **Sección 7.05 SEÑALES, BARRERAS Y OTROS DISPOSITIVOS DE CONTROL DEL TRANSITO.**

*La Subsección 107.08 del CR-77 exige que el contratista proporcione, erija y conserve todas las vallas necesarias, luces apropiadas y suficientes, señales de peligro, advertencias y otros dispositivos para el control de tránsito, y que tome todas las precauciones necesarias para la protección de la obra y la seguridad del público. En los planos o las disposiciones especiales del contrato pueden pedirse otros requisitos más para control del tránsito.*

*Tal como se dispone en la Sección 2.01-A de este manual, los requisitos para el control del tránsito, han de tratarse en la Conferencia de Preconstrucción.*

*El Ingeniero de Proyecto tiene la responsabilidad de hacer cumplir los requisitos del contrato respecto al control del tránsito.*

*Puesto que las especificaciones exigen que todos los dispositivos para control de tránsito los proporcione y erija el contratista, dichas señales no habrá de erigirlas el Ingeniero de Proyecto. Los precedentes indican que, cuando lo haga, se le puede tener como legalmente responsable en caso de accidentes.*

*No se permitirá que el contratista coloque señales advirtiendo que el camino es peligroso y que el público que por él transite lo hará por su cuenta y riesgo. Las especificaciones disponen que el contratista mantenga el camino, o cualesquiera desviaciones, en condiciones seguras para transitar por ellos.*

*Debe quedar entendido que, si bien la dirección del tránsito es responsabilidad del contratista, el establecimiento y el cumplimiento de reglamentos especiales son funciones gubernamentales. Aunque la colocación de una señal indicadora tal como "Velocidad máxima 15 Km/h" podría corresponder propiamente al contratista, cualquier señal reguladora tal como "Velocidad límite 15 Km/h" deberá estar oficialmente autorizada y tiene que ajustarse a las normas oficialmente adoptadas.*

*El Ingeniero de Proyecto deberá conocer ampliamente el plan del contratista para proteger al público transeúnte por las noches y en los fines de semana y días festivos. Se recomienda que, de vez en cuando, se hagan comprobaciones acerca de la eficacia de los procedimientos que se estén utilizando durante dichos periodos.*

*Las señales colocadas en el proyecto deberán ser objeto de inspección, cuando menos una vez al día, prestando particular atención a las señales sucias, rotas, engañosas o innecesarias, y también a las necesidades de cambios de las señales. A este respecto, los cambios de las operaciones de construcción casi siempre exigen cambios de señales.*

*Deberán ser objeto de estrecha y frecuente observación los portabanderas, para cerciorarse de su eficacia, cortesía, actitud y aspecto general, en los casos en que sea necesario mantener el paso alterno de vehículos por una sola vía del proyecto en construcción.*

*Cualquier falla o deficiencia que se descubra en los procedimientos de control del tránsito, deberá someterse rápidamente a la atención del contratista, y también las medidas para solucionarla. Cualquier desacuerdo con el contratista respecto a las deficiencias, deberá comunicarse al J.O.C.R. Todos los problemas de control del tránsito deberán*

*soportarse por medio de anotaciones diarias. Las anotaciones diarias deberán incluir comentarios acerca de las inspecciones de control de tránsito hechas cada día, de la naturaleza y el lugar de las deficiencias, de las resoluciones tomadas por el Contratista respecto a las deficiencias, de las conversaciones con el representante del Contratista referente al control del tránsito, y de la actitud general del Contratista y su colaboración respecto al control del tránsito.*

*Con la previa aprobación del J.O.C.R., el Ingeniero de Proyecto puede nombrar a un subordinado responsable como oficial de seguridad de tránsito del proyecto. Para este nombramiento deberá escogerse un empleado alerta y concienzudo y su programa regular de trabajo deberá ajustarse para que le deje tiempo suficiente para cumplir con sus deberes. Sin embargo, los deberes de esta misión no habrán de ser, normalmente, tan exigentes para que entorpezcan seriamente los deberes regulares del empleado.*

*El Ingeniero de Proyecto tiene también la responsabilidad de suministrar las señales adecuadas para protección de grupos de topografía o de laboratorio. Además de las señales de advertencia puede también resultar deseable que se dirija el tránsito por medio de conos de tránsito o portabanderas, con el fin de que se haga un rodeo donde haya cuadrillas de topografía o de laboratorio.*

#### **Sección 7.06-USO DE EXPLOSIVOS**

*De acuerdo con lo dispuesto en la Subsección 107.09 del CR-77, el Contratista tiene la obligación de ejercer el máximo cuidado en el uso de explosivos y es responsable de todos los daños que resulten de tal uso.*

*El Ingeniero de Proyecto deberá tratar con el Contratista la importancia de que se ponga el mayor cuidado en las operaciones de barrenado y tiro, para que se asegure la conservación del paisaje en los bosques y parques nacionales, así como la protección de las fincas colindantes de propiedad privada, en los lugares en que resulte afectada dicha propiedad. Tiene que evitarse la desfiguración de los rasgos naturales más allá de los límites de la obra. Deberá indicarse al Contratista que tiene que ejercer estrecho control sobre sus barrenadores y dinamiteros, para asegurarse de que los barrenos estén debidamente ubicados y no estén sobrecargados. Las sobrecargas pueden ser causa tanto de ruptura excesiva como de esparcimiento del material. Una y otra condiciones son indeseables.*

*Si la explosión de barrenos es causa de que el material se esparza más allá de los límites de la construcción, se habrá de consultar al organismo que tenga jurisdicción en la zona, en presencia del Contratista, para la determinación de un procedimiento adecuado y permisible, para retirar el material sin más daños para el paisaje. En el caso de que se produzcan daños en predios colindantes de propiedad privada y el Contratista no haga rápidamente las debidas reparaciones, deberá notificarse así al J.O.C.R. para que emprenda la acción adecuada.*

#### **Sección 7.07 PROTECCION Y RESTAURACION DE LA PROPIEDAD Y DEL PAISAJE**

**A- GENERALIDADES.** *El Contratista es responsable de la conservación de todas las propiedades públicas y privadas a lo largo de la calzada y contiguas a la misma, que se*

vean afectadas por sus operaciones de construcción. Si el contratista deja de tomar las precauciones adecuadas o persiste en ejecutar el trabajo de modo que cause daños a dichos bienes, se le llamará, por escrito, la atención acerca del asunto e inmediatamente se hará de conocimiento del J.O.C.R. El contratista está obligado a reparar, reconstruir o en algún modo restablecer dichos bienes dañados, o a remediar dichos daños o perjuicios de un modo aceptable.

En el caso de cualquier disputa respecto a los derechos de dueños de propiedades colindantes, el Ingeniero de Proyecto deberá pasar el asunto al J.O.C.R. para que éste proceda a tomar la acción adecuada.

**B. ALLANAMIENTO.** El Ingeniero de Proyecto no replanteará con estacas en propiedad privada sin permiso del propietario. Si el contratista lleva a cabo cualesquiera operaciones de construcción fuera de los límites del derecho de vía o de los permisos adquiridos o permite que sus empleados entren a propiedad privada, el Ingeniero de Proyecto deberá notificarle por escrito la responsabilidad en que incurre por daños a tales propiedades. Si, por algún motivo, se necesitara un derecho de vía más extenso, el Ingeniero de Proyecto lo notificará así al J.O.C.R. con bastante anticipación al inicio de las operaciones del contratista en ese sector.

**C. CONTROL DE LA CONTAMINACION Y LA EROSION.** La Subsección 107.10 del CR-77 ordena que el contratista programe y lleve a cabo sus operaciones de modo que se reduzca al mínimo la erosión de suelos y se impida el enlodamiento y atascamiento de corrientes de agua, sistemas de riego y embalses (lagos, represas, etc.); prohíbe la descarga de contaminantes tales como combustibles, lubricantes, asfaltos, aguas negras sin tratar y otros materiales nocivos en dichas aguas o cerca de ellas; y exige otras medidas para combatir la erosión, sedimentación y contaminación. Los planos o las especificaciones especiales contienen, por lo general, requisitos más específicos para combatir la contaminación del agua, la del aire y la erosión, señalados expreso para que se ajusten a las condiciones que se espera encontrar en el proyecto.

El Ingeniero de Proyecto deberá conocer cabalmente los requisitos del contrato respecto al control de la contaminación y la erosión, y deberá cuidar de que se cumpla con ellos. Haciendo siempre más y más hincapié en la importancia de estas obligaciones, el Ingeniero de Proyecto también se mantendrá al corriente de las condiciones del proyecto que puedan necesitar otras medidas de control, además de las establecidas en el contrato. Deberá dar cuenta inmediata de dichas necesidades al J.O.C.R. y recomendará las posibles soluciones al problema.

**D. PROTECCION DE BOSQUES, PARQUES NACIONALES Y TERRENOS PUBLICOS.** La Subsección 107.11 del CR-77 dispone que, cuando se trabaje en bosques, parques nacionales o terrenos públicos o en las inmediaciones de los mismos, el contratista deberá cumplir con todos los reglamentos dictados por la Dirección Forestal del Ministerio de Agricultura y Ganadería. El Ingeniero de Proyecto deberá conocer dichas disposiciones y cuidará de hacerlas cumplir. Deberá poner especial cuidado en que se eviten daños por desfiguración del paisaje, por dinamitado y por incendio.

**E. DESFIGURACION DEL PAISAJE.** Puesto que ninguna desfiguración del paisaje puede remediarse haciendo que este último vuelva a su estado anterior, debe hacerse hincapié en impedir tal desfiguración. En casos de desfiguración, el Ingeniero de Proyecto deberá ponerse en contacto con el representante del organismo interesado y tratar con él las reparaciones que el contratista tenga que hacer. Las órdenes de reparación

*dadas al contratista deberán hacerse por escrito.*

**F. PREVENCIÓN Y LUCHA CONTRA INCENDIOS.** *Los empleados de la División de Obras Públicas y del contratista tienen que cumplir con los reglamentos y reglas para la prevención y lucha contra incendios dictados por el Instituto Nacional de Seguros.*

*El Ingeniero de Proyecto tiene la responsabilidad de hacer cumplir los reglamentos y reglas referentes a prevención y lucha contra incendios. Por lo tanto, por conducto del J.O.C.R. tiene que obtener información, panfletos, etc., del Instituto Nacional de Seguros y deberá enterarse de los requisitos correspondientes y obligaciones.*

*Los empleados de la División de Obras Públicas tomarán medidas inmediatas para sofocar los incendios de los que sean responsables, deberán actuar también para combatir incendios de los que no sean responsables, cuando los mismos se produzcan en zonas cercanas al derecho de vía en terrenos públicos y darán cuenta inmediata de los incendios al Cuerpo de Bomberos del lugar más próximo.*

*Las especificaciones imponen al contratista una obligación muy estricta respecto a cualesquiera incendios, en las inmediaciones del proyecto, debidos a él o a sus empleados. Antes de que comience la construcción de la obra contratada, el Ingeniero de Proyecto deberá llamar la atención del contratista respecto a la Subsección 107.12 del CR-77 y le recordará de nuevo cuando comiencen las operaciones de quema.*

*Antes de permitir cualquier quema, el Ingeniero de Proyecto se cerciorará de que el contratista haya obtenido permiso por escrito de la Dirección Forestal del MAG o del capitán de bomberos local. Las disposiciones especiales pueden exigir que el contratista proporcione un vigilante para incendios, ya sea como obligación subsidiaria o bien habiéndose especificado la forma de pago. Cuando las disposiciones especiales no indiquen un vigilante para incendios, pero sí, debido a condiciones especiales, lo reclama el organismo competente, el J.O.C.R. emprenderá la acción adecuada para proporcionar dicho vigilante. Puede ordenar al Ingeniero de Proyecto que expida una Orden de Servicio para que el contratista proporcione un guarda para incendios o, cuando sea factible y más adecuado, puede utilizar como guarda para incendios personal del organismo competente local, de acuerdo con un convenio entre los organismos interesados. Los guardas para incendios comprendidos en ese arreglo no habrán de nombrarse a expensas del contratista.*

**G. TAJOS O CANTERAS.** *La Subsección 106.02 del CR-77 indica que el contratista está obligado a eliminar el material suelto de las excavaciones, esparciéndolas encima de la excavación sin retribución adicional.*

#### **Sección 7.08 APERTURA AL TRANSITO DE SECCIONES DEL PROYECTO**

*Siempre que se considere conveniente la apertura al tránsito de determinadas partes, de un proyecto aún no terminado, dicha apertura deberá hacerse por medio de un mandato por escrito expedido por el J.O.C.R. El mandato deberá prepararse con extremo cuidado para que no se menoscabe la finalidad de la Subsección 107.13 del CR-77 y tenga derecho a mayores gastos y/o a un mayor margen de tiempo, (se necesitará una Orden de Servicio).*

### **Sección 7.09 RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA POR EL TRABAJO**

*La Subsección 107.14 del CR-77 dispone que el Contratista no debe responder por daños debidos a causas imprevisibles, fuera del control de Contratista, inclusive, aunque no limitándolas a, casos de fuerza mayor, actos de un enemigo público o actos de la autoridad gubernamental. Se interpreta que estas causas incluyen, entre otras cosas, fenómenos naturales extraordinarios y deslizamientos inevitables.*

*Cuando surjan estas circunstancias extraordinarias, el Ingeniero de Proyecto telefoneará o telegrafiará de inmediato a la Oficina Regional pidiendo instrucciones. En caso de que no pueda entrar en contacto con la oficina valiéndose de dichos medios y, si es necesaria una acción inmediata, el Ingeniero de Proyecto deberá extender un mandato señalándole al Contratista que dé los pasos necesarios para protección de la obra. El Ingeniero de Proyecto llevará cuenta exacta de los trabajos que se hagan de acuerdo con tales mandatos, de modo que el pago pueda hacerse con base en una cuenta por administración, si ésta fuese la decisión a la que se llegara.*

*El pago que haya que hacerse al Contratista debido a las condiciones antes mencionadas, tendrá que ser el reembolso total del gasto para devolver la obra al estado en que se encontraba en el momento de los daños, menos el valor de los materiales recuperados. Este trabajo deberá estar amparado por una Orden de Modificación.*

*En cada uno de los casos de emergencia extraordinaria, el Ingeniero de Proyecto suministrará datos suficientes que permitan que el J.O.C.R. se informe detalladamente y tome la decisión final.*

### **Sección 7.10 SERVICIOS PUBLICOS**

*La Subsección 105.07 del CR-77 dispone que: los ajustes y nuevos emplazamientos de servicios públicos debe hacerlos el dueño, salvo disposición contraria contenida en los planos o en las disposiciones especiales; el Gobierno tiene la responsabilidad de notificar al dueño y de procurar que todos los ajustes necesarios se lleven a cabo tan pronto como sea posible; no deberá asignarse al Contratista ninguna remuneración adicional por cualesquiera demoras, incomodidades o daños por él sufridos debido a cualquier entorpecimiento por las pertenencias del servicio público o por la operación de cambiarlas de lugar; y las disposiciones especiales indicarán los medios de adjudicación, si la hubiere, en caso de que los dueños del servicio público dejaren de atender su obligación de cambiar de lugar y ajustar sus instalaciones.*

*La Subsección 107.15 del CR-77 dispone que el Contratista no comenzará obra alguna en lugares en los que pudiera resultar dañadas instalaciones de servicios públicos que tengan como consecuencia gastos, pérdidas o incomodidades considerables, sino hasta después de que hayan hecho todos los arreglos necesarios para la protección de dichas instalaciones. El Contratista también tiene que colaborar con los dueños del servicio público en las operaciones de retiro y reordenamiento. Cuando cualquier servicio público quede interrumpido como resultado de daños o roturas por accidentes, el Contratista tiene que notificarlo así rápidamente al organismo competente y deberá cooperar en el restablecimiento del servicio. El Contratista está obligado a responder por cualquier daño a servicios públicos que sea resultado de sus operaciones de construcción, a menos que este daño lo reciban instalaciones de servicio público que no aparezcan en los planos o de que sea un daño inevitable y no se deba a negligencia por parte del Contratista.*

*Cuando sean dañadas instalaciones subterráneas de servicios públicos no indicados en los planos, el pago de las reparaciones deberá hacerse con base en el renglón de pago 109.04 Trabajos a Costo más Porcentaje.*

**1- INSTALACIONES DE SERVICIO PUBLICO EN PROPIEDAD PRIVADA.** *En la mayoría de los casos, el trabajo de los organismos de servicios públicos habrá de ser anterior a los trabajos por parte del contratista dentro de la zona afectada. El Ingeniero de Proyecto deberá pedir al J.O.C.R. que haga los arreglos necesarios para que tales trabajos se hagan con suficiente antelación y evitar atrasos para el contratista.*

*El Ingeniero de Proyecto deberá hacer anotaciones diarias que documenten las operaciones de las empresas de servicio público, a medida que vayan avanzando los trabajos de ajuste y nuevo emplazamiento. Tienen particular importancia datos tales como: fecha de comienzo del trabajo, número de trabajadores activos cada uno de los días, equipo y materiales utilizados, destino dado a cualesquiera materiales salvados y fecha de terminación del trabajo.*

*Cuando se hace necesario cambiar el nuevo emplazamiento planeado respecto al que aparece en los planos adjuntos al convenio con el organismo de servicios públicos, o cuando se pone de manifiesto un aumento apreciable de los costos calculados del cambio al nuevo emplazamiento, debe notificarse inmediatamente al J.O.C.R., para que éste pueda hacer los arreglos para el financiamiento y modificación del convenio.*

*Cuando el cambio de lugar o ajuste de las instalaciones de servicio público lo hace el dueño y el costo de aquél tiene que pagarse con fondos del proyecto, los trabajos serán objeto de inspección del mismo modo que si los ejecutara el contratista. Deberá llevarse una relación detallada de mano de obra, equipo y materiales afectados. Antes de la aprobación de una facturación por el organismo de servicios públicos, se necesita una declaración específica de que el trabajo ha quedado terminado, de que el nuevo emplazamiento está de acuerdo con los planos y el convenio, y del destino que se haya dado a los materiales recuperados. Por lo tanto, esta información deberá darse tan pronto como haya quedado terminado el trabajo de colocación en el nuevo emplazamiento.*

*Cuando el ajuste de la instalación del servicio público se demore y el contratista siga adelante con su trabajo en la zona afectada, o vea su trabajo entorpecido por dicha demora, el Ingeniero de Proyecto tendrá que llevar constancia adecuada de ello en su diario, la cual deberá estar respaldada por fotografías adecuadas, siempre que sea factible. Esta información es valiosa en el caso de que el contratista presente alguna reclamación y es necesaria cuando las disposiciones especiales preveen los medios de asignación.*

#### **Sección 7.11 VIOLACIONES EN EL DERECHO DE VIA DE LA CARRETERA**

*Cuando la servidumbre de paso se extienda a lo largo de predios de propiedad privada, el Ingeniero de Proyecto determinará si hay alguna edificación, cercas, instalaciones o carteles de propaganda situados en el derecho de vía. Por los planos, o por el J.O.C.R. deberá cerciorarse de si la eliminación de tales cosas ha de hacerla el dueño o el contratista. Si debe hacerla el contratista, deberá averiguarse si el dueño o el gobierno ha retenido para si algún derecho de recuperación. Cualquiera obstrucción nueva que aparezca después que haya comenzado la construcción, serán puestas en conocimiento del J.O.C.R. quién determinará el procedimiento a seguir.*

*Cuando con el derecho de vía colinden terrenos de propiedad pública, se establecerán franjas o líneas que nadie habrá de rebasar, y no se permitirá construcción alguna dentro de los límites por ellas señalados, con excepción de aquellas designadas en los planos. El Ingeniero de Proyecto llamará la atención de la persona que haya cometido cualquier violación y procurará que la construcción quede eliminada. Si no lo lograrse, deberá dar cuenta inmediata de ello a la Oficina Regional, indicando la naturaleza de la violación y de las medidas que haya tomado para que se elimine.*

#### **Sección 7.12 REQUISITOS DE SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCION E INFORMES DE ACCIDENTES**

*Tal como se dispone en la Subsección 107.18 del CR-77, el contratista tiene la obligación de adoptar las medidas de seguridad adecuadas para que queden protegidas la vida y la salud de sus empleados y la del público. Es obligación del contratista solicitar a sus trabajadores y a los de los subcontratistas que cumplan con las disposiciones del Instituto Nacional de Seguros (INS). También es obligación suya llevar registros de las lesiones y dar cuenta de los accidentes haciéndolo del modo que está ordenado. Además es su obligación proteger al gobierno y a sus representantes contra todos los litigios, acciones o reclamaciones ocasionadas por negligencia del contratista en salvaguardar la obra.*

*El Ingeniero de Proyecto tiene la obligación de interpretar y hacer cumplir los requisitos de seguridad. Por lo tanto, ha de enterarse cabalmente de los requisitos que tiene el INS y demás disposiciones del contrato referentes a la seguridad. Habrá de notificar por escrito al contratista cualquier incumplimiento de los requisitos de seguridad. Si el contratista deja de cumplir rápidamente con ellos, o se niega a hacerlo, el Ingeniero de Proyecto ordenará oralmente al contratista que suspenda la parte de la obra en la que no está cumpliendo con los requisitos de seguridad. A continuación le informará al J.O.C.R. y expedirá por escrito una orden de suspensión.*

*El Ingeniero de Proyecto deberá hacer en su diario anotaciones adecuadas respecto al cumplimiento de los requisitos de seguridad por el contratista. El diario deberá indicar, como mínimo, todas las deficiencias notadas durante las inspecciones, la acción emprendida por el contratista respecto a deficiencias observadas con anterioridad, y una condensación de las conversaciones que realizó con los representantes del contratista respecto a la seguridad.*

*Para que la responsabilidad del gobierno en relación con accidentes que ocurran en proyectos de construcción quede reducida al mínimo, el Ingeniero de Proyecto tiene que proceder con tacto y prudencia al hacer cumplir los requisitos de seguridad. Tiene que evitar orden errónea respecto a los métodos o procedimientos necesarios de seguridad, y no tiene que asumir el control ni la dirección del programa de seguridad del contratista.*

## **CAPITULO 8**

### **EJECUCION Y AVANCE DE LA OBRA**

<b>SECCION</b>	<b>TITULO</b>	<b>PAGINA</b>
<b>8.01</b>	<b><i>Subcontratación</i></b>	<b>8- 1</b>
<b>8.02</b>	<b><i>Ejecución y avance de la obra</i></b>	<b>8- 1</b>
<b>8.03</b>	<b><i>Capacidad del personal y del equipo</i></b>	<b>8- 2</b>
<b>8.04</b>	<b><i>Plazo del contrato</i></b>	<b>8- 2</b>
<b>8.05</b>	<b><i>Suspensión del trabajo</i></b>	<b>8- 4</b>
<b>Anexo 8.01-A</b>	<b><i>Ejemplo de solicitud de subcontratación aprobada</i></b>	<b>8- 7</b>
<b>Anexo 8.05-A</b>	<b><i>Ejemplo de determinación del cálculo de tiempo durante un periodo de suspensión parcial</i></b>	<b>8-10</b>

### Sección 8.01 SUBCONTRATACION

*La Subsección 108.01 del CR-77 dispone que, antes de dar el consentimiento para subcontratar cualquier trabajo, el contratista, si así se lo pide el Ingeniero de Proyecto, deberá presentar pruebas de que el subcontratista propuesto, reúne todas las condiciones necesarias para realizar el trabajo. Como política general, se deberá pedir a los contratistas que estas peticiones se presenten por escrito. El Ingeniero de Proyecto enviará cada petición al J.O.C.R. para que la examine y le dé el trámite adecuado. Cada petición deberá ir acompañada de las recomendaciones hechas por el Ingeniero de Proyecto y además una declaración del contratista en la que se pruebe la capacidad del subcontratista. No se permitirá trabajo alguno, bajo ningún subcontrato propuesto, antes de que se reciba el consentimiento por escrito del J.O.C.R. La carta que autorice este subcontrato deberá indicar claramente el trabajo afectado y el porcentaje total de trabajos subcontratados a la fecha. Debe tomarse en cuenta la limitación del 50 por ciento especificada en el CR-77. En el Anexo 8.01-A, se muestra un ejemplo de solicitud de subcontratación aprobada por el J.O.C.R.*

*Si un subcontratista desea subarrendar una parte de su trabajo, deberá indicársele que su petición tiene que presentarla al primer contratista quien, a su vez deberá obtener aprobación del J.O.C.R. de modo parecido al arriba expuesto para el primer subcontratista. Debe indicarse muy claramente al primer contratista que, en cuanto al gobierno se refiere, él es el responsable de todos los subcontratos y resubcontratos y que todos éstos tienen que contener las disposiciones adecuadas del contrato inicial.*

*Ha habido casos en que los contratistas han recurrido a subterfugios disfrazando un subcontrato. El Ingeniero de Proyecto deberá dar cuenta al J.O.C.R. de toda condición sospechosa indicadora de un subcontrato disimulado, para que se proceda a investigarla y a tomar la acción adecuada. Para descubrir subcontratos no aprobados puede ser útil una comparación detallada de las nóminas de salarios del contratista con los registros del número de hombres y unidades de equipo utilizados que el ingeniero de proyecto debe llevar.*

### Sección 8.02 EJECUCION Y AVANCE DE LA OBRA

*La Subsección 108.02 del CR-77 dispone que, en la Conferencia de Preconstrucción, el contratista deberá presentar un "Programa de Trabajo" para que el Ingeniero de Proyecto lo apruebe. En general, el programa de trabajo de la obra deberá incluir: un plan para las operaciones de construcción, los métodos propuestos para llevar a cabo el trabajo y una relación del equipo que el contratista se propone utilizar en el proyecto.*

*Si el Ingeniero de Proyecto tiene dudas de si el plan de operaciones y equipo del contratista dará por resultado que la obra quede terminada de modo satisfactorio, de acuerdo con el contrato, deberá notificarlo rápidamente al J.O.C.R., para que el asunto se trate con el contratista sin demoras indebidas. Es esencial que el Ingeniero de Proyecto conozca a fondo el plan de operaciones del contratista, para que así pueda determinarse un plan adecuado de replanteo y pueda establecerse un cálculo estimativo del personal de topografía que se necesitará.*

*Sí, durante la construcción, resultara que hay un continuo retraso entre los trabajos del contratista y el tiempo transcurrido del plazo del contrato, sin que aquél haga esfuerzo alguno para mejorar el paso de su avance, el Ingeniero de Proyecto deberá notificar por*

*escrito al contratista que su marcha no es satisfactoria . Si el contratista queda apreciablemente retrasado en relación con el programa por él presentado, el Ingeniero de Proyecto deberá pedir al J.O.C.R. que, de acuerdo con lo que se dispone en la Subsección 108.02 del CR-77, reclame al contratista que presente un programa corregido, para que la obra quede terminada dentro del plazo del contrato, y que modifique sus operaciones de modo que aporte los materiales, equipo y mano de obra complementarios que sean necesarios para que se cumplan los cálculos corregidos de tiempo. En situaciones extremas, el J.O.C.R. deberá estudiar la conveniencia de recomendar que se de por terminado el derecho de contratista a seguir adelante con la obra. Este drástico paso se dará solamente después de asesorarse con la Dirección de Asuntos Legales.*

### **Sección 8.03 CAPACIDAD DEL PERSONAL Y DEL EQUIPO**

*De acuerdo con las Subsecciones 102.13 y 108.06 del CR-77, el contratista está obligado a ejecutar el trabajo de modo hábil y bien acabado; en todo momento deberá emplear supervisión, mano de obra y equipo suficiente para llevar adelante las diversas clases de trabajos hasta su total terminación, del modo y en el plazo ordenados en el contrato.*

*El Ingeniero de Proyecto tendrá plenamente informado al J.O.C.R. acerca de cualquier falla por parte del contratista en proporcionar personal y equipo adecuados y suficientes, y le recomendará la acción que debe emprenderse. De acuerdo con la Sección 4.02-B3 de este manual, deberán expedirse órdenes de servicio ordenando al contratista que proporcione personal o equipo adecuado, o que elimine el personal o equipo inadecuado. De acuerdo con la Sección 8.05-C de este capítulo, se expedirán órdenes de suspensión del trabajo, si el contratista dejare de dar cumplimiento a dichos mandatos.*

*El Ingeniero de Proyecto llevará registros del personal y equipo del contratista, suficientes para que corroboren sus recomendaciones y para que documenten los hechos, en caso de que surgiese alguna reclamación o que el contratista se opusiese a la apreciación de perjuicios liquidados. La falta de información detallada adecuada puede resultarle costosa al gobierno.*

*El Ingeniero de Proyecto exigirá que los hombres y equipo utilizados en trabajos hechos por administración, sean cuando menos iguales a los que se utilicen en otros tipos de trabajo.*

### **Sección 8.04 PLAZO DEL CONTRATO**

*A- COMPUTO DEL TIEMPO. El plazo concedido para la terminación de la obra puede establecerse en el contrato sobre la base de días calendario, de días laborales, o de una fecha fija de terminación.*

- 1- Base de días calendario: Cuando el plazo del contrato es a base de días calendario, la cuenta del tiempo comenzará al día siguiente después que el contratista haya recibido la orden de inicio y seguirá hasta la fecha de terminación establecida en el contrato. De acuerdo con la Subsección 108.07 del CR-77, el cómputo de tiempo incluirá todos los domingos, fiestas, días feriados y periodos durante los cuales el Ingeniero suspenda los trabajos para corregir condiciones que sean culpa del contratista y excluirá todos los días naturales comprendidos en periodos de suspensiones totales*

*autorizadas, que no sean por culpa del Contratista. El método para contar el plazo del contrato durante periodos de suspensiones parciales, aparecerá normalmente especificado en las disposiciones especiales.*

*La Subsección 104.04 del CR-77 indica que se puede requerir al Contratista para que lleve a cabo trabajos de conservación durante el período de suspensión y que los mismos se le retribuirán siguiendo procedimientos de cuenta por administración. La cantidad que devengue por la ejecución de estos trabajos no se tomará en cuenta al hacer el cálculo de cualesquiera días que tengan que cargarse y tampoco se la incluirá en la remuneración devengada cuando se calcule cualquier prórroga del plazo, debido a mayores ingresos por el contrato.*

- 2- *Base de días laborales: Cuando el plazo del contrato se ha establecido con base en días laborales, las disposiciones referentes al comienzo y terminación del plazo del contrato son las mismas que se han descrito respecto a la base de días calendario. De acuerdo con la definición de "día laborable" que se da en la Subsección 101.01 del CR-77 y en las disposiciones de la Subsección 108.07 del CR-77, en el cómputo del tiempo se incluirán los periodos durante los cuales los trabajos quedan suspendidos por el Ingeniero de Proyecto para corregir condiciones que sean culpa del Contratista; y excluirá sábados, domingos, feriados obligados por ley y demás días en los que el estado del tiempo u otras condiciones, que no estén bajo el control del Contratista, no permitan que las operaciones de construcción sigan adelante durante la mayor parte de la jornada, con el número normal de trabajadores dedicados a la ejecución de la parte o partes de trabajo decisivas para el avance de la obra en aquel momento. También, al computar los días que hayan que excluirse, deberán tomarse en cuenta los periodos de suspensión total o parcial que no hayan obedecido a culpa del Contratista.*
  
- 3- *Base de fecha fija de terminación: Cuando el plazo para terminación de la obra es una fecha fija, la fecha de terminación será el día en que toda la obra quede sustancialmente terminada. Los efectos que las suspensiones de los trabajos surten en la fecha fija de terminación serán los que se determinen en las disposiciones especiales. Si el Contratista dejare de terminar la obra en la fecha fija de terminación del contrato (según se la haya ajustado), el cómputo del plazo del contrato para cargarlo a perjuicios liquidados, incluirá cada día calendario que transcurra desde la fecha fija de terminación (según se le haya ajustado) y la fecha de terminación sustancial.*

**B- METODOS PARA AJUSTAR EL PLAZO SEÑALADO.** *Las disposiciones para el ajuste del plazo del contrato están contenidas en las Especificaciones Especiales y en las Subsecciones 108.07 y 109.05 del CR-77*

*Las prórrogas del plazo del contrato (con base en días calendario o con base en días laborales) pueden autorizarse de distintos modos, como sigue:*

*Por medio de órdenes de modificación que incluyan disposiciones referentes a:*

- a) *Número fijo de días para la ejecución del trabajo.*

- b) *Un margen de tiempo (cuya duración exacta se computará al quedar terminado el trabajo amparado en la orden) computado según la misma proporción que la cantidad de ingresos devengada por la orden, en relación con el monto original del contrato.*
- c) *Ampliación del plazo del contrato, proporcional a la cantidad y dificultad del trabajo que se haya añadido, cuando se haga necesaria la ejecución de trabajos en cantidades mayores que las que se han señalado en el pliego para licitación.*

**C. CONSIDERACIONES DE LOS AJUSTES DEL PLAZO.** *Cuando esté justificado un ajuste del plazo del contrato, deberá ponerse gran cuidado en la preparación de la orden de modificación, con el fin de cerciorarse de que la ampliación propuesta del plazo del contrato será justa tanto para el Contratista como para el Gobierno. Cada orden tiene que ser específica respecto a sus efectos en el plazo del contrato. La elección del método, de entre los expuestos en el párrafo B anterior, deberá regirse por las circunstancias especiales que intervengan.*

*Cuando el plazo del contrato es con base en una fecha fija de terminación, esta fecha fija puede ajustarse empleando para ello los métodos arriba indicados para el ajuste del plazo del contrato con base en días calendario o con base en días laborales.*

#### **Sección 8.05 SUSPENSION DEL TRABAJO**

**A. MOTIVOS DE SUSPENSION.** *La Subsección 205.02 del CR-77 concede autoridad al Ingeniero de Proyecto para que suspenda total o parcialmente la obra debido a:*

- 1- *Mal estado del tiempo u otras condiciones que hagan inadecuada la continuación de los trabajos. Se aclara con respecto a esta causa, que de acuerdo a lo indicado en el CR-77, cuando el plazo del contrato original tenga incluido un cierto número de días por concepto de lluvias, no se podrán conceder suspensiones de trabajo por ese motivo, hasta tanto dicho número de días lluviosos no se haya excedido.*
- 2- *Incumplimiento del Contratista en corregir condiciones contrarias a la seguridad, en poner en ejecución órdenes dadas por el Ingeniero de Proyecto o en cumplir cualesquiera disposiciones del contrato.*
- 3- *Cualquier otra condición o cualquier motivo que se estime es en bien del interés público.*

*La Subsección 108.10 del CR-77 dispone que el funcionario contratante puede ordenar, por escrito, al Contratista que suspenda, aplace, o interrumpa la totalidad o parte de los trabajos de la obra durante el período de tiempo que el funcionario determine como apropiado, por conveniencia del Gobierno.*

*En ningún caso se ordenará suspensión alguna con el fin de permitir que el Contratista recupere el atraso entre el avance de la obra y el tiempo transcurrido. Las órdenes retroactivas estarán permitidas solamente en circunstancias excepcionales.*

**B. SUSPENSIONES POR ESTADO DESFAVORABLE DEL TIEMPO.** *El Ingeniero de Proyecto puede dar una orden de suspensión, debido a un estado adverso del tiempo o a otras circunstancias ajenas al contratista.*

**C. SUSPENSIONES DEBIDAS A CULPA O FALTA DEL CONTRATISTA.** *En los casos en que exista alguna de las condiciones que se mencionan en 8.05-A2 anterior, el Ingeniero de Proyecto enviará al contratista una advertencia por escrito en la que se le indicarán las deficiencias que reclamen que se les remedie. Esta notificación deberá incluir una declaración de que el descuido en tomar una medida remediadora inmediata podrá dar por resultado que se expida una orden de suspensión de una parte o de la totalidad de la obra. Al mismo tiempo, el Ingeniero de Proyecto notificará, telefónica o telegráficamente, esta gestión al J.O.C.R y le pedirá instrucciones.*

*Las suspensiones de la obra debidas a culpa o falta del contratista las expedirá el Ingeniero de Proyecto. Después de que se hayan hecho investigaciones adecuadas y de que se haya llegado a un acuerdo con el contratista para que se hagan las correcciones necesarias, se expedirá una orden de reanudación de la construcción.*

**D. CONTENIDO DE LAS ORDENES DE SUSPENSION.** *La suspensión de la obra, ya sea parcial o total, deberá llevarse a cabo por medio de una orden de servicio. Esta orden deberá incluir lo siguiente:*

- 1- *Fecha, nombre del contratista, número del contrato y denominación del proyecto.*
- 2- *Motivo de la suspensión y declaración de si la suspensión es total o parcial (si fuera parcial, deberá indicarse las partidas en las que puede seguirse con el trabajo, o las partidas en las que queda prohibido trabajar).*
- 3- *Fecha en que entrará en vigor la suspensión.*
- 4- *Indicación del tiempo transcurrido hasta el último día de trabajo en la obra y duración del tiempo restante.*
- 5- *En los avisos de suspensión parcial de los trabajos, ha de incluirse una declaración que indique la base para el cambio en el plazo del contrato durante la suspensión parcial.*
- 6- *Una declaración de que la obra suspendida no se reanudará sino hasta que así se ordene por escrito.*

*En los casos en que la suspensión total se ordene seguidamente después de un período de suspensión parcial, la orden de suspensión total deberá incluir una indicación del tiempo consumido durante la suspensión parcial y también se hará así en los casos de órdenes de reanudación.*

*En los casos en que la obra se suspenda para corregir una deficiencia que obedece a culpa o falta del contratista, la declaración especificada en los párrafos "4 y 5" anteriores se sustituirá con una declaración de que el cómputo de plazo del contrato seguirá durante el período de la suspensión.*

*En los casos en que la obra quede suspendida por conveniencia del Gobierno, deberá mencionarse la Subsección 108.10 del CR-77. En la orden de suspensión no deberá hacerse referencia alguna a los mayores costos en que pueda incurrir el contratista como resultado de la suspensión. Cualquier ajuste de estos mayores costos deberá hacerse por medio de una orden de modificación, tal como se ha explicado en la Sección 4.03-B6 de este manual.*

*Se exigirá del contratista que acuse recibo de todas las órdenes de suspensión.*

**E. CONTENIDO DE LAS ORDENES DE REANUDACION.** *La reanudación de la obra se llevará a cabo por medio de una orden de servicio. Deberá incluir lo siguiente:*

- 1- Lo mismo que se indica en el número, respecto a las órdenes de suspensión.*
- 2- La fecha en que entrará en vigor la reanudación.*
- 3- Una indicación del tiempo ya transcurrido hasta la fecha en que se haga efectiva la reanudación, incluyendo también una indicación del tiempo que haya transcurrido durante una suspensión parcial.*
- 4- Indicación del tiempo que aún queda del plazo.*

*Las órdenes de reanudación después de períodos de suspensión de corta duración pueden entrar en vigor cuando las condiciones permitan que los trabajos se reanuden normalmente. Después de períodos largos de suspensión, las órdenes de reanudación habrán de expedirse con antelación suficiente a la fecha para que entren en vigor de modo que permitan que el contratista se movilice de nuevo.*

*Se exigirá del contratista que acuse recibo de todas las órdenes de reanudación de la obra.*

**F. INDICACION DEL TIEMPO CARGADO DURANTE SUSPENSIONES PARCIALES.** *Los anteriores párrafos "D" y "E" disponen que las órdenes de suspensión total o de reanudación después de un período de suspensión parcial deberán contener una indicación del tiempo cargado durante una suspensión parcial.*

*Para corroborar el número de días cargados, la orden de suspensión total o la de reanudación deberá ir acompañada de una hoja de "Cálculo de tiempo durante suspensiones parciales". Esta hoja habrá de acompañar todas las copias de la orden de suspensión total o de reanudación, inclusive la copia para el contratista. El anexo 8.05-A presenta un ejemplo de esta hoja.*

*Anexo 8.01-A Ejemplo de solicitud de subcontrato aprobado  
Hoja 1/3*

**MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES  
DIVISION DE OBRAS PUBLICAS**

*Fecha:-----*

*CONTRATISTA ----- CONTRATO No.-----*

*DIRECCION ----- PROYECTO -----*

*REGION -----*

**Señor:**

*Su carta del ----- solicitaba permiso para subcontratar una parte del  
trabajo del contrato identificado arriba, a -----.*

*Los artículos, cantidades y precio en dólares del trabajo que usted propone a subcon-  
trato están enumerados en la página No. 8-9*

*Cantidad autorizada previamente para ser subcontratada*

*Cantidad total subcontratada y propuesta para ser sub-  
contratada*

*Cantidad original del contrato*

*Menos la cantidad total a ser subcontratada*

*Cantidad total remanente*

*Porcentaje total subcontratado*

*Queda entendido que ----- tiene la suficiente experiencia  
y el equipo conveniente para realizar el trabajo que usted propone a subcontrato.*

**CONTINUACION ANEXO 8.01-A**  
**Hoja 2/3**

*Puesto que el total del trabajo remanente a ser realizado por su propia organización no constituye menos del 50 por ciento de la cantidad del contrato original, por la presente se le autoriza para subcontratar los artículos del trabajo cuya lista se anexa.*

*De acuerdo con las Provisiones Especiales del Contrato, sírvase llenar y devolver el formulario adjunto.*

*Esta autorización escrita no se debe interpretar como una exoneración de su responsabilidad del cumplimiento del contrato en todos sus aspectos. El trabajo será realizado en pleno acuerdo con los planos, especificaciones y provisiones especiales suplementarias, como consta en el formulario de la propuesta y del contrato.*

*Atentamente,*

**JEFE OBRAS POR CONTRATO REGIONAL**

*Anexo 8.01 A*  
*Hoja 3/3*

**FECHA:** ----- **CONTRATO** -----

**PROYECTO:** -----

**ARTICULOS SUBCONTRATADOS A:** -----

<b>ITEM DE CONTRATO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>MONTO</b>
-------------------------	-----------------	------------------------	--------------

ANEXO 8.05-A  
Hoja 1/2

**EJEMPLO DE DETERMINACION DEL CALCULO DE TIEMPO  
DURANTE UN PERIODO DE SUSPENSION PARCIAL**

PROYECTO: -----

No. DE PROYECTO: -----

**SUPLEMENTO A LA O.S.**

*Días naturales cargados durante la suspensión parcial:*

*Suspensión parcial en vigor desde el inicio de la obra al día (FECHA) hasta el cierre de la obra el día (FECHA).*

*Tiempo real de suspensión parcial en vigor: ----- días calendarios.*

*Cantidades devengadas durante la suspensión parcial:*

<i>PARTIDA No.</i>	<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>MONTO</i>
203( 6)	<i>Excavación de préstamo Caso 2</i>	<i>M.3</i>	<i>271</i>	<i>80,00</i>	<i>21.680,00</i>
206( 2)	<i>Excavación para puentes</i>	<i>M.3</i>	<i>235</i>	<i>2.000,00</i>	<i>470.000,00</i>
601( 3)	<i>Pilotes de acero estructural suministro</i>	<i>M.</i>	<i>986</i>	<i>2.500,00</i>	<i>2.465.000,00</i>
601(12)	<i>Pilotes de acero estructural hincados</i>	<i>cada uno</i>	<i>98</i>	<i>12.000,00</i>	<i>1.176.000,00</i>
601(19)	<i>Pilotes de prueba (acero estructural) hincados</i>	<i>cada uno</i>	<i>2</i>	<i>40.000,00</i>	<i>80.000,00</i>
602A(6)	<i>Hormigón Clase S</i>	<i>M.3</i>	<i>125</i>	<i>6.500,00</i>	<i>812.500,00</i>
					<i>5.025.180,00</i>

**CONTINUACION ANEXO 8.05-A**  
**Hoja 2/2**

<b>Monto original del contrato</b>	<b>123.000.000,00</b>
<b>Plazo señalado al contrato</b>	<b>500 días calendarios</b>
<b>Monto devengado durante la suspensión parcial</b>	<b>5.025.180,00</b>
<b>Cómputo del cargo en el plazo del contrato</b>	<b><math>\frac{500 \times 5.025.180}{123.000.000}</math></b>
<b>Tiempo cargado durante la suspensión</b>	<b>20 días calendario</b>

*Si el número computado de días es mayor que el número real de días calendarios en que estuvo en vigor la suspensión, se cargará el número real de días calendarios.*

## CAPITULO 9

### MEDICION Y PAGO

<i>SECCION</i>	<i>TITULO</i>	<i>PAGINA</i>
9.01	<i>Medición de cantidades</i>	9- 1
9.02	<i>Trabajo a costo más porcentaje (por administración)</i>	9- 5
9.03	<i>Pagos parciales</i>	9- 7
9.04	<i>Pagos por trabajos preparatorios</i>	9- 8
9.05	<i>Pago final</i>	9- 10
<i>Anexo 9.01 B</i>	<i>Cifras válidas recomendadas para mediciones o cálculos del pago final del contrato</i>	9- 12
<i>Anexo 9.01 C</i>	<i>Cálculos de área de excavación o relleno</i>	9- 13
<i>Anexo 9.01 E</i>	<i>Orientaciones para pruebas de campo de básculas de plataforma</i>	9- 16
<i>Anexo 9.02 C</i>	<i>Control diario de trabajos por administración</i>	9- 23
<i>Anexo 9.03 C</i>	<i>Hojas de estimación mensual</i>	9- 24
<i>Anexo 9.03 C-1</i>	<i>Guía para asignaciones en estimaciones de avance de la obra</i>	9- 30
<i>Anexo 9.05 C</i>	<i>Comprobante final</i>	9 -33
<i>Anexo 9.05 D</i>	<i>Cuadro de variaciones</i>	9 -34

### **Sección 9.01 MEDICION DE CANTIDADES**

**A- GENERALIDADES.** La Subsección 109.01 del CR-77 señala los métodos para medir cantidades, pero no pretende abarcarlos todos. Respecto a los detalles para medición, será necesario acudir a los planos y disposiciones especiales, así como a las secciones del CR-77 que tratan de "Requisitos para la Construcción".

Cada sección del CR-77 que trata de "Requisitos para la Construcción" contiene una subsección intitulada "Método de Medición", que enuncia lo que ha de medirse y cómo se ha de medir. Además, la subsección "Base para el Pago" de cada sección, indica cuál es el trabajo que queda cubierto con el pago y, cuando es adecuado, indica también el trabajo que no queda cubierto con el pago.

Alguna que otra vez, los planos y disposiciones especiales cambiarán los métodos corrientes de medición y pago, o incluirán disposiciones para medición y pago de partidas que no se encuentran en el CR-77.

Antes de hacer cualquier medición de un proyecto, el Ingeniero de Proyecto deberá estudiar los planos, especificaciones y disposiciones especiales, con el fin de determinar, ante todo, qué es lo que se ha de medir y, en segundo lugar, cómo se ha de medir. No hará mediciones para pago, a menos que estén provistas específicamente en los documentos arriba indicados o en una orden de cambio subsiguiente.

**B- DETALLES DE LA CANTIDAD.** El número de cifras decimales válidas hasta las que deben medirse y calcularse las cantidades, varía según sea el valor o el precio de licitación de las respectivas partidas. A menos que el J.O.C.R. haya dispuesto lo contrario, el Ingeniero de Proyecto puede guiarse por la sencilla relación siguiente:

<b>PRECIO DE LICITACION</b>	<b>CIFRAS VALIDAS</b>
<i>Menos de 10 colones por unidad</i>	<i>1</i>
<i>de 10 a 100 colones por unidad</i>	<i>0,1</i>
<i>de 100 a 1000 colones por unidad</i>	<i>0,01</i>
<i>de más de 1000 colones por unidad</i>	<i>0,001</i>

Para mayor facilidad, el anexo 9.01 B indica las cifras decimales válidas, para los renglones de pago de construcción más frecuentes, tomando en consideración las prácticas de uso más común.

En las estimaciones del avance de la obra, todas las cantidades deberán llevarse a la unidad entera más próxima, cuando se haya completado el 10 por ciento de un renglón de pago. Después de ello, la cantidad se medirá o calculará hasta la cifra decimal válida correspondiente.

**C- CALCULO DE CANTIDADES DE MOVIMIENTO DE TIERRAS.** En todas las regiones, a menos que en las disposiciones especiales se ordene lo contrario para las cantidades de excavación que hayan de pagarse, se empleará el método de sección media sin

*ninguna corrección por curvatura. En este método se utilizan: la superficie de las secciones promedio, las secciones medias (tomadas en ángulo recto respecto a la línea central) y la distancia de la línea central entre secciones medias.*

*La superficie de las secciones medias puede obtenerse ya sea por cálculo directo, basado en las notas de replanteo de taludes, o dibujando la sección y midiéndola planimétricamente, según lo disponga el J.O.C.R. El cálculo directo de superficies, basado en el replanteo de los taludes, es preferible ya que, por regla general, consume menos tiempo.*

*Hay varios métodos aceptables para el cálculo de superficies de las secciones medias, pero el que ha de preferirse es el método "entrecruzado". Este procedimiento aparece ejemplarizado en el anexo 9.01 C. También puede usarse el método del "chapulín", que se realiza con el compás de puntas.*

*Para evitar compensaciones deformadas de cantidades, de movimiento de tierras en extensiones de alineación sinuosa a lo largo de construcciones en laderas muy pronunciadas, puede hacerse necesaria la corrección por curvatura. Esta corrección obedecerá solamente para fines de compensación, y el pago se hará por cantidades de excavación sin corregir, a menos que las disposiciones especiales indiquen lo contrario. A este respecto, los cálculos de corrección por curvatura han resultado tan facilitados por los programas de computadoras, que actualmente se considera factible y realista establecer (en las disposiciones especiales) el pago de excavaciones con base en cantidades corregidas de este modo.*

*La toma de secciones transversales, después de haber terminado la nivelación, deberán ser las mínimas. Generalmente no habrá necesidad de tomar secciones transversales, salvo en los lugares en que haya una controversia con el Contratista, acerca de los lugares en que haya habido movimiento de tierras, o de cortes de roca que hayan implicado exceso o disminución de excavación. En las excavaciones en roca, en las que se hace necesario determinar el exceso permisible de excavación, puede hacerse necesario el trazado de la sección media.*

**D- CALCULO DEL ACARREO Y ACARREO ADICIONAL.** *La subsección 205.01 del CR-77 establece que: "Se denomina acarreo al trabajo de transportar el material obtenido de una excavación, desde su ubicación original hasta el sitio de ubicación final en la obra, exceptuando el transporte de materiales destinados a relleno para estructuras, relleno para fundación, subbase, base o provenientes de préstamo caso 2". La subsección 205.03 del CR-77 indica que: "EL sobreacarreo corresponde al acarreo autorizado por el Ingeniero en exceso de la distancia establecida y especificada como distancia de acarreo libre". La cantidad de material que deberá utilizarse en los cálculos de "acarreo" y "sobrecarreo" es la cantidad de material medida en el lugar de su posición original, excluyendo cualquier corrección por contratación o esponjamiento. A discreción del J.O.C.R., junto con estos cálculos pueden utilizarse diagramas de masa o métodos analíticos.*

**E- MEDICION DE MATERIALES (base por peso).** *Respecto a todos los materiales que se paguen con base en su peso, la constancia oficial de materiales entregados en el camino, deberán llevarse en talonarios de recibos uniformes, o en tolerancia o recibos proporcionados por el Contratista, para registrar pesos en la báscula.*

*Cuando se usen talonarios o recibos corrientes, el pesador deberá llenarlos totalmente,*

**salvo en lo referente a estación de colocación y entregará el original y la copia al conductor del camión y conservará el duplicado en el talonario. El inspector situado en la obra llenará el espacio destinado a la estación de colocación, pondrá sus iniciales en los dos ejemplares, devolverá al conductor del camión la boleta original y conservará la copia. Para asegurarse la entrega en la obra de todo el material que se ha pesado, la segunda y tercera copia habrán de comprobarse por comparación al terminar el turno de trabajo. Un método aceptado para hacerlo es llevar cintas distintas de máquinas sumadoras, respecto a los juegos de segundas y terceras copias de los recibos correspondientes a las operaciones de cada día y se las guardará engrapándolas con los juegos de copias de los recibos.**

**La correlación de los talonarios o recibos, retenidos en la obra por el inspector, con el registro que se lleva en la báscula (triplicado en los talonarios o tabulación del pesador) asegura que cada una de las cargas así se entregan en la obra. Cuando la báscula se encuentra a alguna distancia del proyecto, el Ingeniero de Proyecto deberá disponer lo que él considere necesario para asegurarse de que en el camino no se sustraerá ninguna parte de la carga. Esto puede hacerse observando los camiones cargados y la báscula de la obra y documentando estas observaciones por medio de anotaciones en el diario.**

**En una libreta de campo deberá llevarse un resumen del material colocado durante cada turno de trabajo, resumen en el que deberá indicarse: fecha, estación inicial, estación final, número del primero y último recibo y pesos a pagar. No es necesario ni deseable que en la libreta se anoten los datos de cada recibo. La libreta, corroborada por el juego de copias de los recibos de pesadas (con las cintas de máquinas sumadoras unidas a ellos) constituye el documento permanente básico para los pagos. También deberá conservarse, como parte de los registros del proyecto, los triplicados de talones de pesada o las tabulaciones del pesador.**

**La subsección 109.01 del CR-77 dispone que la tara de cada camión vacío ha de determinarse, por lo menos, una vez al día, salvo disposición en contrario, y las demás veces que así lo ordene el Ingeniero de Proyecto. Esta disposición no deberá interpretarse tan libremente que los pesos de tara se determinen rutinariamente con base a "una vez al día". Por regla general, deberá de determinárselas más de una vez al día. También es importante que los pesos de la tara se determinen en momentos aleatorios durante la jornada. Los pesos de la tara (y la fecha y hora de su determinación) deberán anotarse en una libreta de campo. Puede ser conveniente la anotación de esta información en la misma libreta de campo en la que se anote el resumen del material colocado.**

**Si la báscula que se utilice es de lectura directa (básculas en que la tara puede pesarse en uno de los brazos de la báscula y el peso de la carga puede leerse directamente en el otro brazo), o si es una báscula de cinta o algún otro aparato que pese la carga neta, prescindiendo del peso bruto del camión, se considerará que el talón es satisfactorio si se tacha con una línea el peso bruto, y se registran solamente la tara y el peso neto o peso a pagar. Si se utilizan básculas de estos distintos tipos y en cada uno de los talonarios no aparecen indicados el peso bruto y la tara, en el primer talonario deberá hacerse una anotación indicadora del tipo de báscula que se utilice.**

**Salvo disposición en contrario, contenida en las disposiciones especiales, no se hará en el peso de los agregados resta alguna por contenido de humedad. Cuando aparezca dispuesto que debe hacerse esta resta, la misma se basará en el contenido promedio diario de humedad, determinado mediante secado por calor de no menos de tres muestras representativas sacadas a intervalos aleatorios de la producción de cada ocho horas.**

*La subsección 106.05 del CR-77 dispone que los aparatos pesadores habrán de ser exactos hasta el 0,5 por ciento en toda la extensión de su capacidad, y que se les revisará a prueba y sellará tantas veces como el Ingeniero lo estime necesario para asegurar una exactitud constante. Dispone además que el Ingeniero puede permitir el uso de aparatos pesadores durante un tiempo razonable antes de que se les selle, siempre que las pruebas de campo indiquen constante conformidad con los límites de exactitud especificados. En el anexo 9.01-E se indican líneas de orientación para las pruebas de campo de básculas de plataforma.*

*El permiso para el uso de un aparato pesador antes de que se le selle, deberá constar por escrito. En dicho permiso deberán mencionarse las responsabilidades del Contratista, señaladas en la subsección 106.05 del CR-77, y estarán condicionadas bajo el entendimiento de que, si por pruebas y sellados subsiguientes se demostrará que hay faltas de exactitud, habrán de corregirse todos los pesos registrados antes del sellado.*

*Antes de comenzar las operaciones de pesadas de cada día y varias veces durante la jornada, tendrá que comprobarse cuidadosamente el equilibrio de la balanza en el cero. Esto consiste en ajustar a cero los indicadores de la báscula cuando ésta no sostiene carga ninguna y comprobando la romana. El brazo o romana deberá oscilar, libremente y por igual, equidistante de la parte alta y la parte baja del anillo en torno del extremo de la romana. En las básculas de brazos o romanas múltiples, cada uno de ellos deberá comprobarse por separado y luego todos ellos conjuntamente. Cualquiera de los brazos que, en realidad no se utilice, habrá de ajustarse firmemente en posición de cero, de modo que no se le pueda utilizar equivocadamente con los otros brazos. (Para más instrucciones respecto a comprobación de básculas véase el anexo 9.01-E).*

*Los ajustes y reparaciones de los aparatos pesadores son obligación del Contratista. El personal del proyecto puede nivelar la romana de la báscula, pero no puede hacer ningún ajuste ni reparación.*

*Si en cualquier ocasión, el Ingeniero de Proyecto no se considera satisfecho respecto a la precisión de un aparato pesador, ordenará al Contratista que suspenda la pesada y hará que el aparato pesador sea probado y sellado.*

**F. MEDICION DE MATERIAL BITUMINOSO.** *El material bituminoso para imprimaciones, riegos de liga y tratamientos superficiales bituminosos, se paga por volumen. El Ingeniero de Proyecto, en una libreta de campo, deberá llevar un resumen del material colocado en cada riego, resumen en el que deberá indicarse: fecha, estación inicial, estación final, ancho de riego, longitud de riego, lectura inicial del volumen del tanque, lectura final del volumen del tanque y temperatura del material bituminoso en el momento del riego.*

*El pago de embarques por camión puede hacerse con base en los volúmenes certificados, sujetos a corrección por pérdida o espumación. El Ingeniero de Proyecto comprobará la cantidad realmente utilizada, midiendo el volumen en los depósitos de almacenamiento situados en la obra. En el caso de una diferencia apreciable entre los dos registros, deberá utilizarse como base para el pago de medición de campo.*

*La subsección 109.01 del CR-77 dispone que los materiales bituminosos que han de pagarse por volumen se medirán a la temperatura de 15,6 °C, o se les corregirá al volumen equivalente a 15,6 °C.*

**Sección 9.02 TRABAJO A COSTO MAS PORCENTAJE (por administración)**

**A- GENERALIDADES.** *La subsección 109.04 del CR-77 trata de la ejecución de trabajos con base en costo más porcentaje (por administración). El trabajo por administración puede incluir partidas de suma contingente, enumeradas en las disposiciones especiales (para las cuales se ha incluido una suma en el pliego de licitación) y/o trabajos imprevistos en el momento en que se prepararon los planos y especificaciones y para los cuales no se ha dispuesto en el contrato base alguna para su pago, ni tal como se dispone en la subsección 109.03 del CR-77, tampoco puede convenirse suma alguna. Todos estos trabajos habrán de ordenarse mediante la expedición de órdenes de servicio.*

*Si después de la adjudicación del contrato, se decide que los intereses del Gobierno quedan mejor servidos, ejecutando una partida de suma contingente, valiéndose de algún medio distinto al método de cuenta por administración originalmente programado, se necesitará expedir una orden de modificación.*

*La subsección 109.04 del CR-77 dispone que el pago de trabajos por administración se hará con las estimaciones mensuales, basado en los registros diarios (firmados por el Ingeniero y el Contratista) y en las facturas con su recibo o en certificaciones que corroboren los costos de los materiales.*

*Es absolutamente esencial que se observe estrictamente el requisito de que los registros de la cuenta por administración, se llenen y firmen diariamente a medida que avanza el trabajo.*

*Como requisitos previos para incluir una cantidad de cuenta por administración, en un comprobante para pago han de seguirse tres pasos importantes a saber:*

- 1- La expedición de una orden de servicio, debidamente autorizada, amparando el trabajo específico que se ha de ejecutar.*
- 2- Llevar registros diarios respecto al trabajo ejecutado, en los que conste: mano de obra, equipo y materiales, registros que deberán estar firmados por el representante del Contratista y el Ingeniero de Proyecto.*
- 3- Llevar resúmenes mensuales de los registros antes mencionados, en los que se indiquen los totales de mano de obra, materiales y equipo correspondientes al mes y el cálculo de las asignaciones de acuerdo con la subsección 109.04 del CR-77.*

*Para órdenes de servicio de trabajos por administración, se llevarán registros y resúmenes mensuales aparte para cada orden de servicio.*

**B- TARIFAS UNITARIAS DE MANO DE OBRA.** *Las tarifas de salarios de mano de obra serán las que aparezcan realmente en las nóminas de salarios y que el Contratista haya pagado. Estas tarifas no serán superiores a las que se paguen por otros trabajos comparables en el mismo proyecto. En general, la cuenta por administración no deberá incluir el pago de horas extras. Sin embargo, este pago puede autorizarse en los casos en que la mayoría de los empleados del Contratista trabajen con base en horas extras y para la ejecución de trabajos de emergencia, ordenados por el Ingeniero.*

*Las tarifas unitarias de arrendamiento de equipo serán las que aparezcan mencionadas o citadas en la orden de servicio correspondiente, o las que se hayan establecido en las disposiciones especiales.*

*El importante de los materiales (inclusive cargos por transporte) se obtendrá de las facturas con su recibo, o de las certificaciones, tal como se dispone en la subsección 109.04-F del CR-77. Si los materiales se elaboran (todo o en parte) en el proyecto, la asignación por materiales se limitará a las materias primas utilizadas y todos los demás costos se incluirán en los conceptos de mano de obra y equipo.*

*Las disposiciones especiales pueden contener un porcentaje que es el que se asigna al Contratista para que cubra el costo de impuestos que gravan los salarios, de primas de seguros y de beneficio para los trabajadores que sean de aplicar, en general, a sus empleados. Cuando en las disposiciones especiales no se fije este porcentaje, el Ingeniero de Proyecto obtendrá del Contratista una relación certificada en la que se indique la cantidad real que él haya pagado por estos conceptos. Se obtendrá también una certificación aparte, respecto a la primera estimación de la obra, en la que se incluirá el pago del trabajo por administración. Después de esto se necesitarán otros certificados, siempre que haya un aumento o disminución del monto real que haya que pagarse.*

**C- REGISTROS DIARIOS DE TRABAJOS POR ADMINISTRACION.** *Los registros diarios deberán prepararse en una fórmula parecida a la que se muestra en el anexo 9.02-C, una para cada día y para cada orden de servicio en las que se ejecute un trabajo por administración. Las fórmulas deberán firmarlas el Ingeniero de Proyecto y el representante del Contratista en el proyecto, para que indiquen su mutua conformidad con la relación de mano de obra, equipo y materiales utilizados y las tarifas que han de pagarse por cada uno de dichos conceptos.*

*La finalidad de los registros o cuentas diarias no es que pasen a formar parte de comprobante alguno, ya sea de estimación mensual o final, ni que se les haya de unir a alguno de ellos. Debe considerárseles como formando parte esencial del expediente permanente de la obra, del mismo modo que cualquier nota de campo o cualquier libreta de cálculos.*

*Cuando el proyecto esté ya terminado, deben enviarse a la Oficina Regional, las copias de todos los registros diarios del Ingeniero de Proyecto, junto con los demás registros y anotaciones que se ordenan en el Capítulo 3 de este Manual.*

**D- RESUMEN DE LOS TRABAJOS POR ADMINISTRACION.** *Si los resúmenes mensuales de trabajos por administración, han de hacerse en Libro Resumen de Cálculos Estimados, el J.O.C.R. deberá dictar instrucciones respecto a cómo prepararlos.*

*Cuando se utilicen fórmulas de resumen mensual, en ellas deberá incluirse la información siguiente:*

- 1- *Resumen de los totales diarios por mano de obra, equipo y materiales utilizados de acuerdo con la orden de servicio correspondiente.*
- 2- *Los márgenes o porcentajes autorizados para seguro, impuestos, etc.*
- 3- *El total devengado por el Contratista durante el mes, el total anteriormente devengado y el total hasta la fecha, correspondiente a la orden de servicio respectiva.*

*Cuando se utilicen fórmulas de resumen mensual, deberán prepararse resúmenes distintos para cada una de las órdenes en las que se hayan hecho trabajos por administración durante el período correspondiente, a menos que el J.O.C.R. haya autorizado lo contrario. Estos resúmenes deberán unirse a los comprobantes de estimación mensual. Después del primer comprobante por el que se haya hecho el pago de una orden de servicio de trabajos por administración, lo deseable es que a cada uno de los comprobantes ulteriores de avance de la obra, se acompañe un estado o relación resumido correspondiente a dicha orden, hasta que hayan quedado terminados todos los trabajos comprendidos en la misma. Si, durante el período, no se llevara a cabo trabajo alguno comprendido en la orden, la relación deberá indicar: "No se hizo trabajo alguno durante este período", y en la forma se anotarán únicamente el "total anterior" y el total "hasta la fecha". Cuando hayan quedado terminados todos los trabajos comprendidos en la orden, el estado o relación deberá indicar: "Trabajo terminado". De ese momento en adelante, ya no habrá necesidad de adjuntar ningún estado o relación mensual.*

### **Sección 9.03 PAGOS PARCIALES**

**A- REQUISITOS GENERALES.** *La subsección 109.06 del CR-77 dispone que se hagan pagos parciales al Contratista. Estos pagos se hacen mensualmente, en el día del mes señalado en la Conferencia de Preconstrucción.*

*En general, en las estimaciones no se deberán incluir renglones o partes de renglones de pago, que no cumplan con los requisitos de la especificación o respecto a las que no se hayan aportado cualquiera de los certificados necesarios, o no se les haya encontrado satisfactorios.*

*Se prepararán estimaciones utilizando métodos electrónicos, de acuerdo con las instrucciones dadas por el J.O.C.R. Sin embargo, dichas estimaciones deberán contener, en general, información equivalente a la señalada para los cálculos que no se hayan tratado con dicho procedimiento y deberán estar corroborados por los documentos siguientes:*

- 1- Un cuadro resumido de los trabajos por administración.*
- 2- Un cuadro o relación que corrobore los adelantos de materiales y los trabajos preparatorios.*

*Cuando las estimaciones no se hayan hecho por un proceso electrónico, se necesitan los documentos siguientes:*

- 1- Comprobante similar al mostrado en el anexo 9.03-C*
- 2- Un cuadro resumido de los trabajos por administración.*
- 3- Un cuadro corroborador de los adelantos para materiales y trabajos preparatorios.*

*El número de copias y la distribución de los documentos de pago, deberán ser los señalados en el MNP 04-6.70*

**B- RETENCION.** De los pagos por avance de la obra se restará una cantidad para la retención dispuesta en la subsección 109.06 del CR-77. La cantidad de la retención será el 5 / de la cantidad total devengada por el Contratista, hasta que se complete y se acepte el trabajo contratado.

*Si el trabajo está sustancialmente terminado, el Ingeniero de Proyecto puede liberar (a discreción suya) la parte de la retención que considere que rebasa el monto necesario adecuado para protección del Gobierno. Sin embargo, esta liberación se hará solamente mediante aprobación escrita del J.O.C.R. Este criterio se aplica, particularmente, cuando el trabajo ha sido aceptado y todo parece indicar que habrá una demora en el pago de la estimación final.*

*En todo caso, es importante que se proteja el interés del Gobierno, pero al mismo tiempo la cantidad de la retención debe ser justa para el Contratista. Las reducciones en la retención, deben ser hechas de manera imparcial, para asegurar la administración justa y uniforme de este asunto, a lo largo de todas las Regiones.*

**C- COMPROBANTE DE ESTIMACION.** El anexo 9.03-C, muestra las anotaciones que han de hacerse en cada estimación mensual. Las firmas del Gobierno tendrán que estar de acuerdo con la adecuada delegación de autoridad. La firma del Contratista (o de su representante autorizado) puesta en el comprobante de estimación, no es un requisito exigido. Sin embargo, si el J.O.C.R. decide que en cualquier proyecto de su Región (o en todos ellos) está justificado que se consiga la firma del Contratista, deberán tomarse las disposiciones necesarias para este fin.

*Antes de preparar la hoja de estimación (comprobante), el Ingeniero de Proyecto deberá haber medido, calculado o hecho la estimación de las cantidades de los renglones de pago del contrato. La estimación de las cantidades que hayan que hacerse en partidas que no pueden medirse directamente, exige muchísimo criterio. La estimación deberá representar, tan aproximadamente como sea posible, el valor de los trabajos verdaderamente llevados a cabo hasta la fecha. El anexo 9.03-C1, muestra los porcentajes que se considera son de aplicar a estimaciones en diversas fases de la obra. Estos porcentajes están destinados a que sólo sirvan de orientación general y deberá ajustárseles, según sea necesario, para que encajen con las condiciones y la complicación del trabajo determinado en cuestión. No deberá utilizárseles como sustitutivo de las estimaciones para materiales que se tengan a mano respecto a trabajos preparatorios.*

#### **Sección 9.04 PAGOS POR TRABAJOS PREPARATORIOS**

*La subsección 109.06 del CR-77, autoriza el pago de trabajos preparatorios y de materiales entregados en algún lugar del proyecto. También dispone que pueden tomarse en consideración los materiales entregados al Contratista en lugares distintos al de la obra, si:*

- 1- esta consideración está específicamente autorizada por el contrato, y*
- 2- si el Contratista aporta pruebas satisfactorias de que ha adquirido la propiedad de dichos materiales y que los mismos se utilizarán en la obra amparada en el contrato.*

*Las estimaciones para trabajos preparatorios deberán hacerse solamente cuando las solicite el Contratista y, en todos los casos, solamente cuando las condiciones y circunstancias justifiquen realizar esta estimación.*

*Las estimaciones para el pago de partidas de suma global o precio alzado, deberán estar corroboradas por anotaciones en una libreta de campo, distinta al diario del proyecto. Pueden ser simples indicaciones de que en las fechas en las que se hizo una inspección de la obra, el trabajo se encontraba satisfactoriamente terminado (o estaba terminado en el porcentaje establecido), de acuerdo con los planos y especificaciones; estas indicaciones deberán estar firmadas por el Ingeniero de Proyecto.*

*Las estimaciones para materiales se determinarán con las facturas suministradas por el Contratista. Las copias de los demás registros del Contratista, y el examen de sus nóminas de salarios, constituirán la base para las asignaciones referentes a trabajos preparatorios.*

*Cuando examine una estimación, el Ingeniero de Proyecto deberá determinar, ante todo, la relación adecuada que el material y/o el trabajo preparatorio guarda con la partida completa de la obra. La estimación no deberá rebasar dicha proporción adecuada, cualquiera que sea el costo que el trabajo haya representado para el Contratista.*

*La que sigue es una lista parcial de materiales y otros trabajos preparatorios para los que puede hacerse una asignación*

*Cemento*

*Tubos de alcantarillas*

*Piedra para mampostería*

*Agregados (producidos en el sitio o adquiridos)*

*Acero (de refuerzo, para postensión y estructural)*

*Materiales bituminosos (almacenados en el proyecto)*

*Explosivos y fulminantes*

*Madera para encofrados*

*Trabajo en formaletas o encofrados*

*Transporte de equipo al lugar de la obra*

*Cuando se hagan estimaciones para materiales o trabajos preparatorios, el Ingeniero de Proyecto deberá señalar al Contratista la Subsección 107.14 del CR-77, que especifican la responsabilidad del Contratista respecto al cuidado y protección de la obra.*

### **Sección 9.05 PAGO FINAL**

**A- GENERALIDADES.** El párrafo D) de la Subsección 109.06 del CR-77, contiene las disposiciones referentes al pago y liquidación final de los contratos. Estos pagos deberán hacerse tan pronto como sea posible después de la inspección final y de la aceptación.

*Hay tres situaciones distintas en las que se prepara una estimación final, a saber:*

- 1- *Cuando no hay reclamaciones pendientes u otros factores en disputa que afecten el cierre del contrato.*
- 2- *Cuando hay una reclamación pendiente (por una remuneración adicional y/o una prórroga del plazo del contrato), y el Contratista ha formulado su reserva respecto a la misma.*
- 3- *Cuando hay un pago (posterior al hecho en la situación "2" anterior) como liquidación final de la reclamación o reclamaciones del Contratista.*

*Tanto en la situación "1" como en la "2" se preparará una estimación final (con sus documentos de soporte, en la forma como se indica más adelante), en la que se disponga el pago de todo el dinero que consta que se debe al Contratista. En la situación "2", la estimación final deberá disponer el pago del dinero anteriormente retenido, incluso en el caso de que el Contratista haya expresado que se reserva alguna reclamación. Los perjuicios liquidados, si los hubiese, se restarán de la cifra estimativa final, a pesar incluso de que haya todavía pendiente una petición de prórroga del plazo del contrato.*

*Cuando el Contratista haya presentado una reclamación, el Ingeniero de Proyecto deberá dar a entender claramente a éste que su aceptación de la estimación final (con una reserva de reclamación indicada en el anverso del comprobante), no perjudica en modo alguno sus derechos a la reclamación pendiente.*

*En la parte "C" de esta sección, se dan detalles adicionales sobre el formulario del comprobante final, las declaraciones de certificación, y la aprobación del comprobante de pago.*

**B- ELABORACION DEL COMPROBANTE FINAL.** En la situación "1" ó "2" del párrafo "A" anterior, el comprobante final para liquidación de un contrato deberá ir soportado con los documentos que se enumeran a continuación:

- 1- *Comprobante final*
- 2- *Cuadro de variaciones*
- 3- *Estado resumido de los trabajos por administración*

- 4- *Cuenta del tiempo del contrato*
- 5- *Relación del cálculo de la longitud*
- 6- *Informe de aceptación final*
- 7- *Certificación de los materiales*

*Cada uno de los puntos arriba enumerados está tratado (o explicado) con mayor detalle, más adelante de esta sección. El número de copias, su distribución y el procedimiento para envío de los comprobantes finales para el pago deberá estar de acuerdo con los procedimientos administrativos en vigor.*

**C- COMPROBANTE FINAL.** *La forma que se muestra en el Anexo 9.05 C, es la que se necesita para el pago final de cada proyecto de construcción bajo supervisión directa de la División de Obras Públicas. A opción del J.O.C.R., puede utilizarse una estimación final tratada electrónicamente.*

**D- CUADRO DE VARIACIONES.** *El Anexo 9.05 D presenta un ejemplo de un cuadro de variaciones final.*

**E- CUENTA DE TIEMPO DEL CONTRATO.** *A los comprobantes finales se unirá una cuenta del tiempo transcurrido, cualesquiera que sean los perjuicios que tengan que apreclarse.*

*De vez en cuando puede darse un caso, en el que el Contratista tenga una reclamación pendiente que implique un ajuste del plazo del contrato. En estos casos, deberán calcularse los perjuicios por cualquier exceso respecto al plazo original del contrato, más todas sus prórrogas (si las hubiere) aprobadas antes de la fecha del comprobante.*

**F- EXPLICACION DEL CALCULO DE LA LONGITUD.** *Deberá prepararse una explicación del cálculo de la longitud de modo que muestre, de modo fácil de entender, los distintos tipos de calzada (estructuras principales, etc.) y deje ver cualesquiera excepciones, dentro de los límites del proyecto, en las que no se ha hecho trabajo alguno.*

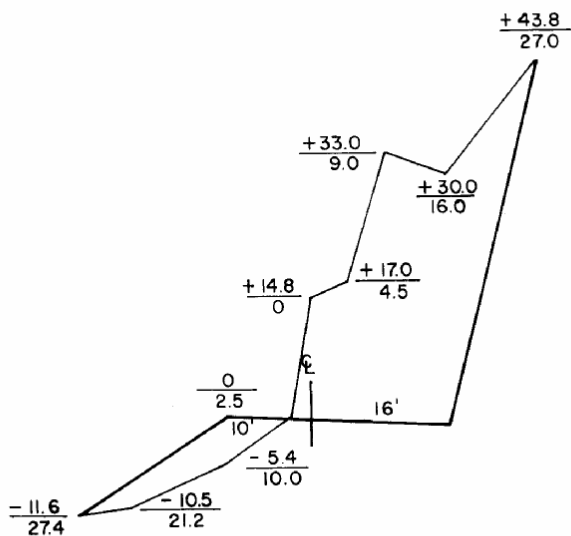
**G- INFORME DE ACEPTACION FINAL.** *Este informe se incluirá en los documentos adjuntos al comprobante final, a menos que se le haya presentado con anterioridad.*

**H- CERTIFICACION DE LOS MATERIALES.** *Esta certificación, expedida por el Laboratorio de Materiales Central, se incluirá en los documentos adjuntos al comprobante final*

**Anexo 9.01 B- CIFRAS VALIDAS RECOMENDADAS PARA MEDICIONES O CALCULOS DE PAGO FINAL DEL CONTRATO**

<b>SECCION</b>	<b>REGLON DE PAGO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CIFRAS VALIDAS</b>
201	<i>Limpieza y desmonte</i>	<i>Ha</i>	<i>0,001</i>
203	<i>Excavación y terraplenado</i>	<i>M3</i>	<i>1</i>
204	<i>Subbase</i>	<i>M3</i>	<i>1</i>
205	<i>Acarreos</i>	<i>M3-Km</i>	<i>1</i>
206	<i>Excavación para estructuras</i>	<i>M3</i>	<i>0,1</i>
207	<i>Conformación de subrasante</i>	<i>Km</i>	<i>0,001</i>
208	<i>Revestimientos</i>	<i>M3</i>	<i>0,1</i>
209	<i>Destrucción de caminos existentes</i>	<i>U</i>	<i>0,01</i>
210	<i>Limpieza de la orilla del camino</i>	<i>Ha</i>	<i>0,001</i>
304	<i>Agregados para la base</i>	<i>M3</i>	<i>0,1</i>
306	<i>Reacondicionamiento de la calzada</i>	<i>Km</i>	<i>0,001</i>
308	<i>Base estabilizada con cemento Portland</i>	<i>M2</i>	<i>0,1</i>
403	<i>Pavimento bituminoso en caliente</i>	<i>Ton</i>	<i>0,1</i>
404	<i>Pavimento bituminoso en frío</i>	<i>Ton</i>	<i>0,1</i>
408	<i>Asfalto para imprimación</i>	<i>Lt.</i>	<i>1</i>
413	<i>Agregados apilados</i>	<i>M3</i>	<i>0,1</i>
501	<i>Pavimento de hormigón Portland</i>	<i>M2</i>	<i>0,1</i>
601	<i>Pilotaje (suministro)</i>	<i>M</i>	<i>0,1</i>
601	<i>Pilotaje (hinca)</i>	<i>Cada uno</i>	<i>1</i>
602A	<i>Hormigón estructural</i>	<i>M3</i>	<i>0,01</i>
602C	<i>Varillas de acero para refuerzo</i>	<i>Kg</i>	<i>1</i>
603	<i>Tubos de alcantarillado</i>	<i>M</i>	<i>0,01</i>
606	<i>Guardacaminos</i>	<i>M</i>	<i>0,01</i>
607	<i>Cercas</i>	<i>M</i>	<i>1</i>
608	<i>Aceras</i>	<i>M2</i>	<i>0,1</i>
609	<i>Bordillos y/o cunetas</i>	<i>M</i>	<i>0,1</i>
610	<i>Mampostería</i>	<i>M3</i>	<i>0,01</i>
611	<i>Estructuras de acero</i>	<i>Kg</i>	<i>1</i>
612	<i>Barandas para puentes</i>	<i>M</i>	<i>0,01</i>
619	<i>Escollera de piedra suelta</i>	<i>M3</i>	<i>0,01</i>
620	<i>Pedraplén especial</i>	<i>M3</i>	<i>0,01</i>
622	<i>Cauces revestidos</i>	<i>M2</i>	<i>0,1</i>

**ANEXO 9.01 C Hoja 1/3**  
**CALCULO DEL AREA DE EXCAVACION O RELLENO**  
 (POR EL METODO ANALITICO)



**ESTACION 7 + 25**

EST.	COTA	GR	IZQUIERDA			℄	DERECHA						
7+25	37.1	1622.34	0	-11.6	-10.5	-5.4	0	+14.8	+17.0	+33.0	+30.0	+43.8	0
			(+)10	(+)27.4	(+)21.2	(+)10.0	(+)2.5	0	(-)4.5	(-)9.0	(-)16.0	(-)27.0	(-)16.0
				+11.2	+17.4	+18.7	+10.0	+7.0	+9.0	+11.5	+18.0	0	

**CALCULO PARA EL RELLENO**

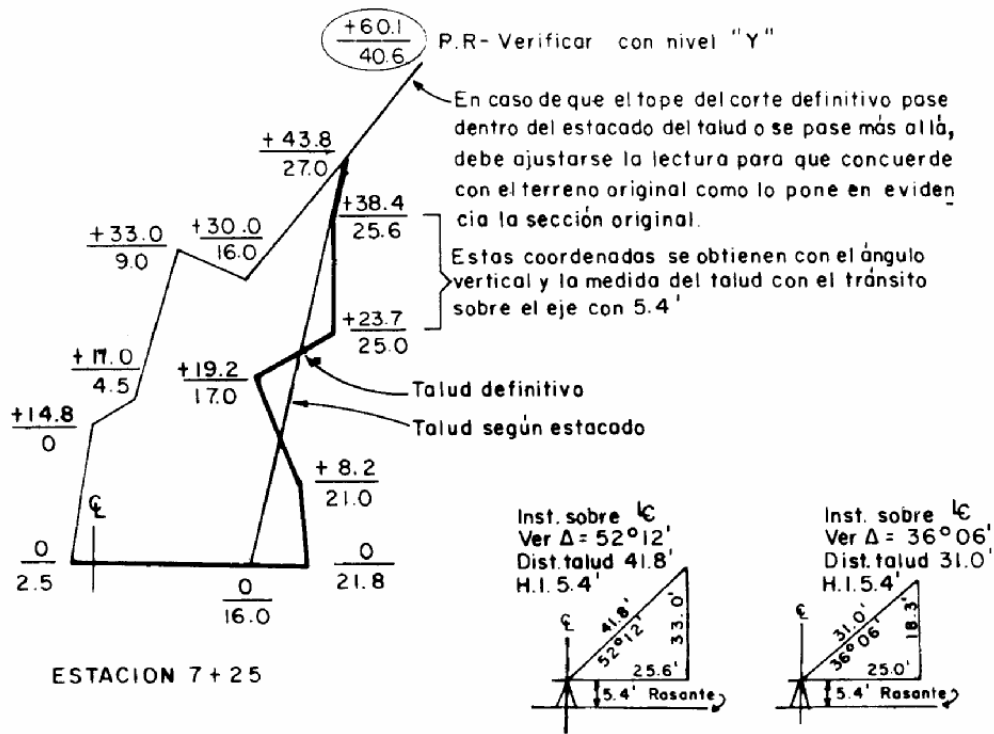
$$\begin{aligned}
 (-11.6) \times (-11.2) &= + 129.92 \\
 (-10.5) \times (+17.4) &= - 182.70 \\
 (-5.4) \times (+18.7) &= - 100.98 \\
 \hline
 \text{SUMA ALGEBRAICA} &= - 153.76 \\
 \frac{153.76}{2} &= 76.88 \text{ AREA DE RELLENO}
 \end{aligned}$$

**CALCULO PARA LA EXCAVACION**

$$\begin{aligned}
 (+14.8) \times (+7.0) &= + 103.6 \\
 (+17.0) \times (+9.0) &= + 153.0 \\
 (+33.0) \times (+11.5) &= + 379.5 \\
 (+30.0) \times (+18.0) &= + 540.0 \\
 \hline
 \text{SUMA ALGEBRAICA} &= + 1176.1 \\
 \frac{1176.1}{2} &= 588.05 \text{ AREA DE EXCAVACION}
 \end{aligned}$$

Anexo 9.01 C  
Hoja 2/3

**CALCULO DEL AREA DE UN CORTE TRANSVERSAL  
VUELTO A MEDIR**  
(POR MEDIO DEL METODO ANALITICO)



Sección Original  $\frac{0}{2.5} + \frac{14.8}{0} + \frac{17.0}{4.5} + \frac{33.0}{9.0} + \frac{30.0}{16.0} + \frac{43.8}{27.0} \frac{0}{16}$

Segunda Medición  $\frac{0}{16} + \frac{43.8}{(-)27.0} + \frac{38.4}{(-)25.6} + \frac{23.7}{(-)25.0} + \frac{19.2}{(-)17.0} + \frac{8.2}{(-)21.0} \frac{0}{(-)21.8} \frac{0}{16}$

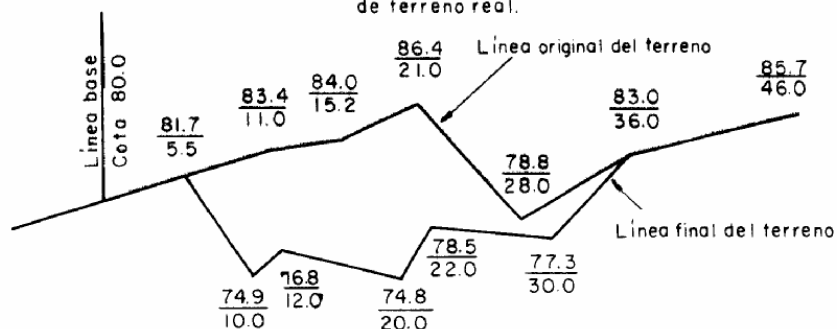
+ 3.6 - 20 - 8.6 - 40 + 4.8 - 5.0

16.0 de	25.6 =	+ 9.6
27.0 "	25.0 =	- 2.0
25.6 "	17.0 =	- 8.6
25.0 "	21.0 =	- 4.0
17.0 "	21.8 =	+ 4.8

$\frac{1}{2}$	+(9.6) x (+43.8) =	+ 420.48
	+(- 2.0) x (+38.4) =	- 76.80
	+(- 8.6) x (+23.7) =	- 203.82
	+(- 4.0) x (+19.2) =	- 76.80
	+(4.8) x (+8.2) =	+ 39.36
		+ 459.84 - 357.42 = $\frac{102.42}{2} = + 51.21$

*Anexo 9.01 C*  
*Hoja 3/3*  
**CALCULO DEL AREA DE CUALQUIER CORTE IRREGULAR**  
 (POR EL METODO ANALITICO)

En este ejemplo se hacen los cálculos usando auténticas cotas de terreno real.



Las lecturas están en la dirección de las manecillas del reloj en derredor de la figura, comenzando y terminando en el mismo punto. Nótese que este punto se refiere verticalmente a la cota de la base (0.0) y que esta lectura 0.0 también se repite, entonces:

<u>80.0</u>	<u>0.0</u>	<u>81.7</u>	<u>83.4</u>	<u>84.0</u>	<u>86.4</u>	<u>78.8</u>	<u>83.0</u>	<u>77.3</u>	<u>78.5</u>	<u>74.8</u>	<u>76.8</u>	<u>74.9</u>	<u>81.7</u>	<u>0.0</u>
0.0	5.5	5.5	11.0	15.2	21.0	28.0	36.0	30.0	22.0	20.0	12.0	10.0	5.5	5.5

No son necesarios los signos más y menos mientras la figura quede por completo de un lado de las líneas base, empero, la diferencia algebraica es esencial en el siguiente cálculo. Es preciso considerar cuidadosamente los signos.

$$\begin{aligned}
 81.7 \times (-5.5 + 11.0) &= + 449.35 \\
 83.4 \times (-5.5 + 15.2) &= + 808.98 \\
 84.0 \times (-11.0 + 21.0) &= + 840.00 \\
 86.4 \times (-15.2 + 28.0) &= + 1105.92 \\
 78.8 \times (-21.0 + 36.0) &= + 1182.00 \\
 83.0 \times (-28.0 + 30.0) &= + 166.00 \\
 77.3 \times (-36.0 + 22.0) &= - 1082.20 \\
 78.5 \times (-30.0 + 20.0) &= - 785.00 \\
 74.8 \times (-22.0 + 12.0) &= - 748.00 \\
 76.8 \times (-20.0 + 10.0) &= - 768.00 \\
 74.9 \times (-12.0 + 5.5) &= - 486.86 \\
 81.7 \times (-10.0 + 5.5) &= - 367.65 \\
 \text{Doble del área} &= + 314.55 \\
 \text{Área} &= 157.28
 \end{aligned}$$

**Anexo 9.01 E- ORIENTACIONES PARA PRUEBAS DE CAMPO DE BASCULAS DE  
Hoja 1/7 PLATAFORMA**

*Tal como se dispone en la Subsección 106.05 del CR-77 y se expone en la sección 9.01-E de este Manual, es necesario que los aparatos pesadores se revisen, prueben y sellen tan a menudo como el Ingeniero lo considere necesario para que se asegure su constante exactitud; pero el Ingeniero puede permitir el uso de dichos aparatos, durante un período razonable, antes de sellarlos, siempre que las pruebas de campo indiquen que constantemente están dentro de los límites específicos de precisión (0,5 por ciento dentro de toda diversidad de usos). Las instrucciones que siguen, con los esquemas a ellas adjuntos, serán útiles al Ingeniero del Proyecto para las pruebas de campo de básculas de plataforma.*

**COMPROBANTES DE LA INSTALACION**

- 1- *Compruébese la capacidad indicada por el fabricante de la báscula en lo que se refiere a capacidad para acomodar las cargas más pesadas que hayan que pesarse.*
- 2- *Compruébense la anchura, la profundidad, el drenaje y la capacidad de sostén de los cimientos, para evitar asentamientos indebidos y las consiguientes pesadas erróneas. (Véanse los esquemas-Figura 2)*
- 3- *Compruébese la colocación del entramado. (Véanse los esquemas-Figura 2)*
- 4- *Revísese la báscula por si tiene piezas rotas, filos desgastados de las cuchillas, fricción en los bordes de la plataforma o de las piezas móviles, etc. Hágase que el Contratista dé los pasos necesarios para remediar los defectos de funcionamiento.*
- 5- *Compruébese la altura de la plataforma después de instalada y, posteriormente a intervalos frecuentes para asegurarse de que la báscula esté horizontal.*
- 6- *Compruébese la palanca transversal (que algunas veces se llama quinta palanca) para cerciorarse de que esté horizontal, cuando no hay peso alguno en la plataforma de la báscula. (Véanse los esquemas-Figura 1)*
- 7- *Compruébese la pesa corredora para que la una (la pieza que desprende la pesa de las muescas del brazo o romana) esté funcionando perfectamente. (Cuando está encajada, la una debe asentarse firmemente en las muescas del brazo, sin movimiento lateral alguno de lapesa.) Véase los esquemas-Figura 1)*
- 8- *Compruébese la varilla de la romana (que une la palanca transversal con el brazo por medio de una abrazadera) para ver que esté a plomo. (Véanse los esquemas-Figura 1)*

**NIVELACION**

*Cuando la báscula está nivelada, el brazo o romana debe oscilar libremente y por igual, equidistante de la parte alta y el fondo del anillo de retén. También, el desplazamiento de la pesa en dos de las divisiones más pequeñas del brazo, a partir de la posición cero,*

*Anexo 9.01 E  
Hoja 2/7*

*hará que el brazo descansa en el fondo del anillo de retén. Para comprobar la nivelación, se recomiendan los pasos siguientes:*

- 1. Conéctese la varilla de la romana al brazo o romana y a la palanca transversal.*
- 2. Póngase a cero todos los indicadores del brazo o romana*
- 3. Póngase contrapesos en los puntos especificados por el fabricante*
- 4. Suéltese el mecanismo accionador del anillo de retén*
- 5. Aplique un ligero empuje al brazo. Si el brazo no oscila libremente y por igual en anillo de retén, ajuste la barra niveladora.*
- 6. Si el brazo sigue sin oscilar libremente y por igual en el anillo de retén, revise los demás puntos indicados en la lista de comprobación de la instalación, para encontrar cuál es la causa.*

**PRUEBAS DE SECCION**

*Generalidades*

*Tienen que hacerse comprobaciones de la instalación y nivelación y tienen que corregirse todas las fallas y todos los defectos de funcionamiento, antes de que se pase a hacer las pruebas de sección.*

*Una sección es un tubo de aproximadamente 6 pulgadas (15 cm) de diámetro, que abarca toda la anchura de la báscula. En una unidad de báscula hay, cuando menos, dos secciones. El esquema de la Figura 3 presenta la posición correcta del vehículo transportador en la plataforma de la báscula, para las pruebas de sección.*

*El vehículo que se utilice en las pruebas de sección, habrá de ser del tipo y capacidad de los que se utilicen en el proyecto.*

*Cuando el Contratista haya de utilizar más de un tipo de vehículo, se empleará para la prueba el vehículo de mayor capacidad. La carga de trabajo para la prueba deberá ser lo más aproximada posible a la capacidad que el Contratista se propone transportar.*

*El viento surte efectos desfavorables en la precisión de la prueba de sección. Por este motivo, las pruebas de sección tienen que llevarse a cabo cuando el aire está en calma.*

*Es importante que se lleve un registro del proyecto que documente todas las pruebas de sección que se hagan. En la Figura 4 presentamos un formato adecuado para estos registros.*

*Las pruebas de sección se dividen en dos partes: pruebas de tensión de carga y pruebas de precisión de la báscula.*

Anexo 9.01 E

Hoja 3/7

#### 1- PRUEBA DE TENSION DE CARGA

*La prueba de tensión de carga se lleva a cabo con el vehículo cargado colocado en distintas posiciones sobre la báscula, tal como lo indica la Figura 3. Los pesos obtenidos en cada una de las posiciones de la prueba deberán anotarse y se les comparará para determinar si cada una de las secciones queda dentro de la variación permisible al 0,5 por ciento (5 kilogramos por 1000 kilogramos) Véase la Figura 4)*

*Si las pesadas de la prueba discrepan en más de 5 unidades por cada 1000 unidades, se le ordenará al Contratista que haga los ajustes adecuados. Si se necesitan ajustes, la prueba de tensión de carga tendrá que repetirse. Antes de pasar a la prueba de precisión de la báscula, tienen que quedar atendidos los requisitos de la prueba de tensión de carga.*

#### 2- PRUEBA DE PRECISION DE LA BASCULA

*Para esta prueba se utilizarán las pesas estándar de 25 kilos proporcionadas por el Contratista.*

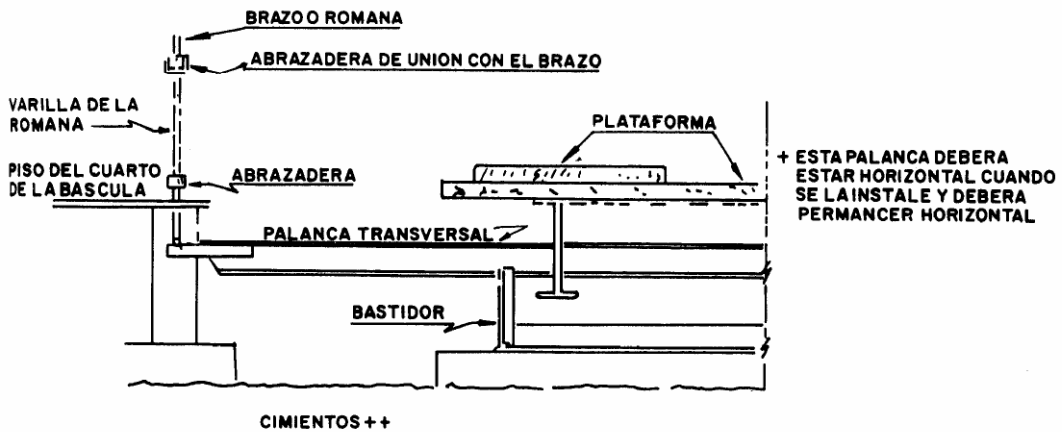
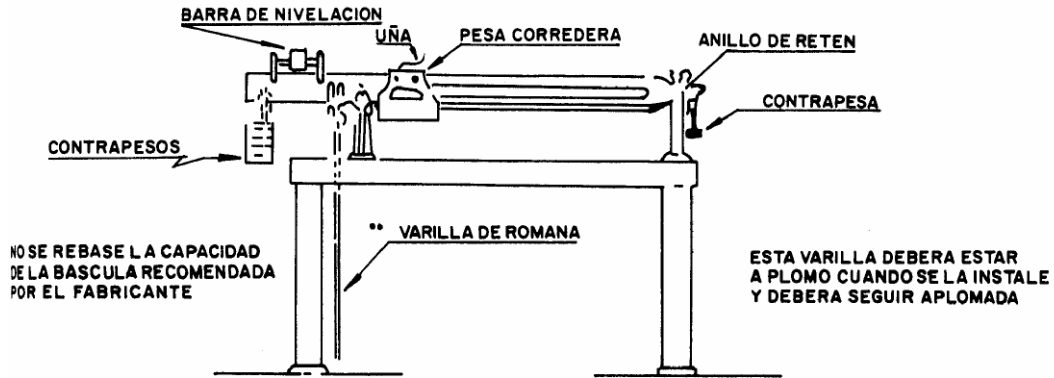
##### Fase A

1. *Hacer una nueva comprobación de la nivelación de la báscula*
2. *Situar la pesa corredera a 250 kilos*
3. *Poner 10 pesas estándar de 25 kilos en cualquier punto de la plataforma y de la báscula.*
4. *Soltar el mecanismo sujetador del anillo de retén. Si el brazo no oscila a una distancia igual de la parte alta y del fondo del anillo de retén, se requerirá al Contratista para que haga los ajustes necesarios.*
5. *Si hay necesidad de ajustes, después de ellos repítanse los pasos 1 a 4, ambos inclusive. Si no son necesarios, pásese a la Fase B.*

##### Fase B

1. *Pésese el mismo vehículo cargado que se utilizó en la prueba de tensión de carga, poniéndolo sobre la báscula en las distintas posiciones indicadas en la Figura 3*
2. *Añádase a la carga las 10 pesas estándar de 25 kilos, y hágase una nueva pesada con el vehículo ocupando, en la plataforma de la báscula, las mismas posiciones que en (1) anterior. Si la báscula funciona debidamente, cada pesada indicará 250 kilos más que las leídas en (1).*
3. *Si hay necesidad de ajustes, repítanse las Fases A y B*

### BRAZO Y PILON DE LA ROMANA



### CORTE EN ALZADO

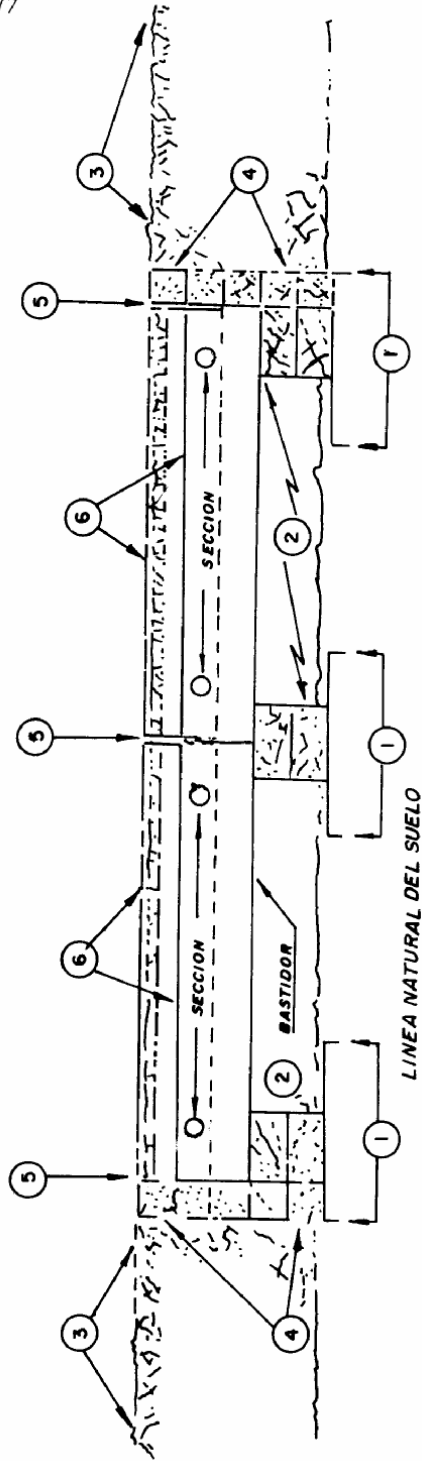
++ LOS CIMIENTOS DEBERAN PROPORCIONAR SOSTEN Y SOPORTE ADECUADOS PARA QUE EVITEN EL ASENTAMIENTO INDEBIDO DE LA BASCULA PARA QUE SE ELIMINEN EN LAS POSIBILIDADES DE MAL FUNCIONAMIENTO LA BASCULA DEBERA CONSERVARSE PERFECTAMENTE HORIZONTAL

BASCULA DE PLATAFORMA  
PARTES COMPONENTES TICAS

FIGURA I

Anexo 9.01 E  
Hoja 5/7

**BASCULAS DE PLATAFORMA  
PUNTOS DE COMPROBACION QUE CONTRIBUYEN  
AL DEBIDO FUNCIONAMIENTO DE LA BASCULA**



- 1 LOS CIMIENTOS HAN DE TENER ANCHURA SUFICIENTE PARA LAS CONDICIONES QUE SE ENCUENTREN LOS CIMIENTOS HAN DE SER DE TIERRA BIEN APISONADA COMPACTADA O ZAPATAS DE HORMIGON
- 2 ENTRAMADO (ENTIBADO) QUE SE COLOCARA TAL COMO LO HAYA RECOMENDADO EL FABRICANTE EL ENTRAMADO MAL COLOCADO PUEDE SER CAUSA DE MAL FUNCIONAMIENTO Y DE DESGASTE EXCESIVO DE LA BASCULA
- 3 LAS RAMPAS DE ACCESO HAN DE SER HORIZONTALES EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE (2.5 A 3.6 M.)
- 4 MURO DE CONTENCIÓN
- 5 COMPRUEBESE QUE NO HAYA CURVATURA QUE PODRIAN DEBERSE A GRAVILLA ETC. CAIDA EN ESTOS INTERSTICIOS
- 6 LA BASCULA DEBERA INSTALARSE PERFECTAMENTE HORIZONTAL Y DEBERA CONSERVARSE ASI.

FIGURA 2

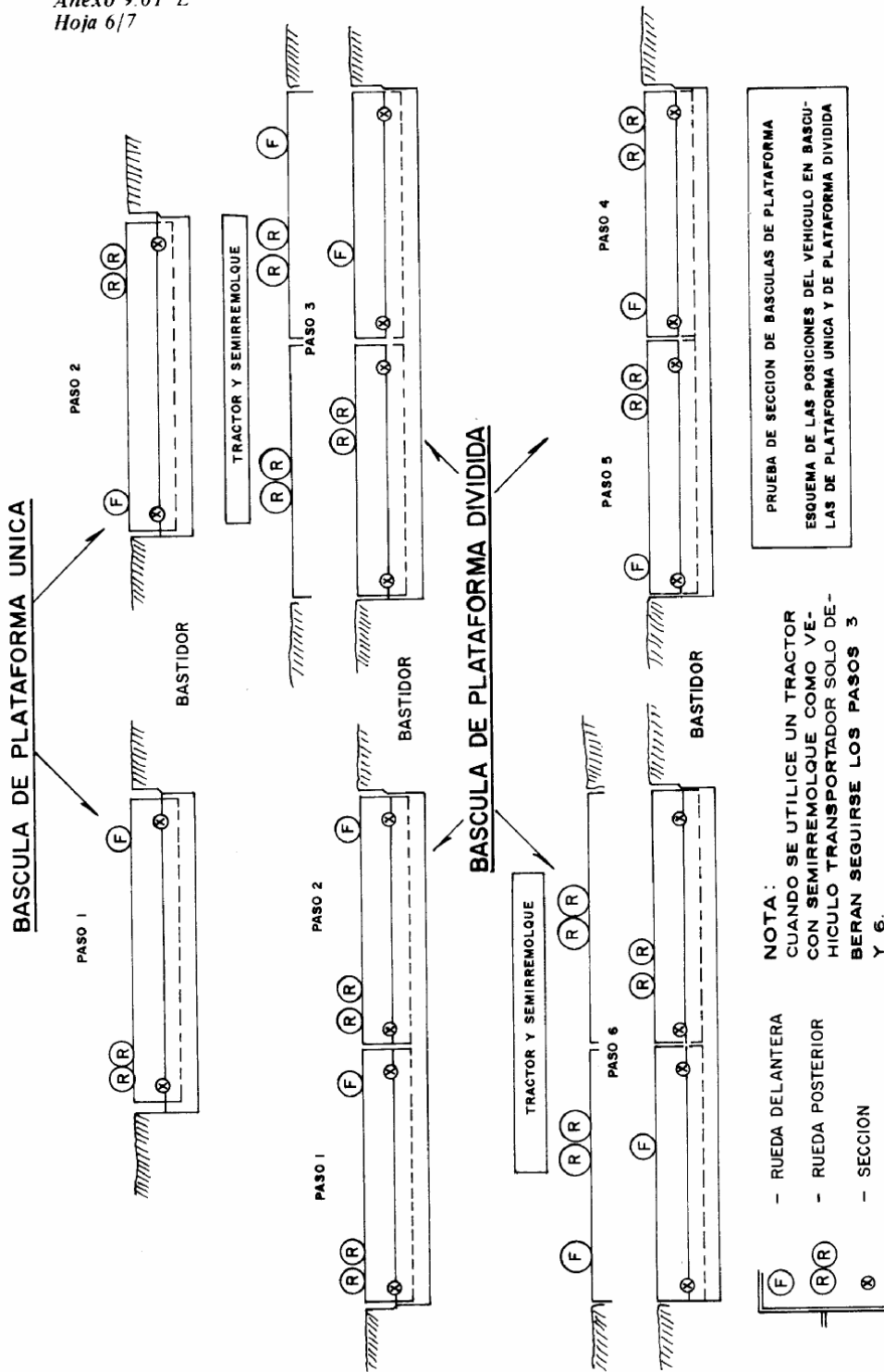


FIGURA 3

Anexo 9.01 E  
Hoja 7/7

**FIGURA NUMERO 4- PRUEBA DE SECCION**

**Báscula: Howe de 25 toneladas y Unidades Múltiples  
(2 unidades) para camiones**

	Paso 1	Paso 2	Paso 3	Paso 4	Paso 5	Paso 6
<b>Prueba N° 1 de Tensión de carga</b>	30.075	30.200	30.150	30.250	30.015	30.200

**NOTA: La Prueba N° 1 no resultó aceptable; el Contratista revisó la báscula y encontró que una unidad estaba desajustada; la reajustó para otra prueba de tensión de carga.**

<b>Prueba N° 2 de Tensión de carga</b>	30.075	30.100	30.085	30.100	30.075	30.085
--	--------	--------	--------	--------	--------	--------

**La prueba N° 2 resultó aceptable**

**Variación máxima: 30.100 - 30.075 25 kilos  
Variación permisible: 30.075 x 0,5 150 kilos**

**PRUEBA DE PRECISION DE LA BASCULA**

**Fase A- La báscula indicaba pesos menores a los reales: 500 kilos daban una pesada de 450 kilos. Se le hicieron ajustes y se la comprobó de nuevo con pesadas de 500 kilos que ahora resultaron correctas.**

<b>Fase B</b>	30.375	30.400	30.085	30.400	30.375	30.385
---------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

<b>Adición de un peso conocido (250 kilos)</b>	30.625	30.650	30.635	30.650	30.625	30.635
--	--------	--------	--------	--------	--------	--------

**Las pruebas indican, que, en esta fecha, la báscula está dentro de las tolerancias permisibles.**

**Fecha: -----**

**Ingeniero de Proyecto**

**NOTA: Esta información deberá incluirse en los registros permanentes del proyecto**

<b>EMPRESA CONSTRUCTORA</b>				Fecha	Proyecto																																																																																															
TRABAJO POR ADMINISTRACION INFORME DIARIO				Cantidad autorizada	Orden No.																																																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: left;">MANO DE OBRA</th> </tr> <tr> <th style="width: 30%;">NOMBRES</th> <th style="width: 10%;">Horas</th> <th style="width: 10%;">Salario</th> <th style="width: 10%;">Monto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: left;"><b>Total Mano de Obra</b></td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>				MANO DE OBRA				NOMBRES	Horas	Salario	Monto																																																					<b>Total Mano de Obra</b>				Contratista  Descripción de Trabajo																																
MANO DE OBRA																																																																																																				
NOMBRES	Horas	Salario	Monto																																																																																																	
<b>Total Mano de Obra</b>																																																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: left;">EQUIPO</th> </tr> <tr> <th style="width: 30%;">TIPO</th> <th style="width: 10%;">Horas</th> <th style="width: 10%;">Precio por hora</th> <th style="width: 10%;">Monto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: left;"><b>Total por alquiler del equipo</b></td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>				EQUIPO				TIPO	Horas	Precio por hora	Monto																																	<b>Total por alquiler del equipo</b>				<b>RESUMEN</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Costo Mano de Obra</td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>Seguros y Derechos laborales</td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>Otros Gastos Laborales</td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>Más %</td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td><b>Subtotal</b></td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>Costo de Materiales</td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>Más %</td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td><b>Subtotal</b></td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>Costo por Alquiler de Equipo</td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td><b>Costo Total de este Día</b></td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td><b>Costo Total Anterior</b></td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td><b>Costo Total a Pagar</b></td><td> </td><td> </td></tr> </table>		Costo Mano de Obra			Seguros y Derechos laborales			Otros Gastos Laborales			Más %			<b>Subtotal</b>						Costo de Materiales			Más %			<b>Subtotal</b>						Costo por Alquiler de Equipo						<b>Costo Total de este Día</b>						<b>Costo Total Anterior</b>						<b>Costo Total a Pagar</b>		
EQUIPO																																																																																																				
TIPO	Horas	Precio por hora	Monto																																																																																																	
<b>Total por alquiler del equipo</b>																																																																																																				
Costo Mano de Obra																																																																																																				
Seguros y Derechos laborales																																																																																																				
Otros Gastos Laborales																																																																																																				
Más %																																																																																																				
<b>Subtotal</b>																																																																																																				
Costo de Materiales																																																																																																				
Más %																																																																																																				
<b>Subtotal</b>																																																																																																				
Costo por Alquiler de Equipo																																																																																																				
<b>Costo Total de este Día</b>																																																																																																				
<b>Costo Total Anterior</b>																																																																																																				
<b>Costo Total a Pagar</b>																																																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: left;">MATERIALES</th> </tr> <tr> <th style="width: 30%;">CLASE</th> <th style="width: 10%;">Cant.</th> <th style="width: 10%;">Precio Unitario</th> <th style="width: 10%;">Monto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: left;"><b>Total por materiales</b></td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>				MATERIALES				CLASE	Cant.	Precio Unitario	Monto																																	<b>Total por materiales</b>				Hacemos constar que el trabajo fue realizado con la total utilización del equipo, materiales y mano de obra indicados.																																																				
MATERIALES																																																																																																				
CLASE	Cant.	Precio Unitario	Monto																																																																																																	
<b>Total por materiales</b>																																																																																																				
<div style="text-align: right; margin-bottom: 20px;">                 _____                  Ingeniero             </div> <div style="text-align: right;">                 _____                  Contratista             </div>																																																																																																				

Anexo 9.03-C Hojas de Estimación Mensual.  
Hoja 1/7

**ESTIMACION DESCRIPTIVA**  
(formato)

PROYECTO:-----  
ESTIMACION No.-----mes-----año-----

**DESGLOSE DE LO PAGADO EN CADA RENGLON DE PAGO Y RESUMEN TOTAL**

ITEM NOMBRE DEL ITEM

(1)

(Desglose de las cantidades pagadas)

Total a pagar este mes Item (1)-----unidades precio unitario monto.

(EJEMPLO)

ITEM (2)

NOMBRE

203 (3)

Excavación no Clasificada

De est. 0 000 a est. 8 000 20 50.000 m3

Canales salida de alcantarillas 1.000 m3

Derrumbes 5.000 m3

TOTAL a pagar mes item (2) 203 (2)----- 56.000 m3 x C70 C3.920.000.

ITEM (3), (4), etc.

NOMBRE

Continuar igual con el desglose de las cantidades pagadas.

**ADELANTO POR MATERIALES**

(Desglose las disminuciones o pagos autorizados en cada concepto).

EJEMPLO

Agregado para base 40 de 5.000 m3 apilado 2.000 m3 x C 300 C 600.000.

Acero de refuerzo 50 de 10.000 kg pagado este mes 5.000 kg x C 20 C 100.000.

TOTAL DE ADELANTOS TOTAL C 700.000.

Anexo 9.03 C  
Hoja 2/7

**RESUMEN DE CANTIDADES Y MONTOS A PAGAR ESTE MES**

<b>REGLON DE PAGO</b>	<b>NOMBRE DEL ITEM</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>MONTO</b>
(1)				
(2)	Excavación no Clasificada	56.000 m3	70	*3.920.000.
(3)				
etc.				
<b>Sub-Total</b>	<b>Suma renglones de pago</b>			
<i>Adelanto por materiales (suma o rebaja)</i>				* 700.000.
<i>Menos adelanto por movilización</i>			--	
<i>Menos adelanto por maquinaria</i>			--	
<b>Total a pagar este mes</b>	-----			<b>C</b>

\*Según Ejemplo.

ANEXOS: Se incluye Cuadro General de Estimación, Cuadro Control de Adelantos por materiales y Control Item 109.04 y Cuadro Control de Reajustes.



MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES

ADELANTO POR MATERIALES

DIVISION DE OBRAS PUBLICAS

CALCULO \_\_\_\_\_

DIRECCION REGIONAL

REVISO \_\_\_\_\_

PUNTO DE OBRAS POR CONTRATO

PROYECTO \_\_\_\_\_

CONTRATISTA \_\_\_\_\_

MONTANTO DEL CONTRATO \_\_\_\_\_

FORMA MENSUAL N° \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_

ESTIMACION N° \_\_\_\_\_

JEFE DE OBRAS POR CONTRATO

ITEM

PREVIO

ESTE MES

A LA FECHA

INGENIERO JEFE DE PROYECTO

JEFE SECCION TOP. Y CALCULO

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES

DIVISION DE OBRAS PUBLICAS

DIRECCION REGIONAL \_\_\_\_\_

DPTO. OBRAS POR CONTRATO

CONTROL DE ORDENES DE SERVICIO

ITEM 109.04 TRABAJO A COSTO MAS PORCENTAJE

PROYECTO Nº

MONTO PROPUESTO ¢

MONTO PROBABLE ¢

MONTO GASTADO A LA FECHA ¢

% GASTADO A LA FECHA

Nº	FECHA	DESCRIPCION	MONTO		ESTE MES	A LA FECHA
			PROPUESTO	PROBABLE		

M.O.P.T DPTO. DE OBRAS POR CONTRATO REGION: _____	INFORME N° _____ MES _____ 1982
---	------------------------------------

## CONTROL AVANCE DE OBRA

PROYECTO \_\_\_\_\_

MONTO ORIGINAL \_\_\_\_\_

MONTO AUTORIZADO \_\_\_\_\_

TIEMPO ORIGINAL DE CONTRATO \_\_\_\_\_

EMPRESA \_\_\_\_\_

MONTOS REALIZADOS	MONTOS REALIZADOS																						
	ACUM.	ORIG. AUT.																					
POR MES																							
PROGRAMA EMPRESA (%) _____ AVANCE REAL (%) _____			10																				
			20																				
			30																				
			40																				
			50																				
			60																				
			70																				
			80																				
			90																				
MES																							
AÑO																							



Anexo 9.03 C-1  
Hoja 1/2

**GUIA PARA ASIGNACION EN ESTIMACIONES  
DE AVANCE DE OBRA**

*Los puntos referentes a asignaciones deberán tratarse con el Jefe de Obras por Contrato Regional, el cual podrá modificar esta guía.*

<b>PARTIDA</b>	<b>ASIGNACION (por ciento acumulado)</b>
<b>DESMONTE Y LIMPIEZA</b>	
<i>Corte y trazado</i>	35
<i>Aserrado y apilado</i>	60
<i>Quema</i>	90
<i>Desmonte y limpieza terminados</i>	100
<b>EXCAVACION EN ROCA</b>	
<i>Replanteo</i>	5
<i>Barrenos y voladura</i>	35
<i>Nivelado y burdo de la rasante</i>	80
<i>Terminada, salvo redondeado de taludes</i>	90
<i>Excavación terminada y limpia</i>	100
<b>EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS</b>	
<i>Excavación terminada</i>	70
<i>Estructura rellena y compactada (cuando el relleno no se paga aparte)</i>	100
<b>EXCAVACION NO CLASIFICADA</b>	
<i>Nivel burdo de la sub-rasante</i>	80
<i>Terminado, salvo redondeo de taludes</i>	90
<i>Excavación terminada y colocada la sub-base</i>	100
<b>PRESTAMO SELECCIONADO PARA ACABADO Y SUBBASE</b>	
<i>Colocado en la calzada</i>	75
<i>Esparcido y compactado</i>	95
<i>Limpieza de la excavación terminada</i>	100

Anexo 9.03 C 1  
Hoja 2/2

<i>PARTIDA</i>	<i>ASIGNACION (por ciento acumulado)</i>
<b>AGREGADO TRITURADO PARA BASE</b>	
<i>Triturado y apilado</i>	50
<i>Colocado en la calzada</i>	75
<i>Esparcido y compactado</i>	95
<i>Limpieza de la excavación terminada</i>	100
<b>CARPETA ASFALTICA MEZCLADA EN PLANTA</b>	
<i>Triturada y apilada</i>	50
<i>Esparcida y colocada</i>	90
<i>Trabajo terminado</i>	100
<b>MEZCLA EN CAMINO</b>	
<i>Mezclado</i>	50
<i>Esparcida y compactada</i>	95
<i>Trabajo terminado</i>	100
<b>ESTRUCTURAS DE HORMIGON</b>	
<i>Trabajo preparatorio y hormigón ya colado</i>	80
<i>Formaletas retiradas y hormigón acabado</i>	95
<i>Limpieza terminada del lugar de la estructura</i>	100
<b>ESTRUCTURAS DE ACERO</b>	
<i>Trabajo preparatorio y acero estructuras levantado</i>	85
<i>Pintura de interperie terminada</i>	95
<i>Limpieza terminada del lugar de la estructura</i>	100
<b>TUBERIA (suministro del tubo 100 del valor de éste)</b>	
<i>Colocado y solaqueado en sitio</i>	90
<i>Relleno de alcantarilla</i>	100

**NOTA:** Las asignaciones son aproximadas y están sujetas a ajuste.





## CAPITULO 10

### DETALLES DE CONSTRUCCION

SECCION	TITULO	PAGINA
10.01	<i>Desmonte y limpieza</i>	10-1
10.02	<i>Excavación y terraplenado</i>	10-3
10.03	<i>Acarreo adicional</i>	10-12
10.04	<i>Excavación para estructuras</i>	10-12
10.05	<i>Acabado de la subrasante</i>	10-14
10.06	<i>Agregados para la subbase y base</i>	10-14
10.07	<i>Pavimentos bituminosos mezclados en planta</i>	10-16
10.08	<i>Pavimento bituminoso en caliente</i>	10-34
10.09	<i>Pavimento bituminoso en frío</i>	10-35
10.10	<i>Pavimento bituminoso mezclado en el camino</i>	10-35
10.11	<i>Pavimento macadam de penetración</i>	10-38
10.12	<i>Capa de liga</i>	10-43
10.13	<i>Capa de imprimación</i>	10-43
10.14	<i>Capa selladora</i>	10-45
10.15	<i>Tratamiento bituminoso superficial</i>	10-45
10.16	<i>Tratamiento bituminoso de preservación</i>	10-46
10.17	<i>Capa superficial de agregados</i>	10-46
10.18	<i>Agregados apilados</i>	10-46
10.19	<i>Pilotaje</i>	10-46
10.20	<i>Hormigón estructural</i>	10-47
10.21	<i>Varillas de acero para refuerzo</i>	10-70
10.22	<i>Alcantarillas de tubo</i>	10-70
10.23	<i>Subdrenajes</i>	10-72
10.24	<i>Estructuras de acero</i>	10-73
10.25	<i>Túneles</i>	10-81
Anexo 10.02-A	<i>Factores que han de tomarse en cuenta en las operaciones de barrenado y voladura</i>	10-84
Anexo 10-20 A	<i>Métodos para evitar la segregación en la colocación del hormigón</i>	10-88

### Sección 10.01 DESMONTE Y LIMPIEZA

**A- GENERALIDADES.** La vegetación y escombros que se han de desmontar, desbrozar, eliminar y retirar de acuerdo con esta sección, incluyen todos los objetos que se encuentran en la superficie: árboles, tocones, raíces y otros obstáculos que sobresalen del suelo dentro de los límites señalados, salvo los objetos que están destinados a que sigan en su lugar o que han de eliminarse, de acuerdo con otras partidas del contrato.

Antes de que comiencen las operaciones de desmonte y limpieza, el Ingeniero de Proyecto deberá cuidar los siguientes puntos:

- 1- Que estén claramente señalados los límites de todas las superficies en las que el Contratista habrá de ejecutar algún trabajo. Debe quedar bien en claro para el Contratista que se han dispuesto entradas y salidas para su acceso al proyecto, así como para los dueños de propiedades contiguas al mismo.
- 2- Recorrer junto con el Contratista (o su representante) el lugar del trabajo y tratar con él, tanto el trabajo que habrá de hacerse, como cualesquiera detalles especiales del mismo. Estos detalles habrán de incluir: árboles que deberán respetarse, estas y puntos de control de topografía que habrán de conservarse, y todas las instalaciones de servicio público conocidas que podrían resultar dañadas durante las operaciones de desmonte. También habrán de tratarse, el procedimiento general de desmonte y la eliminación de materiales.
- 3- Que estén claramente señalados todos los árboles, arbustos, mojones de topografía, objetos de valor histórico o arqueológico, etc. que habrán de conservarse o que deberán quedar en su lugar, y cuidar de que el Contratista esté enterado de su emplazamiento.
- 4- Hacer que se señalen o se ubiquen las fuentes hidrográficas que no deben ser contaminadas o afectadas con los desechos o productos provenientes de la limpieza y desmonte.

### B- OPERACIONES DE DESMONTE Y LIMPIEZA

- 1- **EQUIPO Y METODOS.** La elección del equipo para este trabajo se deja, generalmente al Contratista, siempre que con el equipo utilizado realice el trabajo de modo satisfactorio. Sin embargo, esta elección del equipo está sujeta a limitaciones impuestas por las especificaciones o por el sentido común. Tiene que vigilarse el uso de explosivos en áreas de mucho tráfico o cercanas a poblaciones.
- 2- **REMOCION DE ARBOLES, MALEZA, TOCONES Y RAICES.** Los árboles, tocones y raíces grandes deben quitarse de las áreas de excavación, hasta una profundidad suficiente que impida que este material indeseable se mezcle con el que ha de incorporarse al terraplén. Estas superficies que han de excavar, normalmente necesitarán que se les desmoche para la supresión de pequeños arbustos, vegetación, basura y otros materiales indeseables.
- 3- **ELIMINACION DE OTROS OBSTACULOS.** Cuando el pliego de licitación no contenga una partida para la eliminación de estructuras y obstáculos, los que se encuentran dentro de los límites señalados se habrán de eliminar como una obligación subsidiaria comprendida en la Sección 203 del CR-77. Puede haber casos,

*en los que sea deseable eliminar estructuras que no quedan dentro de dichos límites. En estos casos, si la supresión de tales estructuras no está comprendida en las disposiciones especiales, deberá incluirse en una orden de modificación o de servicio, a un precio convenido o con base en trabajos por administración. Esta será también la forma en que se procederá respecto a la supresión y el retiro de la madera cortada fuera de los límites del desmonte y limpieza, cuando no exista una partida de "Eliminación de árboles por unidades individuales", o cuando no esté incluida en las disposiciones especiales.*

- 4- **CONSERVACION DE OBJETOS DESTINADOS A PERMANECER.** *Tendrán que tomarse medidas precautorias para protección contra daños a los objetos destinados a que permanezcan en su lugar durante las operaciones de desmonte y limpieza y otras operaciones de construcción. Estos objetos pueden incluir: árboles, matorrales, mojones de topografía, objetos de valor histórico o arqueológico y otros más. El claro señalamiento de estos objetos y enterar al Contratista de cuál es su emplazamiento ayudará a que se asegure su conservación.*

*Los árboles cercanos a la parte superior de cortes altos, no deberán señalarse para que se les conserve, puesto que pueden convertirse en un peligro para el tránsito o pueden amenazar la estabilidad de los taludes.*

- 5- **MADERA QUE SE DEBE CONSERVAR.** *Cuando ha de conservarse la madera negociable, ésta debe ser cortada, aserrada y apilada de acuerdo con las disposiciones especiales. Cuando a lo largo de la carretera no haya un lugar adecuado para apilar la madera que haya de recuperarse, puede hacerse necesario desboscar otra extensión más para el apilado. Deberá mantenerse al mínimo la distancia a que esta madera tenga que acarrear para llevarla a los lugares de apilado. Las extensiones de este desmonte adicional deberán incluirse en la medición para el pago.*

- 6- **DOBLES MANIOBRAS.** *La Sección 201.07 (d) del CR-77 dispone que el Contratista no tiene derecho a ningún pago extra en el caso de segundas maniobras de movimiento de desechos, debido a una orden de aplazamiento de la quema. La orden de servicio para aplazar la quema, deberá incluir una declaración de que no se hará pago extra alguno como resultado de ninguna segunda maniobra que la orden haga necesaria.*

- 7- **PELIGROS.** *Las operaciones de desmonte y limpieza, particularmente en regiones de árboles maderables densos y altos, pueden ser muy peligrosas. El personal de ingeniería del proyecto deberá poner especial cuidado cuando se trabaje en las inmediaciones de operaciones de desmonte. Deberán cerciorarse de que las operaciones del Contratista no les pongan en peligro, no den por resultado peligros en potencia para el público transeúnte, ni creen daños a las instalaciones existentes en el derecho de vía ni en las propiedades adyacentes. Los árboles extramadamente altos reclaman un cuidado extra, y equipo adecuado para que su caída al cortarlos no cause daños a la propiedad circundante.*

*Volar con explosivos los tocones o troncos y la quema de desechos también son peligrosos. Los requisitos impuestos por el contrato respecto al uso de explosivos y como prevenir y combatir incendios están contenidos en las Subsecciones 107.09 y 107.10 del CR-77.*

## Sección 10.02 EXCAVACION Y TERRAPLENADO

**A- GENERALIDADES.** La Subsección 203.01 del CR-77, dispone que todos los materiales excavados que sean adecuados, habrán de utilizarse en la formación de terraplenes, subrasantes, espaldones, rellenos de fundación de estructuras y para otros fines indicados en los planos o que se ordenen.

Durante el desarrollo de la obra, el Ingeniero de Proyecto tendrá que evaluar continuamente la calidad de los materiales que se saquen de excavaciones, para que así se asegure el uso más eficaz de tales materiales. Deberá llevar también una cuidadosa comprobación del balance de las cantidades de corte y relleno. Como comprobación de los factores presuntivos de contracción que se utilizaron al hacer el diagrama de masas, deberá llevar un registro de la cantidad sacada de cada corte y del relleno que realmente representó.

Es obligación del Ingeniero de Proyecto recomendar los cambios que encuentra necesarios para ajustarse a las condiciones de campo con que tropiece, a medida que la obra vaya avanzando. Puede haber necesidad de acostar taludes, en bien de la estabilidad o para permitir que nazca la vegetación. Cuando se encuentre una cantidad de roca mayor que la prevista, la economía impondrá taludes más empinados. Ciertos cambios de rasante, de alineación o de declive pueden ser necesarios para que se equilibren las cantidades, se evite el desperdicio de materiales y se reduzcan al mínimo los excesos en volúmenes de excavación. La calidad de los materiales para la subrasante puede imponer el replanteo del espesor del pavimento, o de la capa de base y/o de la subbase. Al recomendar cambios, el Ingeniero de Proyecto deberá guiarse por el Capítulo 4 de este Manual y por lo establecido en el MNP 03-6.70. En cuanto sea posible, deberá preverse la necesidad de cambios y la orden se expedirá antes de que el Contratista comience las operaciones de nivelación en los lugares o zonas afectadas.

Es necesaria la constante inspección de taludes laterales, cunetas y zanjas de drenaje. Si, en cualquier momento, el Contratista excava fuera de las estacas de talud, por debajo de la subrasante o si, debido a sus métodos de trabajo, causa exceso de corte del suelo, el Ingeniero de Proyecto le notificará inmediatamente, por escrito, que la Subsección 203.09 del CR-77 no permite el pago de este material.

Antes de que se acepte el trabajo, la calzada deberá ajustarse razonablemente al alineamiento, pendiente y sección transversal requeridos.

El Ingeniero de Proyecto deberá observar los procedimientos de barrenado, explosión de cargas y otras operaciones de nivelación del Contratista y le advertirá acerca de la ruptura excesiva del suelo y de la obligación que le impone la Subsección 107.01 del CR-77 de proteger y restablecer bienes ajenos. Aunque la Subsección 107.10 del ordena el restablecimiento (a cuenta del Contratista) de cualesquiera rasgos panorámicos dañados por sus operaciones, la finalidad de la misma es que se eviten tales daños.

El Anexo 10.02-A expone varios factores que deberán de tomarse en consideración cuando se proyecten operaciones de barrenado y tiro.

## B- REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCION

1- **MATERIALES.** Normalmente, el muestreo, pruebas preliminares de los materiales de excavación y préstamos para la subrasante se habrán llevado a cabo, con

*fin*es de trazado, antes de que se adjudique el contrato. Los datos preliminares del trazado, proporcionados al Ingeniero de Proyecto por la Oficina de la Región incluirán: clasificación, relación humedad-densidad, color y textura de los suelos muestreados durante el estudio preliminar del suelo. Sin embargo, queda fuera del ámbito del estudio preliminar del suelo, la identificación de todo tipo de suelo que pueda encontrarse en la construcción. Además, no es costumbre o práctica generalizada que, en la fase de diseño o trazado, tratar de anticipar la disposición final de cada tipo de material, descubiertos en el estudio de suelos, salvo en las secciones en que los suelos sean bastante uniformes. Por este motivo, es costumbre frecuente que en la preparación, los planos de construcción se ajusten a las condiciones predominantes más pobres del suelo, según se haya determinado en el estudio de suelos.

Es obligación del Ingeniero de Proyecto cuidar de que se saquen y prueben muestras complementarias en número suficiente para que aseguren la clasificación, la determinación de la relación humedad-densidad, el Índice de Soporte de California (CBR), y la debida colocación y compactación de los suelos que difieran de los que se hayan muestreado durante el estudio de suelos. Las diferencias apreciables también indicarán la necesidad de que se estudien de nuevo los espesores de la subbase, préstamo seleccionado para acabado y la capa de base. La colocación de los mejores suelos en la parte superior del terraplén, reducirá el espesor de la capa de subbase.

Como una ayuda al Ingeniero de Proyecto cuando recomienda ajustes del trazado para ajustarse a condiciones de campo, el J.O.C.R. deberá proporcionar al Ingeniero de Proyecto una guía de diseño. Esta guía deberá dar los factores de mayor importancia que se tuvieron en cuenta para el trazado (inclusive la cantidad de tráfico), los valores de soporte de suelo y las condiciones climáticas y ambientales.

El ordenamiento y organización de los datos de pruebas preliminares y suplementarias, así como los datos del trazado, facilitará la evaluación y los ajustes de éste último. Para ayudar a dicho ordenamiento, será útil que se dibuje un perfil de la línea central a una escala adecuada y en el que se vean:

- a) los lugares para perforaciones, la clasificación por textura de las capas encontradas en las perforaciones pero que no se hayan muestreado ni probado, y datos de pruebas (límite líquido, índice de plasticidad, máxima densidad en seco y contenido óptimo de humedad), así como la clasificación del suelo de cada una de las muestras probadas;
- b) los sitios, por secciones de relleno, en los que se hicieron pruebas de densidad en el lugar y el porcentaje de compactación;
- c) espesor de la subbase o del préstamo seleccionado para acabado, tal como fue diseñada y construida. No deberá hacerse ninguna estimación de la clasificación de suelos entre perforaciones, ni deberá indicarse las posibles posiciones de los estratos o capas entre perforaciones.

En el Capítulo 6 de este Manual se encuentra más información referente a muestreo y pruebas. Los programas guía referentes a muestras y pruebas, así como la magnitud de las muestras, se encuentran tratados en los Anexos 6.03 y 6.03-B de este Manual.

- 2- **PRESTAMOS.** Cuando en el pliego de licitación se ha incluido la excavación para préstamos caso 1, el Contratista estará obligado a utilizar las fuentes indicadas en los planos o las especificadas en las disposiciones especiales. La excavación para préstamos caso 2 se obtendrá de fuentes aportadas por el Contratista. La Subsección 203.08 del CR-77 dispone que, salvo disposición en contrario, contenida en los planos o en las disposiciones especiales, o si lo ordena el Ingeniero, el material de préstamos no deberá colocarse en su lugar, sino hasta después que en los rellenos se hayan colocado los materiales obtenidos en la excavación de la calzada.

Los préstamos escogidos para el acabado de la subrasante, aparecen a menudo especificados en los proyectos en los que las condiciones del suelo son suficientes, y en estos casos se les obtiene de excavaciones para préstamos caso 1 y caso 2. A menos que las disposiciones especiales ordenen lo contrario, este material reunirá los requisitos que se señalan en la Subsección 203.08 del CR-77.

La función primordial de estos materiales puestos en la calzada, es la de que protejan los suelos más débiles de la subrasante, contra la deformación inducida por el tránsito. Una deformación repetida o excesiva de los suelos de la subrasante, llevará directamente a la perturbación o falla de las capas componentes del pavimento. Los suelos de la subrasante de calidad más débil o más deficiente, exigirán mayores espesores de material protector que las que exigen los suelos de mejor calidad. El volumen y peso del tránsito, las condiciones climáticas, los niveles de las aguas freáticas y otros factores, influyen también en el espesor de la capa protectora necesaria para cualquier suelo dado.

El propósito del contrato es que se haga el uso más eficaz posible de los materiales excavados, y el Contratista y el Ingeniero tienen que percatarse de que los préstamos escogidos para la protección de la subrasante, pueden y deben disminuirse (o eliminarse) si en las operaciones de excavación se descubre un material adecuado.

Cuando el contrato incluye una partida de préstamo seleccionado para acabado, que va a obtenerse de excavaciones para préstamos y, posteriormente se decide que en los tajos y cortes para la calzada de la carretera, hay material satisfactorio disponible para utilizarlo en la construcción de la subrasante, y que su precio unitario y distancia de acarreo son favorables, la sustitución podrá llevarse a cabo mediante la expedición de una orden de modificación. Esta sustitución deberá notificarse al Contratista lo más rápido posible, para que pueda corregir sus planes de excavación y acarreo de materiales de acabado.

Por regla general, la intención no es que los materiales para acabado se excaven, apilen y más tarde se les utilice en la obra. Siempre que sea factible, la conservación de los materiales para acabado deberá llevarse a cabo dejando el material en su posición original. Los materiales apilados o conservados, exigirán el pago de dobles maniobras y, por lo tanto, debe ordenárseles solamente en circunstancias poco usuales.

Cuando la fuente del material propuesto para su utilización no ha sido objeto de pruebas y aprobación anteriores, el Ingeniero de Proyecto tiene la obligación de enviar muestras al Laboratorio Central y no permitirá el uso de la fuente sino hasta que la misma haya quedado aprobada por dicho Laboratorio. La aprobación de la fuente sólo rezará para las partes de la misma de las que pueda obtenerse material aceptable.

Pueden necesitarse excavaciones para préstamos distintos a las que se hayan señalado en los planos, para que suministren materiales de calidad y en cantidad necesarias para la terminación del proyecto. Cuando haya necesidad de más excavaciones para préstamos caso 1 y antes de que se replanteen con estacas las excavaciones, deberá obtenerse la aprobación del J.O.C.R. Si las excavaciones para préstamos caso 1 se encuentran en tierras de propiedad privada, deberán concertarse arreglos de servidumbre de pago, y toda cuestión referente a regalías deberá quedar resuelta antes de que las excavaciones se replanteen con estacas.

Si para las excavaciones para préstamos caso 1 se necesitara alguna otra servidumbre de paso o de cualquier otro orden, el Ingeniero de Proyecto deberá obtener las descripciones necesarias de los predios y las enviará a la Oficina Regional para que ésta proceda a la acción adecuada.

- 3- **CAPA VEGETAL.** Cuando los planos o disposiciones especiales dispongan que se retire y almacene tierra vegetal adecuada, sólo se conservará suelo o tierra vegetal suficientemente fértil para favorecer o mantener el crecimiento de la vegetación.
- 4- **RESQUEBRAJADURA PREVIA DE ROCAS.** Antes de dar comienzo a las operaciones de barrenado para la resquebrajadura previa de rocas, tal como se especifique en el contrato o lo haya escogido el Contratista, éste deberá proporcionar su plano de barrenado y voladura. Aunque este plano de barrenado y voladura es para que figure en el expediente, no libera al Contratista de su obligación de utilizar métodos adecuados de barrenado y voladura; de todos modos, el Ingeniero de Proyecto deberá evaluar dicho plano y someterá a la atención del Contratista y del J.O.C.R. cualesquiera procedimientos propuestos que sean contrarios a las especificaciones o tenga cualquier tipo de falla. Deberá observar continuamente los métodos que se utilicen y de los resultados que se obtengan, deberá llevar registros adecuados. Cuando no se logren resultados satisfactorios, deberá pedir una revaluación y un plano corregido.
- 5- **RIEGO PREVIO DE LAS SUPERFICIES A EXCAVAR.** En algunos lugares, el riego previo de las extensiones a excavar, ya sea por rociado, anegamiento o riego, proporciona una distribución más uniforme de la humedad, que el riego con camión en los terraplenes, y disminuye la manipulación mecánica del suelo para el firme de la carretera. Cuando se utiliza el riego previo y el agua aparece especificada como una partida de pago, el Ingeniero de Proyecto tiene que observar atentamente y evaluar las operaciones de riego previo, para evitar así el pago de agua desperdiciada. Las disposiciones especiales pueden limitar el monto a pagar a la cantidad que realmente se necesite, para que proporcione el contenido adecuado de humedad para la compactación hasta las densidades especificadas.
- 6- **REDONDEADO DE TALUDES EN CORTES.** Excepto en roca sólida, los taludes en cortes deben redondearse tal y como se indica en los planos. El método para la medición y la base para el pago se especificarán en las disposiciones especiales.

*El Ingeniero de Proyecto deberá alentar al Contratista para que proceda al redondeado de los taludes, como parte de las operaciones de nivelación burda. Esto reducirá al mínimo el trabajo que ello implica, y mejorará su calidad general.*

*Para que se obtengan las superficies razonablemente lisas y uniformes que señalan las especificaciones, los taludes han de curvarse y ajustarse para que armonicen con los rasgos panorámicos existentes y también de modo que los taludes o tajos y terraplenes se unan unos a otros o se fundan con las superficies naturales del terreno, sin rupturas apreciables. El Ingeniero de Proyecto puede ayudar a que se logren los resultados apetecidos, revisando cuidadosamente las estacas de talud y haciendo los ajustes adecuados antes que comiencen los trabajos de nivelación. El factor más importante, para que se logre una apariencia agradable, es, sin embargo, el uso hábil del equipo durante las operaciones de excavación.*

- 7- **DESAGUES Y ZANJAS.** *A menudo resulta difícil obtener un drenaje satisfactorio, particularmente en terreno plano. Los desagües deberán drenar rápida y eficazmente hacia fuera de la carretera. Las zanjas excavadas deberán copetarse del lado contrario al que se encuentre la calzada al final de los cortes y habrán de extenderse por el suelo natural hasta un punto en el que el agua no descargue a lo largo de la unión del talud rellenado y el suelo natural. Deberán evitarse los cambios bruscos de declive de estas zanjas de desagüe, para que así se impida la erosión o la obstrucción. De ser posible, la pendiente hidráulica de los desagües no deberá rebasar la que sea propia del material. Cuando este declive quede rebasado en pendientes fuertes, el Ingeniero de Proyecto deberá consultar con el J.O.C.R., para determinar la necesidad de otros desagües transversales, más, el revestimiento de desagües u otras medidas que impidan la erosión. El sobreebancho de la carretera, según lo reclame la curvatura y el peralte de las curvas, exige particular cuidado para que se aseguren desagües con la gradiente satisfactoria.*

*Cuando parezca probable un drenaje superficial considerable en la cima de un corte alto, el Ingeniero de Proyecto deberá consultar con el J.O.C.R., respecto a las medidas que hayan de tomarse. Uno de los procedimientos a seguir, sería la construcción de zanjas en lo alto del corte (contracunetas) para que lleven el caudal de agua a los cursos de drenaje natural. Estas contracunetas deberán estar suficientemente alejadas del borde del corte, para impedir filtraciones de magnitud suficiente que ocasionen derrumbes y no deberán tener una pendiente tan pronunciada como para que produzcan erosión.*

- 8- **DRENAJE DEL SUBSUELO.** *Para la vida útil de la carretera, es esencial que se preste una atención cabal a los subdrenajes, pues con ello se logrará una disminución de los costos de conservación. Si el Ingeniero de Proyecto sospechase la existencia de aguas freáticas en tal magnitud que afecten la estabilidad de la carretera y, si en los planos y especificaciones no se han dispuesto medidas remediadoras, deberá investigar el estado del subsuelo y someterá sus hallazgos al J.O.C.R., para que éste a su vez los examine. En algunas condiciones y en algunos tipos de suelos, la estabilización puede llevarse a cabo con la instalación de subdrenajes. La sección 10.22 de este Manual contiene información acerca de la construcción de subdrenajes.*

- 9- **PREPARACION DE LA FUNDACION DEL TERRAPLEN.** *La calidad de la construcción del terraplén depende, en gran medida, del estado inicial y/o de la preparación adecuada de la fundación. La presencia de planos de deslizamiento en el subsuelo, los materiales blandos o saturados y los manantiales o filtraciones, son algunas de las condiciones que pueden ser causa de fallas de los terraplenes y, por lo tanto, reclaman cuidadosa atención.*

*Los planos y/o las disposiciones especiales ofrecerán medidas correctivas para condiciones inadecuadas conocidas. Las superficies de cimentación pueden, empero, evaluarse mejor después de que hayan quedado terminadas las operaciones de desmonte y limpieza. Por lo tanto, todas las extensiones para la fundación de terraplenes tienen que examinarse cuidadosamente, antes de que se comience la construcción del terraplén, con el fin de determinar su idoneidad o la necesidad de un tratamiento correctivo. Algunas extensiones cuya capacidad de soporte sea dudosa, quizás sólo reclamen la construcción de un refuerzo a la subrasante. Otras, exigirán extensos sistemas de subdrenajes, de colchón filtrante, de zanjas de piedra o terraplenes de rocas.*

*En la construcción de terraplenes, debe prestarse particular atención a la obtención del mejor entramamiento posible entre las superficies de los taludes originales y el nuevo terraplén. Cuando se construya un terraplén en la ladera de una montaña, deberá excavarse un número suficiente de terrazas (banqueo) para que aseguren un soporte firme sobre material sólido. La excavación que se origina con la construcción de estos bancos o terrazas, tiene que medirse y pagarse según lo dispone la Sección 203 del CR-77.*

*Uno de los puntos más frecuentes de fallas de terraplenes es la transición en que la subrasante de la carretera pasa de un terraplén a una excavación. La Subsección 203.11 del CR-77 especifica el tratamiento necesario para estos lugares. También es aconsejable que se les explore para descubrir la posible necesidad de subdrenajes que eliminen el agua de filtración.*

*Deberán hacerse del conocimiento del J.O.C.R., todas las extensiones de fundación de terraplenes que necesiten tratamiento correctivo que no se haya previsto en los planos ni en las disposiciones especiales, o las superficies que necesiten tratamiento correctivo apreciablemente distinto al que se haya previsto, junto con las recomendaciones del Ingeniero de Proyecto.*

- 10- **FALLAS DE TERRAPLENES, CAUSAS Y MEDIDAS CORRECTIVAS.** *Los corrimientos y fallas de terraplenes se deben, principalmente, a diseño o construcción inadecuados o a ambas causas. A continuación tratamos cuatro causas principales de fallas de terraplenes. Para impedir las fallas y para dar soluciones económicas a las mismas, el diseño del terraplén deberá ajustarse a las condiciones locales. El diseño deberá basarse en una exploración cabal de las condiciones para la fundación y de los materiales disponibles para el terraplén.*

- a) *Fallas debido a que el peso del terraplén desplaza material blando de la fundación. Generalmente, este tipo de fallas se caracteriza por una caída y un corrimiento lateral de una parte del relleno. Para que se logre un terraplén satisfactorio sobre una fundación blanda, pueden seguirse tres formas de proceder:*

- 1- retirar el suelo blando y sustituirlo con suelo adecuado;
- 2- disminución de los esfuerzos cortantes aplicados;
- 3- reforzamiento del suelo blando de la fundación

*El retiro y sustitución puede ser el método más económico para profundidades de 3 metros aproximadamente. La disminución de los esfuerzos cortantes puede lograrse disminuyendo la altura del terraplén, utilizando material de poco peso para el terraplén y aplanando los taludes laterales o bien utilizando bermas al pie del talud.*

*El reforzamiento del suelo de la fundación puede llevarse a cabo por consolidación. Pueden utilizarse zanjas de desagüe o drenaje para que baje el nivel de las aguas freáticas y para que el suelo blando de la fundación se consolide por su propio peso; disponiendo de tiempo para la consolidación de la fundación, la construcción lenta puede permitir que el aumento de la resistencia marche a la par con el aumento de la carga. Un colchón filtrante de arena, colocado directamente sobre el suelo blando de los cimientos, o drenajes verticales con arena combinados con un colchón filtrante de arena, acelerarán el ritmo permisible de la construcción. Este ritmo deberá controlarse con mediciones de campo durante la construcción.*

*La solución que se adopte para remediar las fallas de terraplenes, deberá basarse en los resultados de las investigaciones del subsuelo.*

*Las fallas del pavimento debidas a una consolidación excesiva de suelo blando de la fundación, pueden disminuirse retirando el material blando, disponiendo un tiempo suficiente para la consolidación antes de la pavimentación, o bien acelerando la consolidación, utilizando para ello una sobrecarga temporal y uno de los métodos de drenaje arriba indicados.*

- b) *Fallas debidas a pérdida de estabilidad del terraplén en las laderas montañosas por estancamiento de aguas filtradas que originan saturación. Generalmente, este tipo de fallas se identifica por un resbalamiento de parte o de la totalidad del relleno. Cuando se abre alguna de estas fallas, el agua estancada suele brotar hasta que se ha aliviado la presión hidrostática. La prevención de estas fallas consiste, generalmente, en disponer una vía de escape para las aguas de filtración, por medio de subdrenajes o colocando material muy poroso en la parte inferior del relleno.*
- c) *Fallas debidas a que el peso del terraplén origina movimientos en un plano de deslizamiento bien definido en las fundaciones adyacentes. Este tipo de falla del terraplén se caracteriza, generalmente, por el desplazamiento en masa del relleno, sin deslizamiento. El modo usual de remediarlo es interceptar y eliminar el agua subterránea, abriendo zanjas o colocando subdrenajes sobre el relleno.*

d) *Fallas debidas a los esfuerzos horizontales producidos porque el peso del relleno es mayor que la correspondiente resistencia a los esfuerzos cortantes. Esta condición se produce cuando los taludes son demasiado empinados para la altura del relleno y para el tipo de material, o cuando el material está mal compactado. La compactación adecuada y el diseño correcto de los taludes son, una y otro, factores esenciales para una estabilidad permanente del relleno.*

- 11- **COMPACTACION DEL TERRAPLEN.** *La necesidad de compactación adecuada de terraplenes no será nunca enfatizada suficientemente. La compactación de las partes inferiores es necesaria para que impida el asentamiento y proporcione taludes estables. Es muy importante que las partes superiores, subbase y subrasante, proporcionen capacidad de soporte, control en los cambios de volumen y también proporcionen uniformidad.*

*Todos los terraplenes han de compactarse de acuerdo con la Subsección 203.11 del CR-77, a menos que las especificaciones especiales indiquen que no se necesitará riego ni apisonado. Esta subsección del CR-77 no señala cuál habrá de ser el tipo de equipo para compactación que se utilice. A menos que las disposiciones especiales indiquen lo contrario, el Contratista está, pues, en libertad de utilizar el equipo que él mismo escoja, siempre que éste compacte el terraplén de acuerdo con los requisitos del contrato.*

*El Contratista está obligado a compactar los terraplenes hasta que se alcance una densidad uniforme no inferior al 95 por ciento del máximo determinado por AASHTO T-99, método C, con un contenido de humedad que el ingeniero haya determinado que es el adecuado para tal densidad. Es obligación del Ingeniero de Proyecto velar para que la relación humedad-densidad de cada tipo de suelo que se utilice en terraplenes, esté determinada de acuerdo con AASHTO T-99, método C. Tal como se ha expuesto en la parte 1 de esta sección, esto reclamará que se utilicen datos preliminares de suelos, muestreos y pruebas complementarias de los suelos encontrados durante la construcción, que sean diferentes de los muestreados durante el estudio preliminar del suelo.*

*Las especificaciones ordenan que se hagan pruebas de densidad del terraplén compactado, de acuerdo con los métodos AASHTO T-147, T-191 y T-205, u otros métodos aprobados, inclusive el uso de dispositivos probadores nucleares debidamente calibrados. Para la elección del método que vaya a emplear, el Ingeniero de Proyecto se guiará por el equipo disponible y las instrucciones que reciba de la Oficina Regional. El Ingeniero de Proyecto deberá hacer observaciones y revisiones frecuentes de las pruebas de densidad, para asegurarse que se están siguiendo los procedimientos señalados, que se logra la densidad necesaria y que se lleva una documentación adecuada.*

*Durante la construcción, deberá llevarse un registro de todas las pruebas de densidad, mediante el empleo de hojas de cálculo que suministrará el Laboratorio Central.*

*El éxito de las operaciones de compactación depende, en gran medida, del control adecuado de la humedad. Si en toda la capa de terraplén se distribuye uniformemente la cantidad para que se logre una compactación satisfactoria, siempre que*

*el espesor de la capa no rebase las capacidades de la apisonadora que se utilice. La tendencia común a construir terraplenes con contenido de humedad que queda del lado seco respecto al "óptimo" hace más difícil la tarea de conseguir una distribución uniforme de la humedad. Generalmente, lo mejor es que la compactación se comience con un contenido de humedad ligeramente alto; sin embargo, en lugares húmedos, lo mejor puede ser dar comienzo a la compactación con el contenido de humedad en su punto óptimo.*

*La mezcla de suelos y agua ha de ser total. Para que se obtenga un estado húmedo uniforme hay que quebrar los terrenos y trozos grandes. Siempre que haya necesidad de inyectar humedad en arcillas muy plásticas, por lo general esta labor se llevará a cabo satisfactoriamente arando profundamente el suelo y volteándolo; sin embargo, en determinados casos extremos, la labor se llevará a cabo de modo más expedito, utilizando algún tipo de revoladora mecánica.*

*Cuando se añada agua a una capa de material, tiene que ponerse mucho cuidado en evitar el traslape o los claros entre pasadas sucesivas del equipo distribuidor de agua. Las franjas empapadas o las secas son indeseables y hay que evitarlas. Deberán darse instrucciones al operador que maneje el equipo, para que comience aplicando el agua a un lado del relleno hasta el otro lado, para evitar así que en el centro del terraplén queden franjas empapadas o secas. Debe hacerse hincapié en la importancia que tiene el que se hagan varias aplicaciones ligeras más bien que una sola aplicación abundante de agua.*

*En lugar de aplicar el agua al material en el terraplén, con el fin de alcanzar el contenido de humedad adecuado para la compactación, pueden regarse previamente las excavaciones de los lugares que se sacan préstamos, tal como se ha expuesto en la parte 5 de esta Subsección.*

*Al utilizar pruebas de densidad para determinar el grado de compactación de un suelo, deberán reconocerse las causas de discrepancias en los resultados que se esperaban, utilizando un determinado método de control de la compactación. Rara vez es posible la identificación de muestras exactamente representativas. El estado mezclado del suelo y el uso de suelos con contenido variable de roca, son factores que a menudo son causa de dificultades en la interpretación de los resultados de las pruebas. Cuando, debido a un alto contenido de roca o algún otro motivo, no es posible llevar a cabo pruebas representativas, deberá darse una explicación del por qué no se hicieron las pruebas, explicación que se anotará en las hojas para constancia de los resultados de pruebas.*

- 12- **USO DEL MATERIAL SOBRENTE.** *Los desechos o sobrantes inevitables sacados de las excavaciones para estructuras, habrán de utilizarse, en el mayor grado posible, en el ensanchamiento de terraplenes, para aplanar taludes y en la construcción de lugares de estacionamiento. La distribución adecuada es necesaria para que se consiga una apariencia uniforme de la calzada ya acabada. Las peñas o rocas sacadas a la superficie durante la escarificación, generalmente han de quedar cubiertas en los terraplenes o se las ha de retirar del modo que aparezca indicado en los planos o siguiendo instrucciones del Ingeniero.*

*La necesidad de ensanchar los terraplenes, deberá determinarse con suficiente antelación para que estos ensanchamientos queden integrados al terraplén inicialmente planeado. Si después que se hayan terminado los terraplenes cercanos,*

queda un sobrante de material, deberá usársele en rellenar hondonadas del lado superior de los terraplenes, o se le transportará y depositará en otros lugares adecuados para eliminarlo.

- 13- **ACABADO DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS.** Antes de que comiencen las operaciones de acabado, el Ingeniero de Proyecto deberá revisar cuidadosamente la calzada, para ver que el movimiento de tierras se ajuste razonablemente con las estacas de talud replanteadas, a niveles y secciones transversales. La Subsección 203.09 del CR-77 exige que la calzada quede acabada con una superficie razonablemente lisa y uniforme. El acabado de la calzada y los espaldones, aparece tratado en la Sección 10.05 de este Manual.

#### Sección 10.03 ACARREO ADICIONAL

- A- **GENERALIDADES.** El acarreo extra o adicional exige un cuidadoso análisis, para que se eviten los acarreos excesivos y se aseguren los registros adecuados para el cálculo de las cantidades a pagar.

Los puntos de equilibrio indicados en los planos, representan el acarreo más económico, calculado por factores teóricos de esponjamiento y contracción. Sin embargo, el cálculo de las cantidades a pagar se basarán en el acarreo autorizado que realmente se haya hecho, menos la distancia del acarreo libre. Por lo tanto, el Ingeniero de Proyecto tiene que llevar constancias adecuadas de los puntos de equilibrio que verdaderamente se utilicen, de todos los cambios ordenados o autorizados, y de cualquier rodeo no autorizado hecho por el Contratista. Si el Contratista elige, por su propia conveniencia y comodidad, que el acarreo del material se haga dando un rodeo, el Ingeniero de Proyecto deberá advertirle que no se hará pago alguno por el acarreo adicional o extra que sea resultado de tal rodeo. Cuando el Contratista escoja dar un rodeo considerable, quizá resulte imposible determinar el emplazamiento de todos los puntos de equilibrio. En estos casos deberán utilizarse los puntos de control más críticos y habrán de calcularse los puntos de equilibrio intermedios. Si el Contratista elige acarrear el material sobre alguna otra ruta, y tal ruta es más larga, los cómputos se basarán en la distancia de acarreo adicional medida a lo largo de la ruta designada por el Ingeniero.

#### Sección 10.04 EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS

- A- **GENERALIDADES.** Por regla general, la excavación para estructuras aparece cotizada en la licitación a precios considerablemente más altos que los precios señalados a las excavaciones comprendidas en la Sección 203 del CR-77. El motivo de este precio más alto no se debe totalmente a la dificultad en llevar a cabo la excavación sino también a la preparación de la base para la estructura propuesta. El costo de rellenar en torno de la estructura, después que se ha colocado la misma en su lugar, tiene que quedar incluido en la partida correspondiente a la excavación, a menos que en el pliego de licitación se haya dispuesto el pago del mismo por separado.

Los requisitos referentes a relleno y terraplenes para estructuras distintas a alcantarillas con tubos, se enumeran en la Subsección 206.07 del CR-77. Los agujeros para drenajes quedarán asegurados si el material contiguo a los agujeros tiene alta permeabilidad y no está sujeto a atascamiento por el suelo sujeto a drenar. En los casos en que se utilice gravilla o piedra triturada, los materiales gruesos habrán de colocarse junto a los agujeros de drenaje. Entre el material grueso y los materiales de relleno, se colocará arena o fragmentos pequeños de piedra, para impedir que el material escogido bien clasificado en su granulometría (de fino a grueso).

Los requisitos para el asiento y el relleno de alcantarillas de tubo, están tratados en la Sección 603 del CR-77.

## B- PAGO

1- **EXCAVACION.** Siempre que se haga necesario excavar por debajo de la rasante de una fundación o de los cimientos de una estructura propuesta, con el fin de eliminar roca u otro material inadecuado, la excavación se medirá hasta la profundidad que ordene el Ingeniero. Cualquier excavación hasta una profundidad de más de 1,5 metros por debajo de la profundidad original para esa fundación, se pagará de la manera dispuesta en la Subsección 109.03 del CR-77, a menos que se indique de otra forma. Si tal es el caso, es necesaria una orden de modificación.

La Subsección 206.09 del CR-77 dispone que la medición de la excavación para estructuras no incluirá ninguna excavación para cambios de canales. Cuando una estructura está situada dentro de los límites de un cambio de canal, la medición de la excavación para la estructura se limitará a la excavación adicional que sea necesaria, fuera o por debajo de los límites del cambio propuesto del canal.

En condiciones normales, las estructuras han de colocarse antes de la construcción de los terraplenes contiguos. Si el constructor prefiere construir un terraplén antes de la instalación de una estructura, la medición de la excavación para estructuras se limitará a la que se necesite por debajo de la superficie inicial del suelo. Sin embargo, si la construcción anticipada del terraplén la ha ordenado el Ingeniero, o si a los planos se les añade una estructura después que se ha construido un terraplén, entonces la excavación para estructuras se medirá en la totalidad de la profundidad necesaria.

2- **RELLENO PARA FUNDACIONES.** Si en el pliego de licitación hay alguna partida para relleno de fundación, la medición para su pago se hará en la posición final. El pago incluye el costo de proporcionar el material, así como su colocación. Sin embargo, si no hubiere partida alguna para relleno de fundación y se hiciera necesaria la sustitución de materiales inadecuados, el trabajo de colocación del nuevo material y de compactarlo es subsidiario a la partida "excavación para estructuras". En este caso, la cantidad de material que se utilice en rellenar la fundación, deberá medirse en su posición original y se le pagará de acuerdo con la partida adecuada (excavación para estructuras, excavación sin clasificar o excavación para préstamos).

### Sección 10.05 ACABADO DE LA SUBRASANTE

- A. **GENERALIDADES.** *En la construcción de rasantes nuevas, el acabado de la subrasante es obligación subsidiaria del Contratista, comprendida en otras partidas del contrato. De igual modo, en los proyectos en los que esté ordenada una capa de base o de superficie de un camino construido con anterioridad, el "acabado" o preparación de la subrasante del camino anteriormente construido es obligación subsidiaria del Contratista, comprendida en otras partidas del contrato, a menos que en el pliego de licitación haya una partida exprefeso para dicho "acabado".*

*Cuando un proyecto incluye una sección con una rasante nueva, más la construcción de una capa de base o de superficie en una sección anteriormente construida y también en la obra nueva, es práctica corriente que en el pliego de licitación se incluya una partida de "acabado de subrasante de camino construido con anterioridad", comprendida en la Sección 207 del CR-77. Esto se hace con el fin primordial de permitir que el Contratista haga su oferta por las partidas de acabado superficial sin necesidad de que proratee los costos de preparación del antiguo camino. En estos casos, el pago se limitará a la longitud de la subrasante del camino antiguo.*

*Si en los proyectos del tipo que acabamos de exponer no hay en el pliego de licitación partida alguna de "acabado de subrasante de camino construido con anterioridad", no habrá de hacerse pago directo alguno.*

### Sección 10.06 AGREGADOS PARA LA SUBBASE Y BASE

- A. **GENERALIDADES.** *El espesor del pavimento, tal como aparece indicado en los cortes o secciones típicas de los planos, se hace en: el tipo de suelo de la subrasante, las condiciones climáticas, el tránsito y otros factores. Las capas de subbase y base deberán tenderse dándoles el espesor que se indique en los planos, a menos que otras determinaciones posteriores señalen que se necesita un espesor distinto. Debido al diferente peso específico de los materiales y de la compactación durante la construcción, cuando se coloque el material, habrán de hacerse ajustes con el fin de que se obtenga el espesor adecuado de materiales compactados.*

*El Ingeniero de Proyecto deberá prestar cuidadosa atención a las operaciones de producción de agregados, para asegurarse de que la erosión de los suelos queda reducida al mínimo y de que se impida la sedimentación de corrientes y otras fuentes de agua. Cuando el Contratista produce agregados tomándolos de una fuente señalada para ello, el Ingeniero de Proyecto goza de autoridad para ordenar que el material se obtenga de una parte determinada de un tajo y para que rechace como inaceptables partes de un yacimiento.*

#### B. MATERIALES

*El Ingeniero de Proyecto tiene la obligación de velar para que las muestras de materiales se muestreen y prueben de acuerdo con las especificaciones.*

- 1- **MUESTREO Y PRUEBAS PRELIMINARES.** *Utilizando muestras representativas, se harán pruebas de laboratorio para la determinación de la calidad, antes de que se produzcan materiales para las capas de subbase y base. Cuando la*

fuelle propuesta para utilizarla no haya sido objeto de pruebas y aprobación anteriores, el Ingeniero de Proyecto tiene la obligación de enviar muestras al Laboratorio Central y no permitirá el uso de las fuentes sino hasta que haya sido aprobada por dicho Laboratorio. La magnitud de las muestras enviadas se indican en el Anexo 6.03-B de este Manual, que contiene un programa guía respecto a la magnitud de las muestras.

La Subsección 106.02 b) del CR-77, dispone que el Gobierno asumirá el costo de tratar las muestras para la determinación de la idoneidad de las fuentes aportadas por el Contratista. Esto no debe interpretarse como que el Ingeniero de Proyecto tiene la obligación o goza de la prerrogativa, de ayudar activamente al Contratista en la localización de fuentes de materiales aceptables. La exploración de estas fuentes y la obtención de muestras es obligación del Contratista.

A menos que las especificaciones dispongan lo contrario, el muestreo y las pruebas preliminares respecto a la aceptación de materiales para subbase y base, deberán realizarse conforme a los métodos establecidos por la AASHTO.

- 2- **MUESTREO Y PRUEBAS PARA ORIENTACION DEL CONTRATISTA.** El Ingeniero de Proyecto puede, a petición del Contratista, sacar muestras y hacer pruebas de los agregados para las capas de subbase y base, durante las operaciones de trituración, con el fin de que sirvan de información y orientación para el Contratista. Cuando se hacen estos muestreos y pruebas, deberá llevarse del quebrador, una muestra, por lo menos, del material para subbase y base que se produzca diariamente. Pueden hacerse más pruebas, si, aparentemente, el material no es uniforme y si parece que no se ajusta a las especificaciones.

Aunque es un beneficio mutuo del Contratista y del Gobierno que el producto cumpla con las especificaciones en el momento de su producción, la mezcla posterior con otros materiales o acciones hechas por el Contratista, posiblemente corrijan cualquier deficiencia del producto. Inversamente, hay materiales que si bien, en el momento del muestreo en el quebrador, resultaron de acuerdo con las especificaciones, en las manipulaciones ulteriores cambian, de modo que en el muestreo y pruebas para su aceptación no reúnan las condiciones necesarias. Por lo tanto, será cuestión de comprobación positiva para el proyecto, que los datos de pruebas aportados por el Contratista, como resultado de los muestreos y pruebas en las primeras etapas, son solamente para su información y orientación y que no obligan de modo alguno al Gobierno.

- 3- **CONTROL DEL TRABAJO Y REGISTRO DE MUESTRAS Y PRUEBAS.** Los muestreos y pruebas de granulometría, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, relación humedad-densidad y cualesquiera otros, necesarios para el control del trabajo, deberán llevarse a cabo en el Laboratorio Regional.

De acuerdo con la Subsección 304.02 del CR-77, la cuestión del muestreo para la aceptación de agregados destinados a la capa de base depende del método que se emplea para su mezcla y colocación en su lugar. Cuando se emplee un método de mezcla en la carretera, las muestras se tomarán de la suma de los camellones de cada carga, después de mezclada y antes de que se la extienda.

La frecuencia de los muestreos y pruebas para control del trabajo y el registro

de muestras y pruebas estarán de acuerdo con lo establecido en la Sección 6.03 de este Manual.

### C- REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCION

1- **MEZCLADO.** A menos que las disposiciones especiales ordenen lo contrario, el Contratista puede mezclar el material para la capa de base, empleando el método de instalación mezcladora estacionaria, el de la instalación mezcladora móvil o el de la mezcla en el camino.

2- **COMPACTACION.** El Ingeniero de Proyecto deberá pedir suficientes determinaciones de la humedad de los materiales para la capa de base, para que se asegure la debida compactación. En los materiales corrientes, este contenido de humedad habrá de ser de aproximadamente el 9 ó 10 por ciento en el momento de la compactación, si bien su cantidad variará con el peso específico, la textura de la superficie y la granulometría de los agregados. Las pruebas preliminares hechas en el Laboratorio Regional, o en el Laboratorio Central, indicarán el porcentaje de humedad necesario para la debida compactación y la máxima densidad seca que debe esperar como resultado del método especificado para la compactación. Es esencial que, antes de que se comience a esparcir y compactar los agregados, se haya mezclado con ellos la cantidad adecuada de agua. Las capas de asiento tienen que apisonarse suficientemente y con una compactadora de rodillo del tipo que aseguren la compactación mínima especificada. El exceso de agua será causa de que los agregados finos salgan a la superficie al someterlos a compactación. En estos casos, el apisonado deberá suspenderse hasta que se haya eliminado el agua sobrante. Un exceso de agregados finos en la parte superior de la base, o bien formando una capa entre la base y la superficie bituminosa, puede dar, y a menudo a dado por resultado fallas del pavimento bituminoso.

La subsección 109.01 del CR-77 dispone que cuando se pesen los agregados para la determinación del pago, se pagará el contenido de humedad, a menos que las disposiciones especiales ordenen lo contrario.

3- **APILADO DE LOS AGREGADOS.** Si el Contratista escoge apilar los agregados para la base antes de colocarlos, el apilado se hará de acuerdo con la Subsección 106.06 del CR-77.

### Sección 10.07 PAVIMENTOS BITUMINOSOS MEZCLADOS EN PLANTA

A. **GENERALIDADES.** El material bituminoso mezclado en instalación estacionaria se utiliza profusamente en la pavimentación de carreteras, caminos y calles. Hay muchos tipos y variedades de mezclas que se utilizan en todo el país, pero en casi todos los casos, las medidas de control de la producción del material son prácticamente las mismas. El material bituminoso salido de instalación mezcladora está constituido, generalmente, por un agregado de la granulometría adecuada y material bituminoso mezclados en caliente en una instalación central, y se le entrega

*junto al camino, en caminos, ya a punto para su colocación. Hay distintas mezclas destinadas a fines diferentes, influidas en gran medida por las condiciones en las que habrá de utilizarse el pavimento ya acabado. Factores tales como materiales disponibles, condiciones climáticas y otros puntos pertinentes, se toman también en consideración cuando se determina la mezcla que habrá de utilizarse y cómo se la habrá de colocar.*

*La preparación de las mezclas para capas bituminosas de base y superficie de rodamiento en planta, permite un control de la temperatura, el contenido de humedad, la composición de la mezcla y la uniformidad, más definido que el que puede obtenerse empleando otros métodos para el mezclado. Es el método preferible desde el punto de vista de la calidad y uniformidad de la mezcla.*

*Las unidades que constituyen una instalación mezcladora para pavimentos bituminosos y el equipo accesorio destinado a la manipulación de la producción, están contruidos para que lleven a cabo con precisión, operaciones definidas a las que hay que prestar sólo una atención mínima. Cuando están debidamente ajustadas, las instalaciones modernas producen casi automáticamente una mezcla uniforme y de alta calidad.*

#### **MATERIALES Y COMPOSICION DE LAS MEZCLAS**

**1- MATERIALES.** *Es obligación del Ingeniero de Proyecto, cuidar de que los materiales y la mezcla cumplan con los requisitos del CR-77 y/o las disposiciones especiales. Algunas de las pruebas necesarias se harán en el Laboratorio Central, utilizando muestras enviadas por el Ingeniero de Proyecto; las demás, se harán en la propia obra, bajo la supervisión del Ingeniero de Proyecto. Las pruebas necesarias incluirán, por lo general, aunque no estarán limitadas: pruebas preliminares de calidad de muestras de la fuente de agregados, granulometría e índice de plasticidad del agregado, estabilidad, flujo, resistencia retenida, porcentaje de asfalto, análisis de vacíos y granulometría de los agregados usados en la mezcla.*

*El capítulo 6 de este Manual contiene información general referente a la inspección y el muestreo de materiales. La frecuencia de muestreos y pruebas y la magnitud de las muestras aparecen enumeradas en la subsección 6.03 de este Manual.*

*En la sección 106.03 del CR-77, se encuentran instrucciones detalladas para el muestreo y los requisitos para la certificación de materiales bituminosos.*

**2- COMPOSICION DE LA MEZCLA.** *La subsección 401.03 del CR-77 ordena que el Contratista presente, por escrito, al Ingeniero de Proyecto, una proposición de fórmula de mezcla para el trabajo, y el Ingeniero tiene que aprobar, por escrito, una fórmula de mezcla para el trabajo, antes de comenzar la producción.*

*Normalmente, la fórmula de la mezcla para la obra la determinará el Laboratorio Central. Por lo tanto, será necesario que se envíen al Laboratorio muestras*

*de los agregados y del material bituminoso, para que se hagan mezclas de ensayo. Estas mezclas deberán efectuarse tan pronto como sea posible, después que hayan comenzado las operaciones de trituración y después que se haya recibido la fórmula de mezcla para la obra propuesta por el Contratista.*

*Durante la operación de trituración, el personal del proyecto deberá proceder a realizar suficientes pruebas de granulometría, para asegurarse de que el material podrá cumplir con los requisitos de la fórmula de la mezcla para el trabajo ("Fórmula de trabajo"). Si se considera que hay necesidad de ello, deberán enviarse otras muestras más al Laboratorio Central para que se asegure una fórmula satisfactoria.*

### **C. OPERACIONES EN LA INSTALACION MEZCLADORA**

**1- GENERALIDADES.** *Las operaciones que se llevan a cabo en la instalación mezcladora pueden dividirse, en general, en dos tipos:*

- a) las que se llevan a cabo en instalaciones comerciales permanentes, con múltiples operaciones de producción, y*
- b) las que se hacen en una instalación portátil levantada en la obra, o cerca de ella, para que produzca la mezcla destinada a aquel proyecto.*

*En el lugar de la instalación a escala comercial, o tan pronto como se ha levantado la instalación junto a la obra y se la tiene ya a punto de que funcione, el Ingeniero de Proyecto y el inspector de la instalación productora, deberán proceder a un examen cabal de la disposición de la planta, inclusive de los lugares para almacenamiento, y de todas y cada una de las partes componentes del equipo.*

*Si los lugares para almacenamiento o cualquier parte del equipo, no alcanzan a cumplir con los requisitos indicados en la subsección 401.12 del CR-77, deberá procederse a tomar medidas correctivas antes de que comiencen las operaciones de mezclado. En el historial del proyecto deberá figurar un informe de esta inspección.*

**2- INSPECCION DEL EQUIPO DE LA PLANTA.** *Los dos tipos generales de instalaciones para la producción de materiales bituminosos son:*

- a) la planta de mezcla por batida, y*
- b) la planta mezcladora continua.*

*En las plantas de mezclas por batidas, la producción de los agregados se determina por peso y la del material bituminoso por peso o por volumen (basado en el peso), mientras que en las plantas de mezcla continua, la proporción, tanto de los agregados como del material bituminoso, se determina por volumen basado en el peso.*

*Las partes componentes de las plantas y las operaciones que en ellas se hacen son esencialmente las mismas, desde las pilas de los materiales, hasta las compuertas de los tolvas de agregados ya medidos y clasificados.*

*Para revisar debidamente la instalación para materiales bituminosos, el Ingeniero de Proyecto y el inspector de la planta, deben de estar muy bien enterados de los requisitos señalados por las especificaciones y también del tipo particular de equipo que se esté utilizando. Como otro medio más de ayuda para estas inspecciones, a continuación exponemos las funciones de algunas de las partes componentes más importantes de la planta, así como algunos de los factores que deben tomarse en cuenta durante la inspección.*

a) **TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE ASFALTO.** *Los tanques de almacenamiento deberán tener capacidad suficiente para que mantengan un funcionamiento uniforme de la instalación, al mismo tiempo que dejen cierto margen de tiempo para los embarques. También han de estar provistos de calefacción y habrán de mantener el material a las temperaturas necesarias.*

*Los tanques de almacenamiento deberán ser objeto de inspección para ver que estén libres de materias extrañas, o de cualquier otro material bituminoso distinto al que se utilice en la obra. Tampoco deben permitir la entrada de agua, aceite, combustible u otras sustancias extrañas. Los serpentines de vapor que se utilicen en la calefacción, habrán de revisarse por si presentan fugas, primero, antes de que se introduzca asfalto alguno en el tanque y de nuevo cuando el material se caliente por primera vez. La tubería para el asfalto deberá estar aislada de tal modo y habrá de tener un diámetro tal, que impidan que el asfalto en circulación se paralice. En el interior y en toda la longitud del tanque para el asfalto se instalará, preferiblemente, una tubería de vapor o de petróleo. Los conductos y accesorios, han de ser adecuados para permitir la circulación apropiada entre los tanques de depósito y la planta.*

b) **ALIMENTADOR DE AGREGADOS FRIOS.** *El alimentador de agregados fríos, que normalmente se utiliza en una planta mezcladora portátil, está provista de: cuatro tolvas, compuertas regulables, alimentadores de vaivén y un transportador de banda sin fin, para que lleve los agregados ya en su proporción hasta el secador. Una planta a escala comercial puede estar provista de tolvas separadas, compuertas regulables y un túnel con sistema transportador. En uno y otro sistemas, las compuertas han de estar ajustadas, de modo que los agregados de tamaño adecuado vayan entregados en la cantidad apropiada, a través de la instalación, hasta las tolvas de agregados ya clasificados, para que la producción se mantenga uniforme sin que las tolvas se desborden.*

c) **SECADOR.** *Del alimentador en frío, el agregado sube hasta el secador donde se le seca y calienta hasta que alcanza la temperatura requerida. Las partes componentes del secador son:*

- 1- un tambor giratorio, generalmente con un diámetro de 1,22 m. a 3,05 m. y de 6,10 m. a 12,20 m. de longitud;
- 2- un mechero que quema gas o petróleo (diesel o bunker) y
- 3- un ventilador que puede considerarse que forma parte del sistema colector de polvo, pero cuya función primordial es la de suministrar la corriente de aire necesaria para la combustión en el tambor.

*El tambor está provisto de cangilones o canalones longitudinales, llamados "escalones levantadores", que elevan los agregados y los dejan caer en cortinas, a través de la llama del mechero y los gases calientes. La inclinación del tambor, su velocidad de rotación, su diámetro, su longitud y su número de escalones levantadores, determinan la duración del tiempo necesario para que el agregado pase por el secador.*

*El agregado pasa del secador al montacargas caliente por un canalón de descarga situado cerca del mechero. El extremo del secador en el que está el elemento sensible de un instrumento termométrico, deberá estar situado en este canalón de descarga, para que registre, o indique, la temperatura del agregado mientras sale del secador.*

*Los secadores han de calentar los agregados de modo uniforme. Para impedir que el agregado quede cubierto de aceite combustible, el mechero y el tiro de aire deben ser los adecuados para una combustión total del aceite. Debido a los posibles daños para el material bituminoso, el sistema de calentamiento deberá ser controlado, de modo que se evite el calentamiento excesivo de los agregados.*

- d- **COLECTOR DE POLVO.** *Las especificaciones exigen que las instalaciones mezcladoras estén provistas de un colector de polvo. Esto es no solamente para que se disminuyan las molestias en la instalación, sino también para que permita devolver el polvo al montacargas caliente cuando se le necesite para que se cumplan los requisitos propios del agregado.*

*Estando en funcionamiento, un ventilador impulsa la corriente de aire desde el extremo superior del secador al interior del sistema colector de polvo. Esta corriente de aire que contiene partículas de polvo, vapores y gases, entra en el colector de polvo para la periferia superior de este último y adquiere un movimiento vertical. La fuerza centrífuga lanza las partículas más pesadas del polvo contra la envoltura del colector y caen al fondo del mismo. El polvo más pesado será de nuevo introducido a la corriente de agregados, o se le descartará según lo reclamen las especificaciones.*

*Para cumplir con las limitaciones establecidas sobre la contaminación del aire, se requiere el uso de un depurador o de algún otro dispositivo adecuado que, prácticamente, elimine las partículas de polvo de los gases de escape de las plantas productoras de material bituminoso. Normalmente, las disposiciones especiales del contrato, también contendrán los requisitos para control del polvo en esos lugares.*

e- **ELEVADORES DE AGREGADOS CALIENTES.** Los elevadores de agregados calientes deberán estar protegidos, de modo que impidan el enfriamiento del agregado o que los agregados finos sean arrastrados por el aire.

f- **UNIDAD TAMIZADORA.** Generalmente, un elevador de cangilones sube los agregados calientes hasta una unidad tamizadora que divide el agregado en el número necesario de fracciones por tamaño y deposita los distintos tamaños en las tolvas de agregados clasificados. En la mayoría de las plantas, la unidad tamizadora es una mesa plana de tipo vibratorio (zaranda), generalmente provista de cuatro tamices. El tamaño de la malla de los tamices varía según sea el tipo de las mezclas bituminosas que hayan de producirse. El tamiz del tablero más alto está cubierto con una malla eliminatoria que separa todo el material de tamaño excesivo y lo descarga en un canalón para desechos.

Deben examinarse los tamices y ha de tomarse nota de su diámetro, longitud tamaño y velocidad de rotación o de vibración. Durante las operaciones no deberán atascarse ni derramarse. Los agujeros o roturas de la malla de los tamices tienen que repararse rápidamente.

g- **TOLVAS DE AGREGADOS CLASIFICADOS.** Estas tolvas contienen los agregados calentados y tamizados, según las distintas fracciones que se necesitan para el tipo de mezcla bituminosa que se vaya a producir. El fondo de cada tolva está provisto de una compuerta de descarga que puede hacerse funcionar manual o automáticamente. Cada tolva tiene que estar provista de un tubo adecuado de rechazo.

La inspección de las tolvas incluirá el examen de las paredes divisorias, para cerciorarse de que sean estancas, no tengan agujeros y sean de altura suficiente para que impidan que los agregados se entremezclen. El cierre de las compuertas de descarga ha de ser suficientemente eficaz para que impida fugas a la caja para pesadas. Tienen que evitarse, asimismo, otras fugas de las tolvas, así como la acumulación de agregados en los rincones u otros lugares de las mismas. Las tolvas deberán tener dispositivos adecuados para el muestreo de los agregados.

h- **BASCULA (instalaciones mezcladoras por batidas).** En la planta mezcladora por batida, hay una tolva o caja para pesadas del agregado, situada inmediatamente debajo de las tolvas de agregados clasificados. La tolva para pesadas está suspendida al mecanismo pesador, generalmente provisto de una báscula de esfera o cuadrante sin resortes, en las que el peso del agregado de cada una de las tolvas va señalándose acumulativamente, de modo que la última señal dará la lectura de la cantidad total de agregados incluidos en cada carga. La tolva ha de ser suficientemente grande para que dé cabida a la carga de agregados secos sin que se derrame, ni alcance a tocar las compuertas de los depósitos o tolvas de los agregados.

Generalmente, el material bituminoso se pesa en una cuba suspendida de un mecanismo pesador con báscula de esfera sin resortes.

*Es necesario que las básculas se revisen y sellen de acuerdo con la Subsección 106.05 del CR-77. Cuando la planta está a punto para funcionar, las básculas tienen que estar limpias y debe haberse comprobado cuidadosamente cada una de sus piezas. Es muy importante que el inspector revise a diario las básculas para el material bituminoso y para los agregados. Las manecillas indicadoras deben funcionar adecuadamente, es decir, tienen que estar equilibradas con la esfera a cero. Las palancas y los filos de las cuchillas de las básculas tienen que moverse libremente. Si la tolva pesadora roza contra alguna parte de la planta, o si está sostenida por alguno de los miembros de la estructura, el peso indicado del material contenido en esa tolva pesadora será incorrecto.*

- i- COMPUERTAS REGULABLES DE LAS TOLVAS DE AGREGADOS CLASIFICADOS** (plantas mezcladoras continuas). *Las funciones de la planta mezcladora continua y de la planta de mezcla por batida son, en esencia, las mismas hasta que se llega al punto de descarga de las tolvas para agregados clasificados. En las plantas mezcladoras continuas, la separación de las proporciones de los distintos tamaños de agregados se lleva a cabo por medio de las compuertas ajustables de la unidad de granulometría, que deposita los agregados en el montacargas, para que vayan a dar directamente a la mezcladora. La entrega de material bituminoso a la mezcladora, se lleva a cabo por medio de una bomba medidora debidamente calibrada. El alimentador de agregados y la bomba para el material bituminoso están engranados a una fuente común de energía, de modo que las proporciones de agregados y material bituminoso sigan siendo constantes, cualesquiera que sean las variaciones del suministro de energía.*

*Antes de que comience la producción, tiene que hacerse una calibración exacta de la corriente de agregados procedentes de cada una de las compuertas alimentadoras. Para más información acerca de la calibración, véase la parte 3b de esta subsección.*

- j- MEZCLADO.** *Después de haberse pesado en sus proporciones, los agregados y el material bituminoso se introducen en la mezcladora para que se mezclen. Generalmente, las plantas mezcladoras de hormigón bituminoso están provistas de una mezcladora-revolver, que está constituida por dos ejes gemelos, provistos de paletas que mezclan los ingredientes formando con ellos una masa homogénea. Las piezas principales son: las puntas de las paletas, las aspas de las paletas, la barra rociadora, los forros, los ejes, la compuerta de descarga y la camisa calefactora. Una buena mezcla depende del número y forma de las puntas de las paletas, de la velocidad de los ejes mezcladores, de la duración del tiempo para la mezcla, de la temperatura de los materiales, de la cantidad de éstos contenidos en la mezcladora, y del claro entre las puntas de las paletas y las planchas del forro.*

*Las mezcladoras de las plantas que trabajan por cargas y las continuas, son esencialmente de un mismo diseño, salvo las variaciones en la disposición de las puntas de las paletas.*

*En la mezcladora por batidas, los materiales caen en el centro de la mezcladora y las puntas de las paletas están dispuestas de modo que den una pauta de mezclado de los bordes hacia el centro, o de giro (en forma de ocho). El material se*

*retiene en la mezcladora el tiempo que sea necesario para que tenga lugar la mezcla y luego se le vacía por la compuerta de descarga, depositándolo en los vehículos transportadores. La mezcladora ha de estar provista de un dispositivo automático medidor de tiempo que regule automáticamente los períodos de mezcla en seco y de mezcla húmeda, y también de un contador de cargas batidas que registre exactamente el número de batidas producidas.*

*En una planta mezcladora continua, los materiales se introducen por un extremo de la mezcladora y las puntas de las paletas están ajustadas de modo que hacen avanzar los materiales hasta el extremo de descarga cuando la mezcla se ha producido. La presión para la mezcla varía con la altura y peso del material presente en la mezcladora, y se la puede controlar:*

- 1) levantando el cierre del extremo de descarga de la mezcladora, para que retenga el material dentro de la unidad mezcladora durante un período más largo de tiempo y con espesor o profundidad que intensifique la acción mezcladora; y*
- 2) ajustando o invirtiendo el paso de las paletas, para que se retrase el avance del material a lo largo de la mezcladora.*

*Forros, costados, fondos y compuertas de la mezcladora tienen que revisarse para ver que no tengan fugas. Las puntas de las paletas y/o las planchas de forro, habrán de cambiarse o ajustarse cuando presenten desgaste excesivo o cuando el claro o juego entre ellas rebase la distancia especificada.*

- 3- CALIBRACION DE LAS PLANTAS.** *Antes de que comience la producción, las básculas, tanto para agregados como para material bituminoso de las plantas por batidas, así como los alimentadores de banda articulada y la bomba de asfalto de las plantas continuas, deberán calibrarse bajo la observación del Ingeniero de Proyecto.*

*La información general y/o las sugerencias que el Ingeniero de Proyecto deberá tomar en cuenta son las siguientes:*

- a) PLANTAS MEZCLADORAS DE BATIDAS.** *La Subsección 106.05 del CR-77 exige que las básculas se revisen, prueben y sellen, tan a menudo como el Ingeniero de Proyecto juzgue necesario, pero, antes de que se las selle, pueden utilizarse durante un período razonable de tiempo, siempre que las pruebas de campo indiquen que se ajustan a la precisión especificada. Respecto a las básculas de plantas de batidas, la prueba de campo puede llevarse a cabo del modo siguiente: primero se nivelan las tolvas de asfalto y de agregados de modo que la esfera o la romana señale cero, cerciorándose también de que todo el equipo pesador funciona sin estorbos. Luego debe comprobarse la precisión de las básculas en distintos puntos, dentro de la escala prevista de funcionamiento, utilizando para ello pesas corrientes que habrá de proporcionar el Contratista. Puesto que es poco*

probable que el Contratista tenga suficientes pesas corrientes para que se alcance la capacidad total de la tolva para agregados, primero se pondrá en la tolva el número máximo de pesas disponibles y se equilibrará la romana o la lectura de la esfera. Luego se retiran las pesas y se dejan caer agregados en la tolva, hasta que la romana quede equilibrada o hasta que se tiene la misma lectura anterior en la esfera. Luego se vuelven a poner las pesas en las tolvas y se procede a una nueva lectura o a equilibrar de nuevo la romana.

La operación de añadir pesas, equilibrar la romana y sustituir las pesas con una cantidad equivalente de agregado, deberá repetirse hasta que se alcance toda la capacidad de la tolva.

b) **PLANTAS MEZCLADORAS CONTINUAS.** Las plantas mezcladoras continuas utilizan para el material bituminoso una bomba volumétrica. La descarga se mide por medio de un medidor de material bituminoso (de funcionamiento parecido al de un medidor corriente de agua). La velocidad de descarga se cambia, ya sea haciendo un ajuste en la bomba o cambiando la velocidad de giro de la rueda de cadena. La bomba puede calibrarse a diferentes velocidades de descarga, tomando la lectura inicial y la final durante una cantidad medida de tiempo. Esto deberá hacerse con la calidad específica de material bituminoso llevado a la temperatura necesaria, y después que la bomba ha estado funcionando un tiempo suficiente para que se elimine todo el aire de la tubería y para que la bomba alcance la temperatura de régimen normal.

El medidor de material bituminoso puede comprobarse, de vez en cuando, comprobando las diferencias de lectura del medidor con cantidades conocidas de material bituminoso que han pasado por la planta. Estas cantidades conocidas tienen que obtenerse de los pesos de asfalto entregado a la obra, o por medio de mediciones en el depósito de almacenamiento de asfalto, utilizando para ello curvas adecuadas de calibración proporcionadas por el fabricante, o bien instrucciones dadas por la oficina de la Región.

En las plantas mezcladoras continuas, las proporciones de los agregados se determinan por volumen más bien que por peso, como se hace en las plantas mezcladoras de batidas. La descarga de las distintas tolvas se obtiene por medio de alimentadores de banda articulada, y la velocidad de descarga se regula por ajustes de una compuerta que queda encima del alimentador de banda articulada. Normalmente, las instalaciones continuas están provistas de compuertas que desvían simultáneamente la descarga de su trayectoria normal hacia la mezcladora, llevándose a los botes de muestreo; hay una para cada tolva. Se pesa la cantidad de agregado correspondiente a un número dado de revoluciones del eje y con distintas aberturas de compuerta, que se descarga dentro de cada bote. Con estos datos, pueden prepararse gráficas de calibración que señalarán la velocidad proporcional de descarga de cada una de las tolvas con diversas aberturas de compuerta. Estas gráficas servirán solamente respecto al tipo y tamaño particular del agregado utilizado en la calibración. El agregado para calibración habrá de secarse y tamizarse para que esté en las mismas condiciones en que se use durante la construcción. Dicho en otras palabras, deberá hacerse una "tanda seca" con agregado alimentado del secador, y con los tamices funcionando del

*mismo modo que para la producción real de la mezcla en la planta. Normalmente, la calibración comenzará con las aberturas de compuerta ajustadas a 5 centímetros aproximadamente, y luego se la graduará para aberturas que correspondan con la capacidad máxima de la instalación.*

*Para que la calibración resulte más fácil, el Contratista deberá proporcionar una copia de las instrucciones para funcionamiento, dadas por el fabricante, en las que se indique la velocidad de funcionamiento del alimentador y la velocidad de entrega de material bituminoso por la bomba, según los diversos tamaños de la rueda para cadena articulada. El tamaño de la rueda de cadena para la bomba de material bituminoso tiene que comprobarse, respecto a la velocidad necesaria de entrega, pesando la cantidad de material bombeado a un recipiente durante un período de tiempo cuidadosamente medido.*

#### **INSPECCION DE LAS OPERACIONES DE LA PLANTA**

- a- GENERALIDADES. La clave para la buena construcción de un pavimento con mezcla caliente preparada en la planta mezcladora, radica en el personal de la instalación y, en particular, en el inspector de la misma. El trabajo de unos y otros tiene que estar debidamente ejecutado, antes de que cualquier otra persona comprendida en la línea de producción pueda efectuar satisfactoriamente el suyo.*

*Antes del comienzo de la producción de cada jornada, el inspector de la planta deberá comprobar que los diversos medidores de tiempo, compuertas, básculas, etc., están exactamente ajustados antes de que comiencen las operaciones de mezclado. Tienen que revisarse y limpiarse, además, la unidad tamizadora, los botes y los conductos de rechazo.*

*Si de acuerdo con la Subsección 401.12 del CR-77, se necesita un aparato registrador de la temperatura, deberán reunirse las gráficas del mismo, correspondiente al anterior período de 24 horas, ponerles la fecha y archivarlas en los registros del proyecto.*

*Después de que comienza la operación de mezclado y durante toda la jornada, el inspector tiene que supervisar o hacer las pruebas necesarias de control, o bien enviar muestras al laboratorio del distrito o el Laboratorio Central para que hagan las pruebas. De ser posible, las pruebas rutinarias las harán laboratoristas, para que el inspector de la planta esté libre para observar, a intervalos frecuentes, todas las operaciones de la instalación. La presencia en la planta de un inspector con experiencia, contribuirá sobremanera a la producción de una mezcla uniforme.*

*Durante la jornada, el inspector hará comprobaciones periódicas de:*

- 1) las compuertas del alimentador en frío y los conductos de rechazo, por si hubiera cualquier derrame en las tolvas de agregados clasificados, la temperatura de los agregados, del material bituminoso y la mezcla en los camiones;*

- 2) *la graduación combinada del agregado usado en la mezcla (suma de todas las graduaciones de los agregados en las tolvas en caliente en el porcentaje en que intervienen en la mezcla);*
- 3) *el funcionamiento adecuado del secador;*
- 4) *las operaciones de pesas y mezclas;*
- 5) *el aspecto de uniformidad de la mezcla ya en los camiones*

- b- **FUNCIONAMIENTO DE LOS ALIMENTADORES EN FRIO.** *La primera determinación de proporciones del agregado se hace en los alimentadores en frío. Para que aporten un caudal de agregados del tamaño correcto, en las pilas de agregados tiene que haberlos del tamaño adecuado, impidiéndose que se segreguen y entremezclen, y las compuertas del alimentador tienen que mantenerse ajustadas y libres de obstrucciones.*

*El inspector de la planta deberá observar el equipo que alimenta la instalación con material tomado en las pilas y habrá de cerciorarse de que dicho material es uniforme cuando entra en la unidad secadora. Los agregados segregados que vayan a dar a la planta por conducto del secador, darán por resultado un secado y calentado desiguales que, a su vez, tendrán por resultado un tamizado carente de uniformidad y, finalmente, rechazo o falta de material en las tolvas de agregados clasificados.*

*Puede obtenerse un mejor control de la instalación y una mejor uniformidad de la mezcla, si los agregados están repartidos en dos o más pilas o tolvas antes de que se les introduzcan al secador. Esto puede resultar a menudo provechoso para el Contratista, puesto que, de este modo, no estará secando agregados que más tarde vayan a descartarse debido a que haya un sobrante de algún tamaño. Aunque las especificaciones no exigen esta separación, puede alentarse al Contratista a que la haga por su propio beneficio.*

- c- **TAMICES Y TOLVAS.** *El tamaño y la cantidad relativa de los agregados finos determinan la proporción correcta de asfalto para la mezcla y, por lo tanto, debe hacerse todo lo posible para que se mantenga una granulometría uniforme. La segregación que se produce dentro de la tolva del agregado fino, puede remediarse colocando adecuadamente canalones y placas desviadoras debajo del tamiz.*

*La tolva de agregado grueso deberá examinarse de vez en cuando respecto a su contenido de material fino. La acumulación de este material fino puede remediarse: instalando una sección o parte del tamiz con abertura más grande; disminuyendo la velocidad a la que el material pasa por encima del tamiz; o bien cambiando la longitud, el diámetro, la inclinación o la velocidad de este último. La presencia en cualquiera de las tolvas de más de 5 por ciento de material de tamaño más pequeño, es indicio de que hay acumulación excesiva del mismo y de que los tamices están atascados o sobrecargados.*

*El modo más conveniente de muestreo de los agregados antes de mezclarlos con el material bituminoso, lo constituyen muestras de agregados secos y tamizados sacados de las distintas tolvas. La mayoría de las instalaciones, ya sean del tipo de batidas o continuas, están provistas de bandejas para muestreo, que hacen muy fácil el muestreo de los agregados de cada una de las tolvas.*

**d- COMPROBACION DEL CONTENIDO DE MATERIAL BITUMINOSO.** *Probablemente, la causa más común de fallas de las mezclas bituminosas para pavimentación es el contenido incorrecto de material bituminoso. El contenido incorrecto de dicho material puede deberse a: básculas inexactas (tanto las de material bituminoso como del agregado); variaciones en la granulometría del agregado; cualidades absorbentes de los agregados utilizados; o mala interpretación de los resultados de la prueba preliminar. Debe ponerse constante atención a los sistemas de palancas de las básculas de la planta mezcladora, para cerciorarse de que estén funcionando debidamente.*

**e- MEZCLADO.** *Al comenzar la labor, el Ingeniero de Proyecto deberá ofrecer su colaboración al Contratista, sugiriéndole que haga experimentos con varios procedimientos para la introducción de los agregados en la mezcladora. El método para cargar la mezcladora que dé una mezcla homogénea, de apariencia inalterable y en el menor tiempo posible, será el método para que se le adopte en esta labor. El método más comunmente empleado y probablemente el más eficaz, para cargar la mezcladora, es dejando caer en ésta la carga después de pesada y mezclándola bien en seco durante un período de unos pocos segundos, antes de que se le añada el material bituminoso.*

*La mezcladora deberá producir, en toda su operación, una distribución uniforme del material bituminoso. La introducción del material bituminoso en la mezcladora, por medio de una barra rociadora, o por cualquier otro método aprobado, ayuda a que se obtenga una distribución uniforme.*

*La temperatura del agregado surte marcados efectos en la mezcla. Si el agregado está demasiado frío, el resultado será una distribución desigual del material bituminoso en toda la mezcla; si está demasiado caliente, el agregado dará origen a un endurecimiento excesivo que tendrá por resultado un recubrimiento demasiado delgado del agregado grueso, con un exceso correspondiente de aglutinante en la parte del agregado fino.*

*Los requisitos para regulación de la temperatura de los agregados aparecen enumerados en la Sección 401.12 del CR-77. El modo más conveniente de medir la temperatura de la mezcla es inmediatamente después de que ésta se descarga de la planta.*

*Durante el verdadero proceso de mezclado, el inspector deberá observar, tan frecuentemente como le sea posible y desde la plataforma de la mezcladora, las operaciones de mezcla. Deberá observar lo siguiente: la atención que el operario ponga en pesar cada uno de los agregados y también el material bituminoso; el tiempo para la mezcla en seco del agregado; si la cubeta del material bituminoso queda bien escurrida; y el tiempo de mezcla del*

bitumen y el agregado. También deberá tomar nota de la acción de la mezcla en la caja de la mezcladora, para determinar la uniformidad de la mezcla y la tendencia de la misma a la segregación. El desplazamiento de la mezcla está regulado por la posición de las paletas de la mezcladora y por lo general, las discrepancias aparentes de uniformidad pueden eliminarse cambiando la posición de las paletas. Esto debe hacerse al tanteo. Cuando las paletas están satisfactoriamente ajustadas, rara vez necesitan que se les haya de prestar nueva atención.

Deberá prestarse especial atención a la caja mezcladora para cuidar:

- 1- que los forros y paletas estén ajustados de tal modo que todo el material se incorpore a la mezcla y que ninguna parte del mismo quede en el fondo de la caja, para que acabe expulsándosele como una combinación sin mezclar o sólo parcialmente mezclada,
- 2- que la compuerta de descarga de la caja mezcladora no esté indebidamente desgastada ni inadecuadamente cerrada.

Su estado puede determinarse bastante bien con la sola observación del fondo de la caja, desde el momento en que se introduce el agregado seco hasta que se expulsa la mezcla ya terminada. Si, durante el período de mezcla en seco, fluye por la compuerta una delgada corriente de polvo y agregado fino, o si durante el período de mezcla húmeda se filtra por la compuerta una mezcla de agregado fino rica en material bituminoso, estos hechos indican que la compuerta no encaja de modo suficientemente hermética. Si, cuando se abre la compuerta para descargar la mezcla, aparece en primer lugar una corriente de agregado seco y sin recubrir, se tiene un indicio de que el forro de la compuerta está desgastado, o bien que las paletas mezcladoras no recogen todo el agregado. En uno y otro caso, el inspector deberá ordenar al Contratista que forre de nuevo la caja, cambie las paletas o repare la compuerta, según se necesite para eliminar dichos aspectos insatisfactorios. De nada sirve preparar y pesar cuidadosamente los constituyentes de la mezcla, si los mismos no se combinan adecuadamente.

Una mezcla satisfactoria da un recubrimiento y un aspecto uniforme, libre de zonas segregadas. No deberá emplearse una operación de mezclado más prolongada de lo que sea necesario para que el agregado grueso quede recubierto. No deberá rebasarse la capacidad de la mezcladora indicada por el fabricante de la misma, ni tampoco habrá de acortarse el tiempo mínimo especificado para la operación de mezclado.

La comprobación final que el inspector hace de la eficacia del funcionamiento de la planta mezcladora, es el análisis de la mezcla ya terminada. A intervalos regulares deben sacarse muestras tomadas de los camiones o del transportador de banda, si se le utiliza y con estas muestras se harán pruebas de estabilidad, flujo y peso unitario de la mezcla. Se enviarán parte de estas muestras al Laboratorio Central para efectuar pruebas de extracción y determinar así el porcentaje de material bituminoso y la graduación del agregado.

*Las mezcladoras deberán limpiarse a diario con agregado seco caliente, o bien manualmente. Sin embargo, la limpieza no habrá de ser tan a fondo, que con ella se pulan las paredes de la mezcladora, tal como puede suceder al limpiar ésta con agregado seco y caliente. No se permitirá la limpieza con derivados de petróleo.*

*Cuando se utilicen mezcladoras continuas, con dispositivos volumétricos para medir proporciones, el Ingeniero de Proyecto deberá comprobar la exactitud de dichos dispositivos y exigir cualesquiera ajustes necesarios, antes de que comience la producción de mezcla. El Contratista deberá facilitarle la literatura descriptiva y las instrucciones publicadas por el fabricante, para la planta determinada que se está utilizando, con el fin de facilitar la comprobación de los ajustes del equipo.*

#### 5- OPERACIONES EN EL CAMINO

- a- **GENERALIDADES.** *Es obligación del Ingeniero de Proyecto y del inspector del camino, ver que las operaciones de pavimentación se lleven a cabo de acuerdo con las disposiciones del contrato. Deben conocer cabalmente los planos y especificaciones, el plan de operaciones del Contratista, los procedimientos necesarios de regulación del tránsito, y el equipo de construcción que haya de utilizarse.*

*Antes de las operaciones de pavimentación, el inspector de caminos deberá revisar a fondo la superficie sobre la cual haya de tenderse el pavimento. Si la superficie es una base, deberá aplicarse, cuando sea necesario, una capa de imprimación que deberá también quedar totalmente curada. La superficie deberá comprobarse respecto a nivelación y sección transversal correcta, y todas las superficies de trabajo, las depresiones o los baches deberán repararse para que se obtenga una base firme para el pavimento. Cuando tenga que rehacerse una superficie ya existente, se le limpiará de suciedad y otras materias extrañas y se repararán todas las extensiones débiles. Si se va a aplicar una capa de prenivelación, deberá comprobarse la superficie existente y se marcarán los lugares más desiguales, para que reciban esta capa o una mayor cantidad de material durante la construcción.*

*Cuando se requiera, se aplicará a todas las superficies una capa ligante. Esta capa de liga deberá aplicarse a la anchura y longitud necesarias para las operaciones de pavimentación correspondientes a una jornada.*

*Los bordes del pavimento deberán marcarse con un cordón o una línea de guía para la pavimentadora, señalada con suficiente antelación para que asegure la continuidad del pavimento. Estos cordones o líneas deberán tenderse y sujetarlos con clavos a la superficie, a intervalos que permitan que el cordón se mantenga tirante, y deberá comprobársele para asegurarse de que se obtendrá la anchura propuesta del pavimento.*

- b- **INSPECCION DEL EQUIPO PAVIMENTADOR.** *El inspector del camino deberá hacer una inspección personal del equipo pavimentador del Contratista, comprobando el estado y ajuste de las partes componentes de la*

*máquina pavimentadora y de las compactadoras. Si esta inspección se hace antes de que comiencen las operaciones de pavimentación, pueden descubrirse y corregirse deficiencias manifiestas del estado del equipo, evitando así demoras y retrasos una vez que ha comenzado el trabajo y asegurando que podrá obtenerse el mejor acabado posible de la superficie. A continuación enumeramos algunos de los detalles más importantes que el inspector podrá comprobar durante la inspección del equipo.*

- 1- **MAQUINAS PAVIMENTADORAS.** *El inspector deberá familiarizarse con las características mecánicas del tipo de pavimentadora que se utilizará en el proyecto, para que así pueda hacer una apreciación inteligente del estado y las instrucciones para los ajustes, se encuentran en los manuales y folletos editados por el fabricante. Antes de comenzar las operaciones de pavimentación, el inspector deberá comprobar, junto con el representante del Contratista, las características generales que se enumeran a continuación:*
  - a- *Deberán examinar el motor impulsor de todas las máquinas pavimentadoras, para cerciorarse del funcionamiento del regulador, y de que el motor funciona, sin tropiezos, a las velocidades normales de operación.*
  - b- *En las máquinas de tracción por orugas, el eslabonamiento de éstas tendrá que estar correctamente ajustado. También se examinarán las orugas y los pasadores por si están excesivamente desgastados.*
  - c- *En las máquinas con ruedas provistas de neumáticos, estos últimos deberán inflarse a la presión correcta, y se comprobarán las transmisiones de cadena en lo que respecta a su ajuste y a desgaste excesivo.*
  - d- *Las barras alisadoras deben dar las R.P.M. correctas, a su separación adecuada de la "plancha", a la longitud de la pasada y al excesivo desgaste de las puntas.*
  - e- *El emparejador transversal oscilante no deberá tener juego excesivo y habrá de estar correctamente ajustado en cuanto a coronamiento e inclinación.*
  - f- *La zapata inmóvil que hay delante de la "plancha" deberá comprobarse respecto a la altura adecuada por encima del emparejador vibratorio.*

- g- *Examinará la "plancha", por si presenta desgaste excesivo y también respecto a su ajuste adecuado para el coronamiento e inclinación, así como que el mechero calentador de la "plancha" funcione eficazmente. Las prolongaciones de la "plancha" tienen que estar en el mismo plano horizontal y a ras con el borde inferior de aquella. Examinarán también los vibradores de la "plancha", respecto a su funcionamiento adecuado.*
- h- *Los controles de rasante o espesor, manuales o automáticos, deben ser verificados en cuanto a funcionamiento adecuado.*

2- **EXPLANADORAS DE MOTOR.** *Las explanadoras de motor deberán funcionar debidamente, la cuchilla tendrá que estar razonablemente afilada y la unidad reguladora deberá ser capaz de sostener la cuchilla con el alineamiento y el nivel establecidos.*

3- **COMPACTADORAS.** *Compruébense las compactadoras con rodillos de acero, para cerciorarse de que las mismas pueden apisonar en un plano horizontal y que no presentan ningún hundimiento ni ninguna cresta. El mecanismo de dirección e impulsión tiene que estar libre de todo juego u holgura excesivos y la transmisión y el motor deberán estar libres de fugas de aceite. Cada compactadora deberá estar provista de un tanque de agua conectado a la barra y cejilla rociadora de cada rueda. Las cejillas rociadoras habrán de examinarse, por si presentan desgaste excesivo, y las barras rociadoras, por si funcionan debidamente.*

*La compactadora de hules, deberá tener estos últimos lisos, de igual medida e iguales capas, en buen estado e inflados a la misma presión. La presión de los neumáticos y el lastre de la apisonadora pueden variarse para que den las presiones deseables de contacto con el pavimento. Todas las ruedas deberán girar sin desviaciones, oscilaciones ni arrastre.*

4- **HERRAMIENTAS DIVERSAS.** *Deberá comprobarse que el Contratista cuente, en el proyecto, con una existencia adecuada de rastrillos, raspadores, palas, escobas y otras herramientas pequeñas. El Contratista deberá estar debidamente provisto de vallas portátiles, conos u otros medios de protección de la mezcla recién tendida contra daños por el tránsito,*

c- **COLOCACION Y ACABADO.** *La Subsección 401.14 del CR-77 exige el uso de una pavimentadora para las operaciones de colocación y acabado del material bituminoso. En extensiones irregulares, la mezcla puede colocarse y dársele su acabado manualmente.*

*Son deberes de rutina del inspector del camino y su ayudante o ayudantes, reunir los talones iniciales de carga y controlar el emplazamiento y longitud de la aplicación de cada carga; sin embargo, su deber principal es la construcción de un pavimento de rasante y perfil transversal tal como se les*

*haya señalado en el plano y con una textura superficial y una superficie de rodadura tal como se les haya propuesto en el contrato. Para lograr estos resultados, el inspector tiene que comprobar continuamente la superficie que se haya de pavimentar, la mezcla contenida en los camiones, la textura de la superficie que la máquina deja tras de sí, la operación de apisonado y la superficie pavimentada, en lo que respecta a coronamiento y lisura.*

*Cuando estén a punto de comenzar las operaciones de pavimentado, la "plancha" deberá estar calentada a la temperatura adecuada y los controles niveladores ajustados de modo que construyan la junta transversal. Esto debe comprobarse cuidadosamente para que se aseguren unas buenas condiciones de contacto, así como la conformidad con los requisitos de tolerancia, antes de que se permita que la pavimentadora inicie su trabajo. Debe ponerse particular cuidado en ajustar el dispositivo regulador del espesor, para que se aseguren la colocación y el coronamiento deseados. Al igual el borde de una sección de pavimento tendida con anterioridad, la "plancha" de la pavimentadora tiene que sobreponerse de 3 a 5 centímetros encima del borde existente y el regulador del espesor tiene que ajustarse de modo que deje el material levemente más alto que el de la sección de pavimento tendido anteriormente. El traslape de este borde empujará a este lugar, material más que suficiente para que asegure que la junta quede totalmente rellena y a prueba de humedad. La altura del material por encima del borde del pavimento antes tendido deberá ajustarse de modo que, cuando la junta longitudinal quede debidamente compactada, el perfil transversal del pavimento sea uniforme dentro de la tolerancia especificada.*

*A medida que lleguen los camiones con la mezcla, el inspector recogerá los recibos de la carga, los comprobará para ver que estén todos, y anotará el lugar en el que se la coloque. El inspector deberá comprobar visualmente la carga de mezcla de cada camión, para cerciorarse de su uniformidad y, de vez en cuando, comprobará también la temperatura de la mezcla. La carga de mezcla de un camión puede rechazarse por alguno de los motivos siguientes:*

- 1- Demasiado caliente,*
- 2- demasiado frío,*
- 3- demasiado material bituminoso,*
- 4- demasiado poco material bituminoso,*
- 5- mezcla que no es uniforme*
- 6- excesivo agregado grueso*
- 7- excesivo agregado fino y*
- 8- exceso de humedad*

*El inspector anotará la palabra "nulo" en los recibos correspondientes a cargas rechazadas y añadirá a continuación los motivos del rechazo, para que así puedan hacerse las restas adecuadas de las cantidades a pagar. Un medio rápido de comunicación entre el inspector de campo y el inspector de la planta mezcladora es esencial para que se aplique a la carreteras una mezcla uniforme y trabajable, y para que el rechazo de cargas se mantenga en un mínimo. La colocación deberá ser objeto de frecuentes comprobaciones, para asegurarse de que se ha incorporado al pavimento la cantidad adecuada de mezcla.*

*No se permitirá en modo alguno el uso de ningún camión de acarreo cuyo chasis entre en contacto con la máquina pavimentadora, o que quede recargado en la máquina pavimentadora cuando se descarga la mezcla. El resultado de una y otra de estas condiciones, o de las dos, será una superficie desigual.*

*A medida que la pavimentadora va avanzando, el dispositivo regulador del nivel o espesor tiene que ajustarse para que dé la colocación exigida por los planos. Puesto que la continuidad de las operaciones es necesaria para que se logre una buena superficie del pavimento, la velocidad de la pavimentadora habrá de regularse, dentro de ciertos límites, de acuerdo con la producción de la planta. Por medio de la observación de la superficie que la máquina deja tras de sí, y comprobando la superficie con una regla de albañil, puede descubrirse cualquier mal funcionamiento de la pavimentadora o cualquier falta de uniformidad de la mezcla. El inspector tiene que insistir en que haya una acción rápida para localizar y corregir cualquier dificultad o irregularidad que se produzca. Algunas de las dificultades más corrientes con las que se tropieza, y sus causas posibles, aparecen enumeradas a continuación:*

- 1- Superficie ondulada (en forma de ondas cortas y menudas): orugas o cadenas de transmisión desgastadas, aplicación demasiado brusca de los frenos por el conductor del camión, velocidad excesiva de la pavimentadora.*
- 2- Superficie ondulada (en ondas largas): variación excesiva de la cantidad de mezcla contenida en la caja con transportador helicoidal que hay delante de los apisonadores o de la "plancha", compactación demasiado temprana, compactadora que avanza demasiado aprisa, regulación exagerada de la "plancha".*
- 3- Textura de superficie excesivamente abierta: ajuste inadecuado de la barra alisadora, velocidad inadecuada de la barra alisadora, cuchilla de la "plancha" desigual o mellada, velocidad excesiva de la pavimentadora.*
- 4- Textura variable de la superficie: mezclado insuficiente, mezclado exagerado, periodo de mezcla en seco demasiado largo, segregación de la*

*mezcla en los camiones, cuchilla de la "plancha" gastada o dañada.*

- 5- *Partes brotadas de la superficie: asfalto que no se ha mezclado uniformemente, exceso de asfalto en la mezcla.*
- 6- *Manchones ásperos irregulares en el pavimento: detención de la compactadora sobre una superficie fresca, inversión brusca de la marcha de la compactadora, camión que al retroceder se apoya en la pavimentadora, mala calidad del trabajo hecho en las juntas transversales.*

*Cuando la máquina pavimentadora está provista de una unidad automática reguladora del nivelado, es esencial que la cuadrilla pavimentadora y el inspector conozcan muy bien cómo funciona y cuáles son sus ajustes. Cuando esta unidad funciona mal, tiende a sumar sus errores; por lo tanto, debe detenerse inmediatamente la pavimentadora, y seguidamente debe de corregirse el pavimento, así como localizar cuál es el mal funcionamiento y corregirlo antes de seguir con las operaciones de pavimentación. En lo esencial, la unidad automática reguladora del nivel, divorcia la "plancha" de los desplazamientos ascendentes y descendentes de los brazos flotantes que unen la "plancha" a la máquina, y para la regulación de la "plancha" a la unidad provista de un elemento sensor que se mueve sobre una línea de guía (patín), rigidamente fija o desplazable.*

*Cuando el pavimento se construye en más de una pasada, la junta longitudinal de cada pasada anterior, deberá rebajarse con la junta superficial de la pasada situada en el centro del pavimento. La "plancha" deberá sobreponearse en una distancia de 3 a 5 centímetros encima del carril antes tendido, para que con ello se asegure que habrá suficiente material para que llene la junta.*

- d- **COMPACTACION.** *La Subsección 401.21 del CR-77 especifica los procedimientos que han de seguirse en la compactación del pavimento bituminoso, y el grado de compactación requerido. La frecuencia de las pruebas de densidad irá de acuerdo con los programas-guía regionales.*

#### **Sección 10.08 PAVIMENTOS BITUMINOSOS EN CALIENTE**

- A. **GENERALIDADES.** *Este es el tipo de pavimento bituminoso de más alta calidad, y exige un control más riguroso que los demás tipos. Las reglas expuestas en la sección 10.07 de este Manual son también aplicables a esta sección.*

### Sección 10.09 PAVIMENTO BITUMINOSO EN FRIO

A- **GENERALIDADES.** *El hormigón asfáltico en frío es una mezcla parecida a la del hormigón asfáltico en caliente, con la salvedad de que el material bituminoso y los aditivos, cuando se les necesita, son de tal naturaleza que la mezcla se puede transportar, apilar y colocar en frío. La Subsección 404.02 del CR-77 regula la utilización de cemento asfáltico, un licuante y cal hidratada. Las disposiciones especiales pueden ordenar diferentes combinaciones de materiales, según sean las condiciones locales. Hay algunas clases especiales de hormigón asfáltico que están patentadas y, por ende, sujetas a la aprobación titular de la patente y al pago de regalías.*

*Las reglas explicadas en la Sección 10.07 de este Manual, también rezan para esta sección, añadiéndoles o quitándoles lo que sigue:*

- 1- **COMPROBACION DE LA ADICION DE UN LICUANTE.** *Deberá comprobarse la precisión o exactitud del aparato para añadir el licuante. Puesto que el material es por demás inflamable, deberán tomarse precauciones especiales cuando el licuante se guarde o se le esparza.*
- 2- *El control de las temperaturas deberá estar de acuerdo con la Subsección 404.03 del CR-77*
- 3- **COMPACTACION.** *Las pruebas de densidad no forman parte de los requisitos de compactación. Por lo tanto, debe prestarse cuidadosa atención a las operaciones de compactación, para asegurarse de que en ellas se sigue el procedimiento especificado.*

### Sección 10.10 PAVIMENTO BITUMINOSO MEZCLADO EN EL CAMINO

A. **GENERALIDADES.** *La construcción con mezcla preparada en el camino o mezclada a pie de obra, la constituye una combinación de agregado mineral y material bituminoso, con la operación de mezclado hecha en una instalación móvil, en mezcladoras ambulantes o en otro equipo que mezcle satisfactoriamente los materiales directamente en el camino. Este método para la construcción de bases y superficies bituminosas pueden emplearse ventajosamente cuando:*

- 1- *el agregado que se va a utilizar se encuentra a pie de obra, y*
- 2- *el agregado existente ha de complementarse añadiéndole agregados escogidos que aporten la granulometría exigida del espesor deseado.*

*Normalmente, el muestreo y pruebas preliminares de los agregados de las fuentes designadas, se habrá ya hecho, con fines de trazado, con anterioridad a la adjudicación del contrato. Sin embargo, será necesario que el Ingeniero de Proyecto cuente con un número suficiente de muestras complementarias, sacadas y probadas, para confirmar los supuestos del trazado preliminar.*

La información que sigue será útil para que el Ingeniero de Proyecto haga ajustes de la mezcla a pie de obra, y también para el muestreo y las pruebas de control del trabajo.

**B. DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE MATERIAL BITUMINOSO.** Aunque basándose en muestras del material, el Laboratorio establece el contenido de bitumen deseado, a menudo se hacen necesarios ajustes de la mezcla a pie de obra.

En esta sección examinaremos dos tipos generales de mezcla bituminosa (de tamaño uniforme en sus agregados y de agregado denso). Las mezclas con agregados de tamaño uniforme contienen agregado que, en su 90 ó 100 por ciento, han quedado retenidos en un tamiz del N° 10 o más grueso. Las mezclas de agregado denso contienen agregados con una cantidad considerable de materiales que han pasado por el tamiz N° 10. Cualquiera que sea el tipo de la mezcla, debe evitarse una granulometría que vaya del límite superior de las especificaciones para un tamiz, hasta el límite inferior del tamiz siguiente.

En las mezclas de agregados uniformes pueden utilizarse recubrimientos relativamente gruesos de material bituminoso. El tamaño relativamente grande de los poros de estas mezclas, sumado a la alta estabilidad obtenida por medio del entrelazamiento mecánico de las partículas gruesas, hace que estas mezclas sean insensibles al contenido de material bituminoso que podría considerarse alto si se le calculara sobre una base de área superficial. Generalmente las especificaciones exigen del 3,5 al 5,0 por ciento de material bituminoso y, a menos que el agregado sea altamente absorbente, por regla general la media de la escala especificada es la cantidad más o menos correcta.

En las mezclas de agregado denso, la cantidad de material bituminoso que se necesita es, por lo general, mayor que para las mezclas con agregados de tamaño uniforme, debido a la mayor área superficial de agregados densos que han de cubrirse, a pesar incluso de que el espesor de las películas recubridoras sea menor.

Para la determinación del porcentaje adecuado de material bituminoso que ha de utilizarse en mezclas asfálticas de agregados densos, se emplean cierta diversidad de procedimientos. Algunos de los más comunes son los siguientes:

- 1- Área superficial (para esto están disponibles varias fórmulas y tablas)
- 2- Equivalente centrífugo de keroseno (ECK)
- 3- Mezclas de tanteo. Con determinación de la densidad, los vacíos, la estabilidad y la resistencia al agua de cada mezcla.

Los detalles referentes a estos métodos deberán encontrarse en instrucciones suplementarias dadas por el Laboratorio Central.

**C- MUESTRAS DE LABORATORIO DE MEZCLAS BITUMINOSAS.** La granulometría y el porcentaje de material bituminoso, deberán determinarse por medio de pruebas hechas con muestras representativas sacadas del camino. El menor lugar para sacar estas muestras es inmediatamente detrás de la máquina esparcidora o en un camellón de mezcla tratada y a punto de colocar.

El contenido de asfalto deberá determinarse de acuerdo con el método AASHTO T-164, utilizando un extractor al vacío o empleando otros métodos aprobados.

**D- MUESTRAS DE AGREGADOS.** Las muestras para la aceptación de agregados se sacan del camellón dispuesto para cada capa, después de resolver los agregados y antes de que se les añada el material bituminoso.

**E- EQUIPO.** Hay una gran diversidad de equipo mezclador, capaz de producir una mezcla satisfactoria y disponible para utilizarlo en construcciones con operaciones de mezcla en el camino. Normalmente, el Contratista propondrá el equipo que usará para estas operaciones. Este equipo tiene que cumplir con las especificaciones y el Ingeniero de Proyecto deberá aprobarlo antes de que comiencen las operaciones de construcción, tanto en lo que respecta al tipo como a su estado de funcionamiento.

Los tres tipos principales de mezcladoras móviles que se utilizan en la construcción con mezcla en el camino son:

- 1- La mezcladora de instalación móvil, cuya tolva recibe los agregados que se descargan directamente de los camiones, los mezcla con el material bituminoso y extiende la mezcla; todo ello en un solo paso u operación de la máquina.
- 2- La instalación mezcladora móvil que toma el agregado apilado en un camellón, lo mezcla con el material bituminoso y deposita la mezcla detrás de la mezcladora, formando un camellón.
- 3- La mezcladora giratoria, tipo pulverizador, con ejes transversales que mezclan el material bituminoso y los agregados por medio de púas giratorias situadas debajo de una campana.

El camino revolvedor de la mezcladora habrá de examinarse a diario por si presenta desgaste excesivo o piezas defectuosas. La bomba de presión y el medidor, que entregan material bituminoso del camión tanque a la barra rociadora que hay en las mezcladoras móviles, deberán calibrarse con precisión para que entreguen el porcentaje de material bituminoso especificado para la mezcla.

Para la mezcla y colocación de material de mezcla en el camino, se utilizan también motoniveladoras.

**F. MEZCLADO.** *La precisión de la distribución del material bituminoso deberá comprobarse al comenzar y al acabarse cada una de las cargas, con el fin de determinar la cantidad esparcida y la proporción de la aplicación. No deberá utilizarse equipo que no cumpla con límites específicos de tolerancia en la precisión de su distribución.*

*Cuando el material bituminoso se aplica por medio de una máquina mezcladora de una sola aplicación, la precisión de la proporción deberá comprobarse a intervalos frecuentes.*

*Los puntos en los que deba cambiarse la proporción de aplicación del material bituminoso, deberán estar claramente señalados con estacas o banderolas colocadas en los espaldones.*

*Deberá vigilarse la acción de la máquina mezcladora en el camino, para cerciorarse de que recoge todo el material seco que hay en el camellón tendido en el camino y lo incorpora a la operación. El camellón debe estar cortado a intervalos, para que así pueda comprobarse la eficacia de la mezcla. El regulador de la máquina para el material bituminoso debe contar con un medio que corte tajantemente la corriente de dicho material, de modo que, cuando la máquina se detenga, no haya fugas de material bituminoso que se encharque en la superficie.*

*La Subsección 405.09 del CR-77 dispone que la operación de mezcla continúe hasta que el contenido de humedad y de materias volátiles sea satisfactorio. Sin embargo, es muy importante que la operación de mezclado sea rápida, para que se evite la pérdida de materias volátiles. Cuando la mezcla se hace en tiempo fresco, se encontrará a veces que la mezcla forma bolas en apiñamientos ricos en material bituminoso y agregados finos. Esta formación de bolas en los materiales bituminosos más ligeros puede evitarse disponiendo la mezcla en camellones y dejándola en reposo durante varios días. Con los materiales bituminosos más pesados casi nada puede hacerse, salvo aguardar un tiempo algo más cálido.*

#### **Sección 10.11 PAVIMENTO MACADAM DE PENETRACION**

**A. GENERALIDADES.** *Este tipo de superficie consiste en esparcir y compactar una o más capas de agregado y una o más aplicaciones de aglutinante bituminoso. El tamaño máximo del agregado de cada una de las capas sucesivas es, por lo general, más pequeño que el de la capa anterior.*

*En este tipo de construcción, la estabilidad requerida se obtiene por entrelazamiento del agregado, mientras que el material bituminoso hace, primordialmente, las veces de agente impermeabilizante. La granulometría y las cantidades aproximadas de los agregados de cada una de las capas aparecen indicados en la tabla 406-1 del CR-77. El tamaño del agregado de cada una de las capas depende del espesor que se desea obtener. Cuando este material ha quedado totalmente apisonado y después de la siguiente aplicación de material bituminoso, se encaja en los hoyos de la superficie de material más grueso un agregado de tamaño más pequeño, valiéndose de apisonado. Se recomienda una compactación muy buena, para tener seguridad contra movimientos futuros que destruirían la lisura de la superficie.*

**B- MATERIALES.** Los tipos de materiales bituminosos que se emplean normalmente son: cementos asfálticos, asfaltos emulsionados y alquitranes. La consistencia del material bituminoso tiene que escogerse tomando en cuenta los huecos de la superficie que quedan después de la compactación. Cuando los huecos de la superficie sean relativamente grandes, deberán utilizarse los materiales más viscosos, pero cuando estos huecos se hayan reducidos por taponamiento o rellenado, puede utilizarse un material más líquido. Si se utiliza un exceso de asfalto, o bien un material demasiado fluido, se escurrirá hasta el fondo del agregado, donde no servirá para ningún fin útil y quizás menoscabando la estabilidad del tratamiento.

*El tamaño y la cantidad de agregados, así como la cantidad de asfalto, dependerán del espesor de la capa que haya de tenderse.*

*Aunque la sección 406 del CR-77 no exige aditivo alguno en el material bituminoso, hay condiciones en que los únicos agregados asequibles son de una naturaleza tal, que el material bituminoso se desprenderá de ellos en presencia de agua. En muchos casos, esto puede impedirse y pueden lograrse resultados satisfactorios utilizando un aditivo antidesnudante.*

*Si las disposiciones especiales o el pliego de licitación no señalan el uso de un aditivo, y durante la construcción, se descubre que el agregado procedente de una fuente designada es de tal naturaleza que el asfalto se desprenderá de éste en presencia de agua, deberá ordenarse al Contratista que utilice un aditivo y deberá remunerársele por ello. Si el agregado es de una fuente escogida por el Contratista, se exigirá el aditivo a costo de éste salvo que las disposiciones especiales indiquen lo contrario. Si el Contratista escoge, por conveniencia y comodidad propias, utilizar un aditivo, se le permitirá hacerlo a expensas suyas. No se permitirá al Contratista que utilice un aditivo con el fin de emplear agregados mojados, si no es con la anuencia del Laboratorio Central y del J.O.C.R.*

**C- EQUIPO.** Todo equipo propuesto para utilizarlo, tiene que revisarse para ver si cumple con los requisitos pertinentes de las especificaciones. Todo el equipo portador de materiales tiene que estar calibrado de modo que puedan determinarse las cantidades del material o materiales utilizados. Todo el equipo esparcidor y distribuidor tiene que estar ajustado de modo que el material quede colocado adecuada y uniformemente.

**a- Distribuidores de material bituminoso**

*Los distribuidores deberán ser objeto de una inspección minuciosa, para comprobar si se ajustan a las especificaciones y si son adecuados para el trabajo. Puesto que la proporción y uniformidad de aplicación del material bituminoso tienen tanta importancia para que se logren buenos resultados, el distribuidor debe encontrarse en estado óptimo de funcionamiento. La inspección, la calibración y/o el ajuste de las distintas piezas de los distribuidores aparecen expuestas a continuación:*

**1- DEPOSITO.** El depósito o tanque lo constituye una envoltura aislada con conductos de calentamiento, un termómetro, placas desviadoras o

*compensadoras, un "agujero de hombre" y un tubo de rebalse. Las capacidades de los depósitos varían considerablemente.*

*Para determinar la cantidad de material bituminoso esparcido (o que ha de esparcirse) en una superficie determinada, tiene que conocerse la tabla de calibración de volumen del depósito. Si no se le conoce, hay que comprobar la capacidad del depósito a todas las alturas de su llenado.*

*Generalmente, los distribuidores están provistos de un medidor de carátula o de una varilla medidora (cala) para la determinación del contenido del depósito. Junto con la cala medidora se utiliza una tabla de calibración que indica el volumen de material presente dentro del depósito a distintas profundidades. Si no se cuenta con una cala, debe hacerse una y calibrarla añadiendo nuevos volúmenes de agua a un depósito vacío y midiendo la profundidad de esa agua con la varilla medidora, o al contrario, es decir, llenar el tanque e ir midiendo la profundidad del agua que va quedando, cuando se va vaciando. A continuación puede establecerse una tabla de calibración, basándose en las mediciones hechas con la varilla con distintos contenidos del depósito. Si se hace esto, deberá ponerse mucho cuidado en eliminar toda el agua del depósito antes de que se introduzca material bituminoso en el mismo.*

2- **SISTEMA DE CALENTAMIENTO.** *El sistema de calentamiento consiste en uno o más quemadores y un número igual de conductos de calentamiento. Cada quemador emite una llama que va directamente al interior de un conducto de calentamiento que transfiere el calor al material bituminoso. El sistema de calentamiento tiene que revisarse para cerciorarse de que es capaz de mantener el material bituminoso a la temperatura deseada de aplicación. Cuando se lo calienta, el material bituminoso tiene que circular. Debe ponerse gran cuidado de no rebasar el calor máximo seguro del material.*

3- **SISTEMA DE CIRCULACION.** *El sistema para la circulación del material bituminoso lo constituyen una bomba y tuberías que pasan a través del depósito del distribuidor, hasta llegar a la barra rociadora y al rociador manual. La bomba habrá de ser objeto de comprobación para asegurarse de que es capaz para que haga circular el material bituminoso por el depósito y la barra rociadora, y para que produzca y mantenga una presión uniforme y constante en toda la longitud de la barra rociadora, de modo que cada una de las boquillas rocíe la misma cantidad de material bituminoso sin que lo pulverice ni lo emita en un arco deformado.*

*El control del sistema de válvulas, por medio del cual se regula la descarga de material bituminoso por las boquillas, deberá revisarse y ajustarse, si fuere necesario. No tiene que haber juego alguno en el eslabonamiento desde el regulador hasta el sistema de válvulas, para que así todas las boquillas se abran o cierren de inmediato cuando se hace funcionar el regulador. El manómetro de presión de la bomba, que registra la descarga de esta última, deberá comprobarse por lo que respecta a su exactitud.*

- 4- **MEDIDOR DE LA LONGITUD DE MATERIAL BITUMINOSO.** El medidor de la longitud de material bituminoso regado, lo constituye una rueda con llanta de caucho, montada en un bastidor retraible y conectada, por medio de un cable, a una carátula situada en la cabina del camión. La rueda tiene que mantenerse limpia debido a que, si se permite que se acumule material y quede unido a la rueda, el medidor dará lecturas erróneas.
- 5- **BARRA Y BOQUILLAS ROCIADORAS.** Las boquillas de la barra tienen que escogerse de la medida correcta, y todas las boquillas tienen que estar en el debido estado de funcionamiento. Por lo general, el fabricante recomienda la medida exacta de boquilla para que dé la proporción correcta de aplicación. El arco de rociado de todas las boquillas tiene que formar un velo ininterrumpido de material bituminoso, que vaya desde las boquillas hasta la superficie del camino. El ángulo de las boquillas también deberá ajustarse de modo que los arcos o abanicos de rociado de las boquillas contiguas no se obstaculicen unos a otros. Por lo general este ángulo es de 15 a 60 grados, medidos desde el eje de la barra rociadora.
- 6- **ALTURA DE LA BARRA ROCIADORA.** La altura de la barra rociadora deberá ajustarse de modo que se obtenga el número deseado de traslapes de material bituminoso. La altura para un traslape o recubrimiento doble puede determinarse cerrando una de cada dos boquillas, haciendo funcionar el distribuidor a la velocidad y presión adecuada de la bomba y levantando o bajando la barra rociadora no más de 1,25 centímetros cada vez, hasta que, por observación visual, se determine que se está aplicando un solo recubrimiento de material. Cuando se abran las boquillas así cerradas, se aplicará un traslape o recubrimiento doble de material. Para un recubrimiento triple, ciérrense la segunda y tercera, la quinta y sexta, etc. boquillas y sigase el procedimiento arriba explicado.

El camión distribuidor deberá estar provisto de resortes suficientemente resistentes para que impidan que las diferencias de altura de la barra rociadora (cuando el depósito del distribuidor está lleno y cuando está vacío), sean suficientemente grandes para que afecten la uniformidad de distribución del material bituminoso. Si la uniformidad de la distribución resultara afectada, deberá procederse a corregirla, ya sea instalando en el camión resortes más resistentes o uniendo el bastidor del distribuidor al eje, cuando el depósito está totalmente lleno.

b- **Esparcidor de agregados**

Los esparcidores de agregados son de tres tipos generales: de compuerta alta, mecánicos y propulsados. De entre estos tipos, el esparcidor propulsado es el más satisfactorio. Permite un control muy ajustado de la velocidad de avance, puede colocarla cubierta de agregados de modo continuo y más uniforme, y puede estar relativamente cerca del distribuidor de material bituminoso.

*El esparcidor de agregados deberá calibrarse y ajustarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y del manual de funcionamiento. Habrán de comprobarse la diseminación transversal y la longitudinal para tener la seguridad de que se logrará una distribución uniforme. La velocidad de funcionamiento deberá ser siempre menor que la velocidad que hará que el esparcidor cabecee o ondule. El enganche por medio del cual el esparcidor va unido a los camiones transportadores también deberá revisarse, para tener la seguridad de que proporciona una unión positiva.*

**c- Camiones de agregados**

*Si el agregado para la cubierta tiene que medirse por volumen, determínese el volumen de la caja de cada camión y anótese en una libreta de campo las dimensiones, el volumen y el número asignado al camión para su identificación. Si el agregado para la cubierta tiene que medirse por peso, determínese el peso del camión vacío, con la frecuencia que se considere necesaria pero no menos de una vez al día. Esta información tiene que quedar anotada junto al número de identificación del camión.*

**d- Colocación y compactación de los agregados**

*La aplicación de los agregados para la cubierta deberá programarse de modo que sea mínimo el tiempo que transcurra antes de que el material bituminoso quede cubierto. Las cantidades aproximadas de agregados que habrán de aplicarse vienen indicadas en la tabla 406-1 del CR-77. El espesor aproximado de la capa de agregados es aproximadamente igual al tamaño máximo del agregado, puesto que, generalmente, una cantidad mayor de agregados no llegará a quedar pegada, y por ende, se desperdiciará. La proporción uniforme de aplicación puede lograrse utilizando un esparcidor de agregados si el mismo se ha ajustado debidamente y si se le conduce y hace funcionar a la velocidad constante apropiada. Por lo general, no hay motivo alguno para que ninguna cubierta de agregados se disemine manualmente.*

*El agregado deberá compactarse inmediatamente después de su distribución, para que el agregado se incruste mientras el material bituminoso está todavía blando y pegajoso.*

*Las compactadoras de llantas de hule tienen que conducirse a una velocidad suficientemente reducida para impedir que las llantas neumáticas desplacen el agregado o lo levanten. La presión de contacto con el suelo tiene que ajustarse por medio de la cantidad de lastre que cargue la compactadora y/o mediante el inflado de los neumáticos. La operación de apisonado deberá comenzar del borde exterior de la superficie y avanzará hacia el centro. Cada pasada del compactador de llantas deberá traslapar la pasada anterior, cuando menos, la mitad del ancho del compactador. Una compactación excesiva con una aplanadora de ruedas de acero, puede ocasionar degradación de los agregados y, por ende, debe evitarse. Generalmente, una pasada con la aplanadora de ruedas de acero es lo adecuado para que el agregado quede debidamente compactado.*

*La Subsección 406.06 del CR-77 exige que el agregado grueso ya colocado tenga una superficie firme e igual.*

*Colóquese la cubierta del agregado en el emplazamiento correcto, utilizando el esparcidor; utilícese una rastra para que produzca una distribución más uniforme compactada y luego retírese el agregado sobrante, si lo hubiere, en una fecha posterior.*

**e- Aplicación del material bituminoso**

*Todas las aplicaciones de material bituminoso tienen que hacerse según la anchura y la alineación exigidas en los planos. A lo largo de uno de los lados de la superficie propuesta deberá tenderse una guía tal como un cordón, de modo que, si el recorrido del distribuidor sigue dicha guía, el material bituminoso quede aplicado en la anchura y alineación correctas. No debe darse por supuesto que la anchura es la correcta. El inspector tiene la obligación de medirla.*

**Sección 10.12 CAPA DE LIGA**

**A- GENERALIDADES.** *La capa de liga se forma con la aplicación de un recubrimiento bituminoso relativamente ligero sobre una superficie de pavimento ya existente. Su función primordial es que aumente la ligazón entre la superficie existente y la superficie nueva, mediante la creación de una superficie tosca y algo pegajosa sobre la cual se colocará la nueva superficie bituminosa. Un exceso de material bituminoso hace que la superficie de rodamento sea demasiado rica e inestable, y crea un plano de resbalamiento en lugar de impedirlo. Deberá evitarse esparcir el material con demasiada antelación, para impedir que endurezca o recoja una película de polvo antes de que se coloque la nueva superficie.*

**Sección 10.13 CAPA DE IMPRIMACION**

**A- GENERALIDADES.** *El tratamiento de imprimación consiste en la aplicación de un material bituminoso líquido y de baja viscosidad, directamente encima de la superficie de una base sobre la cual se colocará posteriormente una capa de rodamiento. Su finalidad es que estabilice, ligue e impermeabilice la parte superior de la base y proporcione un estado de la superficie que haga que la capa de rodamiento se adhiera a la misma. El uso de una capa de imprimación dependerá del tipo y estado de la base, y también del tipo de superficie que se vaya a construir y del modo de construirla.*

*El material bituminoso se aplica con distribuidor y se le deja que penetre y seque, antes de que se permita el tránsito sobre la superficie de la calzada. Cuando hay imposibilidad de desviar el tránsito apartándolo del tramo que se va a imprimir, la aplicación deberá hacerse en una parte de la anchura, controlando el tráfico en un solo sentido en la parte que todavía no recibe la imprimación. Deberá ponerse gran cuidado en impedir la acumulación de polvo o suciedad en la capa de imprimación recién aplicada.*

- B- PREPARACION DE LA SUPERFICIE.** *Antes de aplicar la capa de imprimación a la base, deberá comprobarse la superficie de esta última para verificar la compactación especificada, la uniformidad de su textura, su lisura y que tenga la sección transversal típica. Cuando la base ha quedado debidamente preparada y está a punto de imprimirse, se establecerá en el borde del tramo una línea que servirá de guía para el conductor del distribuidor.*

*Inmediatamente antes de la aplicación de la capa de imprimación, deberá limpiarse la superficie retirando toda materia extraña, se compactará totalmente y se le dejará libre de todo sobrante de agregados finos sueltos. La preparación será más fácil y completa si la superficie está ligeramente húmeda. No deberá quedar agua libre estancada en la superficie, ni esta última deberá contener una cantidad considerable de humedad.*

- C- APLICACION DEL MATERIAL BITUMINOSO.** *El inspector deberá observar el comportamiento de cada uno de los riegos de imprimación, respecto al carácter y condición de la base. Por este medio, puede apreciar exactamente la proporción en que deberá aplicarse el material de imprimación.*

*Las especificaciones señalan el límite de aplicación, pero, alguna que otra vez, el Ingeniero de Proyecto puede encontrar que es necesario cambiar la proporción de aplicación. La cantidad a usarse deberá ser, aproximadamente, la cantidad que pueda esparcirse sin que cause escurrimiento. La temperatura de cada uno de los riegos de material bituminoso deberá comprobarse para que se logren las temperaturas adecuadas de aplicación y para el cálculo adecuado de las cantidades a pagar.*

- D- APLICACION DEL MATERIAL DE SECADO.** *No es posible exagerar la necesidad de impedir el tránsito por una superficie a la que se ha aplicado recientemente la capa de imprimación, con el fin de que ésta no se dañe y de que encima de ella no se depositen materias extrañas. Si el tránsito tiene que circular sobre la superficie con una capa de imprimación, antes de que el material bituminoso haya quedado absorbido por la superficie, habrá necesidad de aplicar un material de secado que impida que los vehículos levanten material de imprimación.*

*Durante el período de curado, la superficie imprimada tiene que ser objeto de examen y deben corregirse los puntos con sobra o falta de material.*

*El material e imprimación que se añada a los puntos donde falte deberá rociarse a mano, y donde haya material de sobra deberá barrérsele. Por lo general, no se aplica material de secado salvo en los lugares en los que la capa de imprimación no penetra fácilmente, debido a una concentración de materiales finos en la base de agregados, o debido a un exceso de humedad en la base. Sobre estos lugares puede ser necesaria la aplicación de arena limpia. Cuando el material de imprimación se ha endurecido o ha penetrado en grado tal que ya no se desprenderá, generalmente está a punto para que reciba el recubrimiento bituminoso superficial.*

### Sección 10.14 CAPA SELLADORA

A- **GENERALIDADES.** *El tratamiento sellador es una aplicación de material bituminoso, con o sin agregado, que se tiende sobre una superficie bituminosa para:*

- 1- *Sellar la superficie e impedir la penetración de humedad,*
- 2- *disminuir la circulación de aire a través de la capa, disminuyendo con ello los efectos de la oxidación,*
- 3- *producir una textura superficial que reúna determinadas características deseables de resistencia al deslizamiento y color claro,*
- 4- *rejuvenecer una superficie dañada por la meteorización, y*
- 5- *corregir desmoronamientos del borde.*

*Puede ser un tratamiento de penetración sin aplicación de agregados, o puede ser también una capa relativamente delgada que contenga agregados y que se construya para el tratamiento de la superficie, ya sea preparando la mezcla a pie de obra o en alguna instalación mezcladora.*

*Un método, profusamente usado de tratamiento superficial, consiste en una sola aplicación de material bituminoso a la que se cubre con polvo de piedra o arena. Puesto que no hay manipulación de agregado y asfalto, se utilizan una gran variedad de materiales bituminosos, pero éstos tienen que ser tales, que creen altas propiedades de cementación inmediatamente después de que se ha aplicado el agregado de la cubierta, o muy poco después de ello. Es muy importante que la consistencia del material bituminoso sea tal que no penetre apreciablemente dentro de la superficie subyacente y que retenga el agregado de la cubierta.*

*Debe ponerse gran cuidado en impedir cualquier penetración apreciable de material bituminoso en la capa subyacente. Para que se reduzca la penetración, es esencial que las capas que contienen agregado grueso o de tamaño uniforme se taponeen con agregado fino, para disminuir así los huecos de la superficie, antes de que se aplique el material sellador. Si la capa subyacente contiene cualquier material volátil, la aplicación del material sellador deberá aplazarse, para que sea posible el curado de la capa.*

### Sección 10.15 TRATAMIENTO BITUMINOSO SUPERFICIAL

A- **GENERALIDADES.** *Este tipo de construcción se conoce con nombres tales como: penetración invertida, capa de blindaje y capa de alfombra, pero lo más corriente es que se la llame simplemente tratamiento superficial. Es relativamente poco costosa y resulta adecuada como capa de rodamiento para cualquier tipo de firme o base estable.*

*A este tipo de tratamiento pueden adaptarse cierta diversidad de materiales y también procedimientos de construcción.*

*Debido a que, por regla general, el tratamiento es delgado, y debido también al método de construcción, la lisura de la superficie depende, primordialmente, del estado de la base. Cuando se procede a este tipo de tratamiento bituminoso superficial, no es posible nivelar depresiones en la base.*

*En la tabla 410-1 del CR-77 aparecen indicadas las cantidades aproximadas de materiales para su aplicación y la secuencia de la misma. Las necesidades de equipo y los procedimientos de aplicación del material bituminoso y los agregados se encuentran indicadas en las Subsecciones 410.04, 410.05 y 410.06 del CR-77.*

#### **Sección 10.16 TRATAMIENTO BITUMINOSO DE PRESERVACION**

- A- GENERALIDADES.** *EL tratamiento bituminoso de preservación consiste en dos aplicaciones de material bituminoso a la superficie de una base ya preparada de agregados, con cada una de las aplicaciones cubierta con material de secado. Entre las dos aplicaciones de material bituminoso tiene que transcurrir un lapso de tiempo que permita la penetración de la primera aplicación dentro de la base, y para la disseminación de la cantidad necesaria de material de secado que cubra suficientemente el material bituminoso.*

*Si se va a permitir que, durante estas aplicaciones de material bituminoso y de secado, haya tránsito que utilice la calzada, es esencial que el control de este último sea muy rígido y que cualquier daño producido por éste, se repare adecuadamente.*

*Para los detalles referentes a necesidades de equipo y control del trabajo, véase la Sección 10.11 de este Manual.*

#### **Sección 10.17 CAPA SUPERFICIAL DE AGREGADO**

- A- GENERALIDADES.** *La Sección 10.06 de este Manual es también aplicable a esta sección.*

#### **Sección 10.18 AGREGADOS APILADOS**

- A- GENERALIDADES.** *La sección 6.05 de este Manual también es aplicable a esta sección.*

#### **Sección 10.19 PILOTAJE**

- A- MATERIALES.** *El J.O.C.R. dispondrá la inspección de los pilotes antes de su envío y proporcionará al Ingeniero de Proyecto copias de los informes de inspección.*

*Es obligación del Ingeniero de Proyecto que, basándose en el informe de inspección, compruebe los pilotes recibidos en el proyecto, y vea si han recibido algún daño en el trayecto.*

**B- MEDICION.** *La unidad de medición de los pilotes recibidos es el metro lineal. La Subsección 601.19 del CR-77 dispone que las longitudes que se habrán de pagar serán las pedidas, por escrito, por el Ingeniero y no incluirán longitud adicional alguna aportada por el Contratista a opción suya. Tal como se dispone en la Subsección 601.01 del CR-77, las longitudes de los pilotes pedidos por el Ingeniero se basarán en la longitud que se presume habrá de quedar en la estructura terminada, y el Contratista tiene que aumentar por su propia cuenta, la longitud necesaria para cabezales nuevos, o por otros motivos que respondan al método de operación del Contratista.*

*Si en los planos no aparece indicado el número exacto de pilotes que habrán de hincarse, el Ingeniero deberá pedir por escrito el número de pilotes, ordenando también su emplazamiento. Por lo tanto, es necesario que el número y longitud de los pilotes necesarios queden determinados con la mayor exactitud posible. Siempre que el pliego de licitación contenga una partida de pago para pilotes de prueba, será posible hincar un número suficiente de pilotes para que se determinen las longitudes adecuadas que se habrán de ordenar.*

*Al hincar los pilotes, puede resultar que algunos no queden hincados hasta la profundidad exacta calculada por el Ingeniero, y que las longitudes que hayan de recortarse discrepen de las que el Contratista había previsto. Sin embargo, esta situación no surtirá efecto alguno en la cantidad a pagar. Tal como se ha indicado en los párrafos anteriores, la cantidad a pagar por los pilotes suministrados, es la suma de las longitudes pedidas por el Ingeniero, haciendo caso omiso de cualquier discrepancia de las longitudes que realmente queden en la estructura terminada.*

*El pago para el hincado de los pilotes se hace con base en el precio por "cada uno" indicado en la licitación. Para la total asignación correspondiente a este trabajo, el pilote tiene que estar hincado y recortado a la altura necesaria. El pago por los pilotes puede hacerse en cualquier momento, después que se les ha apilado aceptablemente en el lugar de la obra.*

#### **Sección 10.20 HORMIGON ESTRUCTURAL**

**A- DOSIFICACION DE LA MEZCLA.** *La Subsección 602A.03 dispone que la determinación de las proporciones y pesos de los materiales a usar en las mezclas de hormigón, serán fijados de acuerdo al diseño de mezcla correspondiente indicado en los planos, que el Contratista previamente presentará con los materiales que usará para la aprobación del Ingeniero. La tabla 501.01 del CR-77 especifica: el contenido de cemento, la diversidad de medidas de agregados, la razón agua-cemento, la cantidad de revenimiento, la proporción de aire incluido y los pesos aproximados de agregados por saco de cemento, correspondientes a un predeterminado contenido de cemento.*

*Cuando los agregados están granulométricamente bien clasificados, puede establecerse una mezcla muy satisfactoria sin rebazar la tolerancia de un dos por ciento en más o menos permitida para el contenido de cemento. Cuando los agregados aportados por el Contratista son de tal naturaleza, o están granulométricamente clasificados de modo que una mezcla que tenga el contenido especificado de cemento y la razón agua-cemento máxima, no llegue a tener la plasticidad especificada ni la necesaria docilidad para que se la trabaje, la Subsección 602A.03 del CR-77*

permite los ajustes adecuados de las proporciones. No ha de rebasarse la relación máxima agua-cemento, pero sí están permitidos los aumentos de contenido de agua con aumentos proporcionales de contenido de cemento (por encima de la tolerancia del 2 por ciento, pero sin ningún pago adicional para el Contratista).

Salvo instrucciones en contrario, el Contratista está obligado a utilizar vibradores para la consolidación del hormigón de todas las estructuras. Hemos de hacer notar que, dentro de esta forma de especificación (es decir, una especificación que limita la cantidad de agua), resulta ventajoso para el Contratista el uso de vibración en todas las estructuras, siempre que sea posible aplicarla.

Las mezclas de prueba que se utilicen para determinar las proporciones necesarias por peso, pueden hacerse en el laboratorio utilizando muestra del cemento, la arena y el agregado que habrán de utilizarse en la obra. Es, en muchos aspectos, preferible que estas determinaciones se hagan al pie de la obra, utilizando para ello batidas más bien grandes, y el equipo que el Contratista utilice para dosificar y mezclar. Esto es particularmente cierto respecto al tipo de especificaciones cuyo control fundamental es el rendimiento en hormigón por saco de cemento. Este procedimiento no sólo hace posible el uso de batidas más grandes que las que se usarían en el laboratorio (con lo que proporciona una mejor base para la apreciación de la docilidad del hormigón), sino que asegura también que la mezcla se mezclará en el mismo tipo de batidora que se utilizará en la obra, factor que puede surtir considerables efectos en el rendimiento, especialmente cuando se utilizan agentes inclusores de aire.

- B- NOTAS EXPLICATIVAS SOBRE EL DISEÑO DE UNA MEZCLA DE HORMIGÓN. Las etapas para la proporción de mezclas de hormigón presentadas aquí, se basan en el método de volúmenes absolutos, según se indica en la Práctica General Recomendada (ACI) para la Selección de Proporciones de Hormigón (ACI 211:1-70). El método ofrece una primera aproximación de proporciones, para ser comparadas con los datos de prueba de laboratorio y/o controladas por mezclas de tanteo, y ajustadas según la necesidad, para producir las características deseadas del hormigón.

El procedimiento se basa en los cálculos del volumen absoluto ocupado por los ingredientes del hormigón. En la Tabla 501-01 se especifican, para cada hormigón: el tamaño del agregado grueso, el contenido de cemento, la mayor proporción de agua en el cemento, valor del revenimiento y de aire. Conociendo el tamaño máximo del agregado y el módulo de finura del agregado fino, el volumen del agregado grueso envarillado seco por unidad de volumen de hormigón, se puede estimar de los datos dados en ACI 211.1-70 y presentados en la Tabla 2.

Puesto que es preciso utilizar la menor cantidad posible del agua necesaria para la plasticidad especificada y la trabajabilidad deseada, la primera mezcla de tanteo contendrá menos agua que el máximo permisible (lo máximo que se permite de agua, generalmente es más de la requerida para el grado de revenimiento especificado). La Tabla 1 da estimados del agua de mezcla requerida para hormigón hecho con varios tamaños máximos de agregado, con aire arrastrado o sin él. Por consiguiente, el volumen desplazado por los ingredientes conocidos: agua, aire, cemento y agregado grueso- se resta de la unidad de volumen de hormigón, para obtener de este modo el volumen requerido de agregado fino. El volumen ocupado en el hormigón por cada ingrediente es igual a su peso, dividido por la densidad de este material.

*Las proporciones deben ser ajustadas a la humedad y absorción del agregado, y las proporciones de la mezcla final serán controladas por medio de coladas de tanteo. Pueden ser precisos ajustes subsiguientes para obtener la mezcla deseada, para su utilización en el campo.*

*La selección de proporciones y el establecimiento de los pesos de colada por metro cúbico de hormigón, pueden ser realizados en el orden siguiente:*

1- *Véanse los planos para la clase y resistencia de diseño del hormigón a usarse y las especificaciones para los requerimientos de la clase particular especificada. La Tabla 501-01 especifica lo siguiente:*

- a- *Grado de revenimiento,*
- b- *tamaño del agregado (graduación),*
- c- *máxima relación agua-cemento*
- d- *contenido de aire y*
- e- *contenido mínimo de cemento.*

2- *Estimar la cantidad de agua mezclada por metro cúbico para producir el revenimiento requerido en la Tabla 1. Según la textura y configuración del agregado, los requisitos del agua de mezcla pueden estar un poco por encima o por debajo de los valores tabulados, pero son suficientemente exactos para establecer la proporción inicial.*

*La cantidad de agua por unidad de volumen de hormigón requerida para producir una mezcla de la consistencia deseada, es influenciada por el tamaño máximo, la configuración de la partícula, la graduación de los agregados y por la cantidad de aire arrastrado. La cantidad mínima de agua debe ser la utilizada en la mezcla final. Generalmente, se pueden obtener mezclas satisfactorias de hormigón, utilizando el contenido mínimo de cemento de la Tabla 501-01 del CR-77. Sin embargo, si es imposible producir hormigón que tenga la consistencia requerida, es decir, revenimiento, sin exceder la relación máxima agua-cemento permitida, será necesario aumentar el contenido de cemento de la mezcla, sobre la mínima cantidad requerida para cumplir con el requisito de la relación agua-cemento.*

*Estas cantidades de agua de mezcla son para el agregado grueso promedio y para un hormigón con un revenimiento de 7,62 a 10,16 centímetros (para agregado grueso angular, aumentar el agua de mezcla entre el 5 y el 8 por ciento).*

3- *Estimar el volumen de agregado grueso con la Tabla N° 2. Para igual trabajabilidad, el volumen de agregado grueso en una unidad de volumen de hormigón, depende del tamaño máximo de éste y del módulo de finura del agregado fino. Con pocas excepciones, la cantidad mínima de agua de mezcla y la resistencia máxima se lograrán para los agregados y el cemento dados, cuando se*

utiliza la cantidad mayor de agregado grueso compatible con los requerimientos del trabajo.

El volumen de agregado grueso en pies cúbicos, sobre la base de envarillado seco por yarda cúbica de hormigón, es igual al valor de la Tabla 2 multiplicado por 27. El peso se determina multiplicando el volumen por el peso del envarillado seco en libras por pie cúbico del agregado grueso.

Los volúmenes se basan en agregados en condición de envarillado seco, como se analizan en AASHTO T-19 para el peso unitario del agregado.

Estos volúmenes se seleccionan de las relaciones empíricas para producir hormigón con un grado de trabajabilidad conveniente para las construcciones reforzadas usuales. Para construcciones de hormigón menos trabajable, tales como las requeridas para la construcción de pavimento de hormigón, pueden ser aumentadas en un diez por ciento. Para hormigón de más trabajabilidad, como el que puede ser requerido a veces cuando la colocación se hace por medio de bombeo, pueden reducirse hasta un 10 por ciento.

La proporción entre el agregado grueso y el fino requerida en la mezcla y la trabajabilidad resultante, son afectadas por el grado de grosor o finura del agregado fino (arena). El módulo de finura (MF) es un índice del grosor o finura y se obtiene sumando los porcentajes totales de una mezcla de arena retenida en cada uno de una serie especificada de mallas y dividiendo la suma por cien. Las mallas estandar usadas son los números 4, 8, 16, 30, 50 y 100. El método AASHTO T-27 describe los procedimientos del análisis de graduación de los agregados.

Como se indica en la Tabla 2, un aumento en el MF exige una disminución en el volumen del agregado grueso para mantener la trabajabilidad aceptable del hormigón, requiriendo por lo mismo un aumento en la cantidad de arena para producir una unidad de volumen de hormigón. Una disminución en el MF requiere un aumento en el agregado grueso y una disminución en la cantidad de arena. (En muchos procedimientos se utiliza un MF de 2,75 como valor que no requiere ajustes de los agregados).

- 4- El volumen de agregado fino se calcula restando el volumen ocupado por los ingredientes conocidos (agua, cemento, aire y agregado grueso), de la unidad de volumen de hormigón.

Para determinar los volúmenes absolutos de cemento y agregado grueso, se dividen los pesos de cada uno por su gravedad específica bruta, multiplicada por el peso unitario del agua. La gravedad específica real del cemento se determinará; sin embargo, puede utilizarse el valor de 3,15 con la seguridad de una exactitud razonable.

Para determinar el volumen absoluto de aire atrapado, se multiplica el volumen absoluto de una colada de un saco, por el porcentaje medio del aire atrapado en las especificaciones expresado en forma decimal. (Siganse las recomendaciones del fabricante para la calidad de la mezcla con aire incluido a utilizarse inicialmente en la mezcla de tanteo).

- 5- *Las cantidades de agregados que se deben pesar para el hormigón, deben considerar la humedad de los agregados. Generalmente los agregados no están en un estado saturado superficie seca, pero comúnmente contienen algo de humedad libre, es decir, la humedad total menos la absorción. Es necesario corregir esta condición, determinando los pesos de la colada, con los valores saturados superficie seca de los agregados. Viceversa, los agregados pueden estar más secos que el estado saturado superficie seca y puede ser necesario añadir agua adicional para suplir la deficiencia en el agua absorbida. Si esta deficiencia es suficientemente grande, debe aumentarse el tiempo de mezcla para permitir alguna absorción de agua, o la consistencia de la mezcla cambiará entre la mezcladora y la colocación final en la estructura.*

*Esta humedad libre en los agregados es una parte del requisito del agua de la mezcla. Durante las operaciones de colado, el contenido de humedad de los agregados está variando constantemente. Esto requiere control frecuente y cambios en las correcciones de los pesos de la colada. La corrección se hace multiplicando el peso saturado superficie seca de los agregados, por el porcentaje de humedad libre expresado en forma decimal.*

*Esto da el número de libras en que debe ser aumentado el peso de los agregados para compensar la humedad libre de los agregados. La corrección se aplica tanto al agregado grueso como al fino.*

*La humedad libre se puede determinar por el método AASHTO T-142. Cuando la absorción es determinada en base seca, o la humedad total se determina sobre una base seca, después de secar completamente la muestra de humedad del agregado, es necesario calcular la absorción y el agua libre de una base saturada superficie seca.*

*El agua de mezcla añadida a la colada, se debe reducir en una cantidad igual al contenido de humedad libre de los agregados.*

- 6- *Se hace una mezcla de prueba, utilizando los pesos de los distintos componentes de la batida, determinados por el procedimiento especificado. Es de desear que, en cuanto sea posible, al hacerlo se utilice el equipo que habría de usarse en la mezcla regular del hormigón, debido a que los resultados serán más ajustados a la realidad. Si la batidora es demasiado grande para una batida de un saco, deberá aumentarse el número de sacos hasta una cifra práctica para el equipo utilizado, y todos los ingredientes deberán aumentarse multiplicando su peso para una batida de un saco por el número de sacos que se emplean. Si no se pueden preparar coladas en el campo de tamaño completo, se controlará la mezcla por medio de coladas de tanteo en el Laboratorio, preparadas y probadas de acuerdo con AASHTO T-126-70.*

*Solamente se debe utilizar el agua suficiente para producir el revenimiento requerido, independientemente de la cantidad utilizada al seleccionar las proporciones de tanteo.*

- 7- *A continuación, siguiendo el método AASHTO T-119, se prueba una muestra representativa de la mezcla y se determina su revenimiento, el peso unitario siguiendo el método AASHTO T-121 y el contenido de aire de conformidad con AASHTO T-121 o T-152 para el hormigón de grava o piedra, y el método C-173 de la ASTM o el AASHTO T-196 para el hormigón de escorias, o para el hormigón con lutita esponjada o agregados de pizarra.*

*A medida que se van haciendo las pruebas arriba indicadas, se observa atentamente el hormigón respecto a su consistencia y docilidad y para determinar si la mezcla parece ser más o menos la correcta, en proporciones de agregados fino y grueso o si al parecer, tienen sobrante o faltante de agregado fino.*

*El rendimiento se determina dividiendo el peso total del cemento, agregado grueso y fino y agua de la mezcla (inclusive la humedad libre de los agregados) que se han utilizado en una batida de un saco, por el peso unitario real.*

- 8- *Basándose en los resultados de las pruebas hechas con la muestra de hormigón, o en el aspecto del hormigón, es posible que tengan que cambiarse las proporciones de la mezcla. Pueden producirse, por separado o conjuntamente, cualesquiera de las deficiencias que se enumeran a continuación.*
- a- *Demasiado o demasiado poco revenimiento*
  - b- *Exceso de grava o arena*
  - c- *Aire insuficiente o en demasiada cantidad*
  - d- *Discrepancia en el rendimiento con relación a las especificaciones o en la relación agua-cemento.*

*Las reglas que se enumeran a continuación rezan para el cambio de proporciones de la mezcla con el fin de corregir deficiencias:*

- a- *Debido a la mayor área superficial del agregado fino por unidad de peso de material, en comparación con el agregado grueso, el contenido neto de agua de una mezcla resulta más afectado por el agregado fino. Un aumento en la proporción de agregado fino tiende a aumentar la cantidad necesaria de agua.*
- b- *Para aumentar o disminuir el revenimiento en una pulgada (2,5 cm) aproximadamente, manteniendo constante el contenido de aire, aumentése o disminúyase en un 3 por ciento el peso del agua.*
- c- *Un aumento o disminución del uno por ciento del contenido de aire, aumentará o disminuirá el revenimiento en aproximadamente una pulgada (2,5 cm).*
- d- *Un aumento del uno por ciento del contenido de aire permite una disminución del 2 al 4 por ciento del agua para la mezcla, con algo de mejoramiento de la docilidad y sin pérdida de asentamiento.*
- e- *Todo aumento del contenido de agua tiende a aumentar el contenido del aire de la mezcla.*
- f- *Generalmente, la mezcla más deseable es la que contiene la menor cantidad de agregados finos y agua, se ajusta a las especificaciones de rendimiento y es suficientemente dócil para su colocación y acabado adecuados.*

9- *Valiéndose de las reglas que acabamos de enumerar, cámbiense las proporciones de la mezcla, según lo indiquen los resultados de las pruebas con hormigón producido en la primera batida de prueba. Los cambios serán en los pesos de agregados y agua.*

10- *Reajústese la mezcla para el rendimiento correcto. Compruébesela de nuevo para determinar que se haya rebasado la relación entre el agua y el cemento. Después de que se han ajustado los pesos de los agregados y el peso neto del agua para la mezcla, respecto al agua libre presente en los agregados, hágase una segunda batida de prueba. Esta se prueba del modo antes expuesto, y se hacen cualesquiera otros ajustes de la mezcla que sean necesarios. Por lo general, una determinación de la mezcla no demandará realizar más de 2 ó 3 batidas de prueba.*

C- *DISEÑO DE UNA MEZCLA DE HORMIGÓN POR EL METODO DE TANTEO. Explicación por medio de un ejemplo. El ejemplo que sigue ilustra los procedimientos y cálculos para las mezclas de prueba. El número de cada uno de los pasos está correlacionado con los que se han utilizado en las notas explicativas complementarias de la parte "B", inmediatamente anterior.*

1- *DETERMINACION DE CRITERIOS PARA EL DISEÑO. Los planos de la estructura señalan que el hormigón debe ser Hormigón Clase A vibrado y con aire incluido.*

*Según la tabla 501-01 del CR-77, esta clase de hormigón requiere un mínimo contenido de cemento de 611 libras por yarda cúbica (274,95 kg por 0,764 metros cúbicos), entre 2 a 5 centímetros de revenimiento, 5 l por ciento de aire incluido y una relación máxima de agua cemento de 0,44 libras por libra (0,91 kg por 0,45 kg). El tamaño máximo del agregado es de una pulgada (2,54 centímetros).*

*Otros informes indican que el agregado grueso tiene una gravedad específica bruta de 2,68, una absorción del 0,5 por ciento y un peso envarillado seco de 103 libras por pie cúbico (46,35 kilogramos por 23,31 cm<sup>3</sup>). La forma del agregado grueso es redondeado.*

*El agregado fino (arena) tiene una gravedad específica bruta de 2,64, absorción de 0,7 por ciento y un módulo de finura (MF) de 2,80.*

2- *DETERMINACION DEL AGUA DE LA MEZCLA. El tamaño máximo del agregado grueso es de una pulgada (2,54 centímetros). Según la Tabla 1, el agua de mezcla para el hormigón con aire incluido para este tamaño de agregado es de 267 libras por yarda cúbica (120,15 kg por 0,764 metros cúbicos). Se supone un agregado redondeado.*

*Controlar para ver si no se excede la relación máxima de agua-cemento:*

$$\text{Relación agua-cemento } \frac{267 \text{ lb.}}{611 \text{ lb.}} \quad 0,43$$

$$\frac{120,15 \text{ kg}}{274,95 \text{ kg}} \quad 0,43$$

(0,43 es menor que 0,44 - O.K.)

- 3- **DETERMINACION DEL VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO.** La cantidad de agregado grueso se estima según la Tabla 2. Para una arena con un MF de 2,80 y un tamaño máximo de una pulgada (2,54 cm.), 0,67 pies cúbicos de agregado grueso (18,96 decímetros cúbicos) en base de envarillado seco es lo utilizado.

Para una yarda cúbica (0,76 metros cúbicos) el agregado grueso sería:

$$\text{Volumen (27 pies cúbicos x 0,67)} \quad 18,09 \text{ pies cúbicos}$$

$$0,76 \text{ metros cúbicos x 0,018} \quad 0,013 \text{ metros cúbicos}$$

$$\text{Peso seco (18,09 x 103 libras/pies cúbico)} \quad 1863 \text{ libras (843,93 Kg.)}$$

- 4- **Calcular el volumen de arena requerido según los volúmenes de los ingredientes conocidos, del modo siguiente:**

#### AGUA

**Nota:** Es conveniente utilizar la menor relación de agua-cemento para obtener la resistencia de hormigón requerida; por consiguiente la cantidad de agua de mezcla determinada en el punto 2 anterior, quedará reducida a más o menos 260 libras (117,78 Kg.)

$$\text{Volumen de agua } \frac{260}{62,4} \quad 4,17 \text{ pies cúbicos (0,11 metros cúbicos)}$$

$$\text{Volumen de cemento } \frac{611}{3,15 \times 62,4} \quad 3,11 \text{ pies-cub. (0,08 m-cub.)}$$

$$\text{Volumen agregado grueso } \frac{1863}{2,68 \times 62,4} \quad 11,14 \text{ pies-cub. (0,31 m-cub.)}$$

$$\text{Volumen de aire incluido } 0,05 \times 27 \quad 1,35 \text{ pies-cub. (0,038 m-cub.)}$$

(punto medio)

*Volumen total de los ingredientes* 19,77 pies-cúb. (0,55 m-cúb.) sin incluir la arena.

*Volumen de la arena* 27 - 19,77 7,23 pies-cúb. (0,20 m-cúb.)

*Peso de la arena seca* 7,23 x 2,64 x 62,4 1191 libras (539,52 Kg.)

*Sumario de las proporciones computadas por yarda cúbica.*

	Volumen	Peso
<i>Agua (mezcla neta)</i>	4,17 pies-cúb. (0,11 m-cúb.)	260 lbs. (117,7 Kg)
<i>Cemento</i>	3,11 pies-cúb. (0,08 m-cub.)	611 lbs. (276,7 Kg)
<i>Peso grueso (seco)</i>	11,14 pies-cúb. (0,31 m-cúb.)	1863 lbs.(843,9 Kg)
<i>Agregado fino (seco)</i>	7,23 pies-cúb. (0,20 m-cúb.)	1191 lbs.(539,5 Kg)
<b>TOTAL</b>	<b>27,00 pies cúbicos</b>	<b>3925 libras</b>

*Peso unitario con aire incluido*  $\frac{3925}{27}$  145,4 lb/pies-cúb.

*Peso unitario teórico sin aire*  $\frac{3925}{27 - 1,35}$  153,0 lb/pies-cúb.

- 5- Se supone que las pruebas indican un total de humedad del 2 por ciento del agregado grueso y del 5 por ciento del agregado fino. La humedad libre (humedad sobre 555 (superficie saturada seca) es igual a la humedad total menos la absorción.

*Correcciones de humedad libre:*

*Agregado grueso* 2 - 0,5 1,5

*Agregado fino* 5 - 0,7 4,3

*Ajustes de los Agregados:*

*Agregado grueso* 0,015 x 1863 28 lb. (12,68 Kg.)

*Agregado corregido* 1863 28 lb 1891 lb. (856,6 Kg.) húmedo

*Agregado fino* 0,043 x 1191 51 lbs. (23,10 Kg.)

*Peso corregido* 1191 51 1242 lbs. (562,6 Kg.) húmedo

*Corrección del agua de la mezcla*

<i>Agua estimada de mezcla</i>	260 lbs. (117,78 Kg)
<i>Menos el agua libre de los agregados (28 51)</i>	- 79 lbs. (- 35,78 Kg)
<i>Usar</i>	181 lbs. ( 81,99 Kg)

- 6- *PROPORCIONES DE COLADA DE TANTEO. Los pesos de colada de tanteo, corregidos por humedad libre, por yarda cúbica son:*

<i>Agua (añadida)</i>	181 lbs. ( 81,99 Kg)
<i>Cemento</i>	611 lbs. ( 276,78 Kg)
<i>Agregado grueso (húmedo)</i>	1891 lbs. ( 856,62 Kg)
<i>Agregado fino (húmedo)</i>	1242 lbs. ( 562,62 Kg)

- 7- *RESULTADOS DE LA PRIMERA MEZCLA DE TANTEO. Las pruebas realizadas en el laboratorio indican un revenimiento de una pulgada (2,54 cm.) y un peso unitario de 143,8 libras por pie cúbico (65,14 Kg. por 0,028 metros cúbicos). El contenido de aire medido estaba dentro de las especificaciones (5,7 ) pero cerca del límite superior.*

*Mezcla baja en revenimiento, el aire debería estar 0,7 más bajo para estar en el medio de lo especificado. La mezcla necesita alrededor de 1,5 pulgadas más de revenimiento (3,81 cm). El contenido de agua puede ser aumentado sin exceder la relación agua-cemento permitida. Añadiendo más agua, probablemente se ocasionará el arrastre de más aire y por consiguiente se reducirá la cantidad de mezcla con aire atrapado.*

$$\text{Rendimiento } \frac{117,75}{143,8} \quad 0,819 \text{ pies-cúb. (0,023 m-cúb.)}$$

*Rendimiento teórico 0,810 pies-cúb. para colada de tanteo (0,023 m-cúb.)*

*El contenido de aire se computa por el volumen de los ingredientes en la proporción original basada sobre 0.81 pies cúbicos y los pesos secos como sigue:*

$$\text{Agua (mezcla neta)} \quad \frac{7,80}{62,4} \quad 0,125 \text{ pies-cúb. (0,003 m-cúb.)}$$

Cemento	$\frac{18,33}{3,15 \times 62,4}$	0,093 pies-cúb. (0.002 m-cúb)
Agregado grueso (seco)	$\frac{55,89}{2,68 \times 62,4}$	0,334 pies-cúb (0,009 m-cúb)
Agregado fino (seco)	$\frac{35,73}{2,64 \times 62,4}$	0,217 pies-cúb (0,006 m-cúb)
<b>TOTAL</b>		<b>0,769 pies-cúb (0,021 m-cúb)</b>

Puesto que el rendimiento fue 0,819 pies cúbicos (0.023 metros cúbicos), el contenido de aire calculado es:

$$\frac{0,819 - 0,769}{0,819} \quad 6,1 \quad (\text{fuera de las especificaciones})$$

$$\frac{8,927 - 8,925}{0,023} \quad 8,6 \quad (\text{fuera de las especificaciones})$$

#### 8 y 9- AJUSTE DE LA MEZCLA Y SEGUNDA COLADA DE TANTEO

Revenimiento requerido	2,5" (6,35 cm)
Revenimiento real	1" (2,54 cm)
Volumen colada, diseño	0,810 pies-cúb (0.022 m-cúb)
Volumen real	0,819 pies-cúb (0,023 m-cúb)
<b>DIFERENCIA</b>	<b>0,009 pies cúbicos</b>

1- Reducir los volúmenes de agua, agregado grueso y agregado fino en 0,003 pies cúbicos cada uno. Las proporciones de colada y de yarda cúbica se convierten en:

Colada (0,81 pie-cúbico) (0,02 m <sup>3</sup> )	Colada yarda cúbica (0,76 m <sup>3</sup> )
Agua (mezcla neta) 0,122 pie-cúbico	4,07 pie-cúbico
Cemento 0,093 pie-cúbico	3,11 pie-cúbico

<i>Agregado grueso (seco)</i>	<i>0,331 pie-cúb</i>	<i>11,03 pie cúbico</i>
<i>Agregado grueso (fino)</i>	<i>0,214 pie-cúb</i>	<i>7,13 pie cúbico</i>

*Cada yarda cúbica (0,76 m<sup>3</sup>) el agua de mezcla es:*

*Agua (neta) 4,07 x 62,4 62,4 253 libras (114,60 Kg)*

- 2- *El agua de mezcla aumentó 4,5 para producir 1,5" de revenimiento adicional:*

*1,045 x 253 264 lbs. (119,59 Kg)*

*Volumen  $\frac{264}{62,4}$  4,23 pies-cúbicos (0,11 metros cúbicos)*

*El aumento en contenido de agua exigirá una disminución en el volumen de agregados para mantener el rendimiento correcto. Puesto que un aumento de arena requerirá agua adicional para mantener un revenimiento constante, hay que disminuir el contenido de arena solamente para la segunda mezcla de tanteo. (Tanto el agregado grueso como el agregado fino pueden ajustarse si es necesario mantener el rendimiento).*

*Para la segunda colada de tanteo:*

*Volumen de agua 4,23 pies cúbicos (0,11 m-cúb)*

*Volumen de cemento 3,11 pies cúbicos (0,08 m-cúb)*

*Volumen de aire 1,35 pies " (0,03 m-cúb)*

*Punto medio de especificaciones*

*Volumen total 19,72 pies " (0,55 m-cúb)  
(menos la arena)*

*Volumen de arena requerido 27-19,72 7,28 pies cúb. (0,20 m-cúb)*

*Peso de la arena seca 7,28 x 2,64 x 62,4 1199 libras (543,14 Kg)*

Los pesos ajustados por yarda cúbica son:

	BASE SECA	AJUSTE DE HUMEDAD LIBRE
Agua	264 lbs. (119,59 Kg)	184 lbs. ( 83,35 Kg)
Cemento	611 lbs.(276,78 Kg)	611 lbs.(276,78 Kg)
Agregado grueso	1844 lbs.(835,33 Kg)	1872 lbs.(848,01 Kg)
Arena	1199 lbs.(543,14 Kg)	1251 lbs.(566,70 Kg)
Aire		
TOTAL	3918 lbs.(1774,8 Kg)	3918 lbs.(1774,8 Kg)

Controlar la relación agua-cemento

$$\frac{264}{611} \quad 0,43 \quad (\text{menos que las especificaciones O.K.})$$

$$\text{Peso unitario calculado con aire arrastrado} \quad \frac{3918}{27} \quad 145,1 \text{ lbs/pie cúbico}$$

$$\text{Peso unitario calculado teórico} \quad \frac{3918}{27 - 1,35} \quad 152,7 \text{ lbs/pie cúbico}$$

Para la segunda colada de tanteo de 0,03 yardas cúbicas (0,81 pies cúbicos) el peso total de colada es  $0,03 \times 3918 = 117,54 \text{ lbs. (53,24 Kg.)}$

Los resultados de las pruebas de laboratorio de la segunda colada de tanteo indicaron: el revenimiento fue de 2,5" (6,35 cm), el peso unitario fue de 144,9 libras por pies cúbicos (65,63 Kg. por 28,31 cm. cúb.) y el aire medido de 5,1. El revenimiento y el aire parecen satisfactorios; controlar el rendimiento:

$$\text{Rendimiento} \quad \frac{117,54}{144,9} \quad 0,811 \text{ O.K.}$$

$$\text{Peso del cemento} \quad 0,03 \times 611 = 18,33 \text{ lbs.}$$

$$\text{Contenido de cemento} \quad \frac{18,33 \times 27}{0,811} = 610 \text{ lbs/yarda cúbica}$$

$$\text{Diferencia } \frac{611 - 610 \times 100}{611} = 0,2$$

*Esto está dentro de los límites razonables de una producción aceptable de hormigón (grado de tolerancia especificado 2 %).*

*La mezcla cumple con las especificaciones en cuanto a revenimiento, contenido de cemento y contenido de aire. Puede ser necesario algunos ajustes ligeros en la proporción de arena con relación a los agregados gruesos, para mejorar la trabajabilidad según las condiciones de colocación.*

*A menudo, durante clima caluroso se requiere retardar el fraguado del hormigón en las operaciones de colado de placas de fundación, usando mezclas retardantes. A menos que la experiencia haya demostrado el efecto de retardador, no se usará en la mezcla, hasta tanto no se hayan hecho las pruebas de la colada de tanteo, para determinar su efecto en el tiempo de fraguado y en otras cualidades del hormigón. La colada de tanteo se proporcionará utilizando las dosis recomendadas por el fabricante y los ajustes subsiguientes que se hagan necesarios.*

- D- MEZCLA.** *La Subsección 602A.08 especifica los requisitos de las mezcladoras de hormigón, el tiempo para la mezcla, los aparatos medidores de tiempo y la velocidad de mezclado.*

*Antes de que comience el trabajo, el Ingeniero de Proyecto deberá comprobar el tambor de la mezcladora, particularmente en lo que respecta a fugas, paletas desgastadas y estado del canalón de descarga. Deberá insistir en que se corrijan satisfactoriamente todos los defectos antes de que se ponga el equipo en servicio. Deberá constatar la velocidad del tambor de la mezcladora y se le comprobará de vez en cuando. Esto se hace fácilmente poniendo una marca con tiza en el tambor y contando las revoluciones.*

*Si el cemento se añade a la batida a alguna distancia de la mezcladora, se le ha de cubrir debidamente para impedir pérdidas en el recorrido hasta la mezcladora.*

*La mezcladora deberá cargarse de modo que no se pierdan materiales porque caigan al suelo, y con la caja cargadora levantada durante un tiempo suficiente, para que todo el material descargue dentro del tambor. La mezcladora tiene que contener la carga sin pérdida alguna durante el mezclado.*

*El Anexo 10.20-A presenta diversas formas de manipulación de los agregados y el hormigón para que la segregación se reduzca al mínimo.*

*Cuando por algún motivo, la mezcladora permanezca inactiva durante una hora o más, debe limpiársela a fondo antes de que se vuelva a utilizarla.*

- E- CONTROL DE LA MEZCLA DURANTE LA CONSTRUCCION.** *Después que se ha comenzado el colado de hormigón y las operaciones de mezcla se han estabilizado, se hace necesario proceder a frecuentes determinaciones de la cantidad de agua libre contenida en los agregados.*

También será necesario hacer determinaciones periódicas de: revenimiento, rendimiento, factor cemento y contenido de aire del hormigón recién mezclado. La frecuencia de estas pruebas las determinará el Ingeniero de Proyecto.

Las determinaciones frecuentes de la cantidad de agua libre contenida en los agregados, tienen una doble finalidad:

- 1- Ajustar los pesos básicos de la dosificación que se han establecido con base en un estado de los agregados saturados superficie seca y
- 2- asegurar que no se ha rebasado la relación máxima de agua-cemento.

En el segundo caso, también se hace necesario determinar la cantidad exacta de agua añadida a la mezcla, ya que es esta cantidad, más el agua libre de los agregados lo que determina la relación agua-cemento. Deberán hacerse pruebas de humedad al menos dos veces al día y más a menudo cuando sea necesario, para que, de una batida a otra, se mantengan cantidades uniformes de material.

Sujeta únicamente a la relación máxima de agua-cemento indicada en las especificaciones, la cantidad de agua que ha de utilizarse está totalmente controlada por la prueba de revenimiento, y esta determinación deberá hacerse a intervalos frecuentes para que, en todo momento, esté segura la total concordancia con las especificaciones. Dentro del tipo de especificaciones en el que se ha fijado el factor cemento, hay, por parte del Contratista, cierta tendencia a emplear más agua de la necesaria, debido a la mayor facilidad de manipulación.

Debemos hacer notar que un aumento tan reducido del revenimiento de una pulgada (2,5 centímetros), normalmente aumentará la relación agua-cemento en aproximadamente un galón (3,785 litros) por saco de cemento, causando con ello una disminución en la resistencia a la compresión de aproximadamente 100 libras por pulgada cuadrada (7,03 kilogramos por centímetro cuadrado). También hay otras objeciones a las batidas excesivamente empapadas. Aumentan las dificultades debidas a la segregación y exudación del agua. Por otra parte, la batida no ha de ser tan seca que, como resultado de ello, se produzcan dificultades de transporte y de colado.

La finalidad de la prueba de rendimiento es determinar si se está utilizando el contenido adecuado de cemento. Está permitida una discrepancia del 2 por ciento respecto al contenido de cemento establecido en el inicio de las operaciones. Por ejemplo, si el contenido especificado es de 8,5 sacos por metro cúbico, se aceptará cualquier valor entre 8,33 y 8,67.

Cuando se determine el contenido de aire, empleando para ello el método T-152 de la AASHTO, deberá prestarse particular atención a la calibración del aparato de presión. Los cambios de altitud, temperatura y humedad afectan al manómetro de presión.

#### F. CONTROL DE LAS OPERACIONES DE MEZCLADO EN UN PUNTO CENTRAL

Para el mezclado del hormigón en un punto central, o en la obra, se aplicarán los mismos principios que cuando la operación se hace en una instalación mezcladora

portátil. Sin embargo, la mezcla en un punto central plantea determinados problemas de control con los que no se tropieza cuando el mezclado se hace en la obra. Cualquiera que sea el método de mezclado que emplee el Contratista, el Ingeniero de Proyecto tiene la obligación de determinar que cumpla plenamente con todos los requisitos de las especificaciones.

Por lo general, los proyectos están a considerable distancia de la instalación mezcladora situada en un punto central. Como resultado de ello, no es nada desusado que, para cuando la primera carga de hormigón salida de la instalación central llega a la obra, hay varias otras más que estarán en camino. Además, puede no haber un modo rápido para hacer saber a la instalación que hay necesidad de un cambio en la mezcla. El resultado final es que resulta difícil mantener el control de la mezcla después que ha comenzado una colada, a menos que se tomen las precauciones necesarias que exponemos a continuación.

- 1- **AGREGADOS.** Después que se ha determinado que la calidad y la granulometría de los agregados son satisfactorias, y una vez que hayan comenzado las operaciones de mezcla, deberá hacerse una comprobación diaria de las tolvas o de las pilas, para determinar cuándo se hacen cambios o cuándo se añaden materiales nuevos. Cualesquiera cambios en los materiales exigirán una comprobación de la granulometría.
- 2- **CEMENTO.** El empleo de cemento a granel puede causar problemas. Para que sea aceptable, el cemento tienen que surtirlo fuentes aprobadas con anterioridad y a las que el Ingeniero de Proyecto entrega un certificado de aceptabilidad, o bien se tiene que sacar una muestra del cemento, a pie de obra y enviarla al Laboratorio Central para que haga las pruebas de aceptación.
- 3- **DOSIFICACION.** Después de que se han determinado la aceptabilidad de los materiales, tiene que establecerse la dosificación de la mezcla y la instalación que la va a producir. El Ingeniero de Proyecto quizá encuentre que es deseable enviar muestras de los agregados al laboratorio, para que allí establezcan la dosificación, en lugar de que se la determine a pie de obra. Esta decisión tiene que tomarse lo más rápido posible, con el fin de evitar retrasos en las operaciones de colado del hormigón.

La dosificación de la mezcla y cualesquiera otros problemas relacionados con la instalación, el Ingeniero de Proyecto deberá tratarlos a fondo con el director de la instalación de mezclado y el Contratista, con bastante antelación a las operaciones reales de colado del hormigón. Cualesquiera problemas que queden sin resolver deberán someterse, por carta, a la atención del Contratista. No se permitirá el inicio de colado alguno de hormigón, a menos que el Ingeniero de Proyecto haya indicado que está convencido de que la mezcla se ajustará a las especificaciones.

Las especificaciones establecen una cantidad máxima de agua para cada una de las clases de hormigón. El agua que se añada en la instalación mezcladora se determinará por peso o por volumen. El depósito o el medidor de agua deberá estar calibrado para que mida cualquier cantidad de agua que se necesite en las operaciones de mezclado.

*Rara vez se encuentra que la cantidad máxima de agua que permiten las especificaciones, sea la que se necesita para una consistencia adecuada.*

*Cuando en la instalación no se añade el máximo de agua, está permitido que se la añada en el lugar de la entrega, siempre que no se rebasen ni el agua total permisible ni el asentamiento permisible, y siempre que se cumpla con el tiempo máximo de mezclado después de la última introducción del agua.*

- 4- **REGISTROS DEL MEZCLADO EN CAMION.** *Para que se asegure un control adecuado del hormigón mezclado en camiones, desde la dosificación en la instalación hasta que se le coloca en la obra, el inspector de la instalación y el inspector de campo tienen que disponer de un medio conveniente para que queden registradas: la cantidad de agregados, cemento, agua y aditivo que se han incluido en cada batida, las revoluciones y tiempo de mezclado y colocación.*

G- **MUESTRAS DEL HORMIGON.** *El muestreo del hormigón deberá hacerse de acuerdo con la designación T-141 de la AASHTO, "Muestreo del hormigón fresco", y se prepararán en el campo especímenes, siguiendo para ello el Método T-23 de la AASHTO.*

*El molde de cilindros en moldes de cartón o botes de lámina metálica delgada, exigen mucho más cuidado que el que se necesita con moldes más rígidos.*

*Es necesario sujetar el molde con una mano mientras con la otra se compacta el hormigón sirviéndose de una varilla. Tiene que ponerse gran cuidado en evitar toda inclinación de la base del molde durante dichas operaciones. Una ligera capa de diesel o aceite mineral aplicada a la cara interna del molde, facilitará el desprendimiento del mismo.*

*Todos los cilindros deberán ser marcados, con tinta indeleble, antes que se les envíe al laboratorio, con los datos siguientes:*

*Proyecto*

*Estructura y estación*

*Número del cilindro*

*Fecha en que se le moldeó*

*Fecha para la prueba (o edad en que se va a probar, a los 7 ó 28 días)*

*Si no se siguen los métodos normales de confección y curado para cilindros de campo, y si la resistencia de los mismos es baja, cabrán dudas de si la baja resistencia se deba a un hormigón de inferior calidad o bien a métodos inadecuados de manipulación y curado de los especímenes de prueba.*

- H- PRUEBAS DE RESISTENCIA AL IMPACTO.** *El martillo suizo, al que a veces se llama martillo de impacto de Schmidt es un instrumento útil para la estimación de la resistencia a la compresión del hormigón ya fraguado, cuando las condiciones que se encuentran en la construcción o los resultados de las pruebas con cilindros indican la necesidad de otra evaluación más. También se le puede utilizar para la localización de la superficie de hormigón más débil de una estructura. No se le utilizará como sustitutivo de las pruebas necesarias con cilindros.*

*Es preferible utilizar el martillo suizo con una curva de calibración que se haya obtenido con hormigón que contenga cemento y agregados que sean idénticos a los del hormigón sometido a prueba. Puesto que este procedimiento ideal es rara vez posible, se utilizan las curvas de resistencia al impacto suministradas por el martillo. Deberá observarse una estricta conformidad con las instrucciones referentes a la preparación de la superficie del hormigón y a la posición del martillo durante la prueba.*

- I- ENCOFRADOS.** *El Ingeniero de Proyecto y el Contratista deberán prestar cuidadosa atención a los detalles de construcción de los encofrados, para que se obtengan buenas superficies del hormigón.*

*Jamás podrá hacerse demasiado hincapié en la necesidad de exactitud, rectitud y nitidez de las líneas de barandas, coronamientos y bordillos. El público juzgará la estructura por la parte visible de la misma desde la calzada, y la apariencia de una estructura, que en todo lo demás sea perfecta, puede echarse a perder debido a alineación o a una calidad deficiente en el trabajo de estas partes. Barandas, coronamientos y bordillos habrán de fijarse, respecto a alineación y elevación, valiéndose de instrumentos.*

*Cuando se construyan los encofrados, debe tenerse muy presente la facilidad de retiro de los mismos; deberá levantárseles de modo que se les pueda desprender, sin tener que hacer uso de barras o martillos pesados. Cuando se monten formaleas o encofrados, hay que recordar que las últimas piezas que se desprenderán serán los fondos de las vigas y que las primeras que serán retiradas serán los encofrados de las columnas. A menos que los planos así lo indiquen o que el Ingeniero haya dado su conformidad por escrito, no se permitirá la soldadura, en la obra, de tirantes, arriostres o soportes encofrados a miembros estructurales permanentes de acero.*

- J- COLOCACION DEL HORMIGON.** *Durante la colocación del hormigón, el Ingeniero de Proyecto deberá vigilar la consistencia del hormigón y los métodos que se sigan en esparcirlo y trabajarlo, velando para que se evite la segregación. Deberá evitarse que el hormigón se deposite continuamente en un solo punto y no se permitirá que tenga que fluir hasta puntos distantes. Una cantidad excesiva de vibrado o compactación con barras hará que los materiales se separen unos de otros. En el Anexo 10.20 A se muestran métodos que evitan la segregación en la manipulación y colocación del hormigón.*

*Cuando a medida que se va colocando el hormigón, se forman encharcamientos en la superficie del mismo éstos indican un posible exceso de agua. Normalmente, el agua de la mezcla tiende a subir a la parte alta de las capas profundas del hormigón.*

*Si se colocan distintas capas en rápida sucesión, aparecerá en la superficie un exceso de agua. Este exceso ha de trabajarse cuidadosamente para que se introduzca en un punto bajo y se la elimine de la superficie.*

*Antes de colar el hormigón, debe eliminarse el agua del encofrado o formaletas. En los trabajos de cimentación resulta a veces prácticamente imposible eliminar toda el agua. En este caso, una práctica ya reconocida como buena, es la de comenzar el trabajo colocando hormigón en un extremo del encofrado y seguir la operación hasta que la superficie del hormigón alcance a estar bien por encima del agua, dejando que sea el propio hormigón el que avance, desplazando el agua con la mínima manipulación posible. No deberá palearse ni arrastrar hormigón dentro del agua. El bombeo mientras se coloque el hormigón, deberá ser lo suficiente para que la superficie del agua se mantenga por debajo de la superficie del hormigón. Un bombeo excesivo arrastrará el cemento de la mezcla. Jamás deberá permitirse que se deposite hormigón en corrientes de agua.*

*A menos que los planos indiquen lo contrario, las columnas de hormigón tienen que colarse con una anticipación de, cuando menos 12 horas a la construcción del encofrado para las vigas o viguetas que deban apoyarse en aquéllas, para que así se permita que el hormigón de las columnas frague y se asiente.*

*En general, las cimbras habrán de deshacerse y la superestructura habrá de quedar terminada antes de que se le coloquen aceras o coronamientos. Esta precaución es esencial para que se evite el apiñamiento de las juntas de expansión, las variaciones en la nivelación y otras condiciones indeseables. En los arcos de tímpano con relleno, deberán dejarse parte de las paredes del tímpano para la construcción posterior al desimbramiento de los centros, si así fuere necesario para que se evite el apiñamiento de las juntas de expansión.*

*En la Subsección 602A.11 del CR-77 se exponen los requisitos para la colocación continua de hormigón en secciones de una estructura y para las juntas de construcción. El equipo y los obreros del Contratista deben reunir la capacidad y eficiencia necesarias para que cada carga de hormigón no quede esparcida en una superficie muy grande y durante un período tan largo de tiempo, que haya lugares en los que el hormigón frague antes de que se añada otro hormigón.*

*Los encofrados para juntas verticales deberán ser estancas al mortero, en especial en la parte de la cara inferior de losas o vigas. Para asegurar esta condición, puede hacerse necesario calafatearlos con macilla u otro material adecuado. Deberá prestarse atención especial a todas las juntas de expansión, para asegurarse de que se las ha construido exactamente tal como aparece indicado en los planos, sin que haya ninguna parte de la estructura, con libre movimiento, que esté en contacto a tope con ninguna parte rígida.*

*La Subsección 602A.11 exige que en todas las estructuras se utilicen vibradores, salvo indicación en contrario. Cuando sea necesario, el vibrado se complementará con paleo a mano con herramientas adecuadas para que se aseguren una consolidación adecuada y suficiente. No deberá vibrarse un mismo punto en una duración tal que determine la formación de zonas localizadas de lechada. Un indicio de que el vibrado es ya suficiente, lo da la aparición de una línea de pasta de cemento en la unión del hormigón con las formaletas y el acero de refuerzo. Generalmente, la vibración es suficiente cuando no hay ninguna disminución aparente del volumen*

del hormigón. El CR-77 dispone que la vibración deberá llevarse a cabo trabajando dentro del hormigón. No debe permitirse que el cabezal del vibrador se aplique contra montantes, barrotes, tirantes, caras internas de las formaletas o contra las varillas de refuerzo. La consolidación debe llevarse a cabo cuando se coloca cada una de las batidas, sin permitir que el vibrador remueva otra vez las cargas anteriormente colocadas. No debe permitirse el uso de vibradores para hacer avanzar el hormigón a lo largo de los encofrados.

**K- CONSTRUCCION Y ACABADO DE LOSAS DE HORMIGON PARA PUENTES.** No se permitirá la colocación de hormigón en la losa de los puentes, sino hasta que el Ingeniero esté convencido de que el ritmo de producción y colocación del hormigón, será suficiente para que el colocado propuesto y las operaciones de acabado queden terminados dentro del tiempo programado, de que para el acabado de la losa se emplearán operarios con experiencia en tales trabajos, y de que en el lugar del trabajo se tiene a mano todo el equipo y herramientas necesarios y en estado satisfactorio para que se les utilice.

A menos que el Contratista suministre medios de alumbrado aprobados, la colocación del hormigón en la losa del puente, deberá cesar en una hora tal, que las operaciones de acabado puedan quedar terminadas durante las horas de luz diurna.

Inmediatamente antes de que se coloque el hormigón de la losa del puente, se ordenará al Contratista que revise toda la cimbra y las cuñas, y que haga todos los ajustes necesarios. Debe ponerse el mayor cuidado en asegurarse de que el asentamiento y la flexión, debidos al haberse añadido el peso de la losa de hormigón del puente, se mantendrán en un mínimo. El Contratista deberá suministrar medios adecuados de control que permitan la rápida medición del asentamiento y la flexión.

Si se produjera asentamiento u otros acontecimientos imprevistos que, según el parecer del Ingeniero de Proyecto, impedirán que se obtenga una losa de puente que coincida con los requisitos de las especificaciones, la colocación del hormigón de la losa se interrumpirá hasta que se vayan tomando medidas correctivas a satisfacción del Ingeniero de Proyecto. En el caso de que no se hayan tomado medidas correctoras satisfactorias antes del fraguado inicial del hormigón en la extensión afectada, se interrumpirá la colocación del hormigón y se colocará una junta de tablonos de contención en el lugar que señale el Ingeniero de Proyecto. Todo el hormigón que quede más allá de la junta tendrá que retirarse.

El acabado del tablero de hormigón exige la atención crítica del Contratista y del Ingeniero de Proyecto, para que se asegure un trabajo de calidad y una superficie de rodadura lisa. Por lo tanto, deberán seguirse cuidadosamente los procedimientos especificados en el contrato.

#### 1- Acabado a mano

A menos que los planos, las disposiciones especiales o alguna orden de cambio dispongan lo contrario, a las losas de los puentes se les dará el acabado a mano, de acuerdo con lo que dispone la Sección 601.12 del CR-77. Para el acabado a mano se recomiendan los procedimientos siguientes:

*Después que se ha colocado y consolidado el hormigón, la superficie del mismo deberá recibir un acabado preliminar. Generalmente este acabado se obtiene alisando cuidadosamente la superficie del hormigón con un codal, que se pondrá en acción sobre y entre guías o maestras, hasta que se obtenga una superficie uniforme. El acabado preliminar deberá comenzar y se le continuará sin interrupción, junto con las operaciones de colocación del hormigón.*

*Las guías o maestras deberán ajustarse a las alturas adecuadas con un margen de tolerancia correspondiente al asentamiento, la curvatura y la flexión (contraflecha) que se hayan previsto como necesarios para que la superficie de la losa del puente quede conforme la rasante establecida.*

*El codal tendrá que ser de construcción rígida y diseñado de tal modo que resista toda deformación y curvatura mientras se le utilice.*

*Las guías o maestras tendrán que ser de un tipo tal y habrán de estar instaladas de modo que no se desvien ni levanten bajo las cargas que se le apliquen. Deberán mantenerse cabalmente en su lugar durante todo el tiempo de la colada y deberá sujetárseles firmemente antes de que se coloque el hormigón de la losa. Deberán ser ajustables en su altura y se les reajustará cuantas veces sea necesario, para que respondan a cualquier asentamiento y flexión que se produzca durante la terminación del acabado preliminar, o antes de ella.*

*Después de que haya terminado el acabado preliminar, la superficie del tablero deberá alisarse con planchas en sentido paralelo a la línea central de la calzada. Los puentes transversales con los que han de manipularse las planchas de albañil, deberán recorrer todo el tramo de losa que se esté colando. Tienen que ser de construcción rígida y sin juego o movimiento cuando los utilicen los operarios enlucidores.*

*Deberá proporcionarse un número suficiente de puentes y planchas de albañil, que permitan que la operación de acabado se haga inmediatamente después de las operaciones de acabado preliminar. Las planchas deberán desplazarse con un movimiento combinado longitudinal y transversal, aplanando los puntos altos y llevando el material sobrante a los puntos bajos, con cada una de las pasadas traslapándose con la anterior, en cuanto menos la mitad de la longitud de la plancha. El enlucido deberá continuar hasta que se obtenga una superficie lisa.*

*El primer enlucido con plancha deberá ponerse en práctica tan pronto como el estado de la superficie del hormigón permita el alisado y se le mantendrá sin interrupción hasta que se haya producido todo asentamiento. La segunda plancha se hará avanzar detrás de la primera a la máxima distancia que venga permitida por la docilidad del hormigón.*

*Los requisitos para probar la exactitud de la superficie, corregir los defectos y dar aspereza a la superficie se encuentran en la Subsección 602A-12c) del CR-77.*

*Una vez probada la superficie, se le dará el acabado final, pasándose un escobón encima de ésta, transversalmente a la línea centro de la losa del puente.*

## 2- Acabado a máquina

*En muchos lugares, las losas de los puentes se acaban a máquina con excelentes resultados. Cuando se necesite o esté permitido el acabado a máquina, las disposiciones especiales o la orden de servicio especificarán: las limitaciones de la distancia a la que el hormigón se colocará adelante de la máquina para el acabado, las tolerancias de la superficie y los métodos para probar la horizontalidad de la superficie, para corregir los defectos y para dar aspereza a la superficie.*

*Los carriles para sostén y avance de las máquinas de acabado deberán ser de una construcción tal y deberán instalarse de tal modo, que durante las operaciones de acabado no se produzca cabeceo ni desviación alguna. Tienen que ser ajustables y se les montará con las alturas (con un margen de tolerancia para el asentamiento, la curvatura y la flexión previsible de la cimbra) necesarias para que den forma a la superficie con la rasante y el perfil transversal necesarios, dentro de la tolerancia especificada. Deberán estar totalmente instalados en su lugar y firmemente sujetos a él antes de que comience la colocación del hormigón.*

*Si se utilizan guías de rodillo, las mismas deberán estar construidas de tal modo que no tengan curvatura ni deformación alguna. Todos los rodillos deberán corresponder exactamente al perfil transversal del tablero del puente.*

*Los vibradores no deberán entrar en contacto con las varillas de la armadura y habrán de estar contruidos de modo que se transmita muy poca vibración al encofrado. La vibración habrá de transmitirse al hormigón de modo que, cuando se detenga el avance de la máquina, cese toda vibración.*

*Se ordenará al Contratista que proporcione suficientes puentes transversales de enlucido para que puedan llevarse las operaciones de enrasado, enlucido y otros más de acabado.*

*Las planchas, tanto movidas a mano como movidas a máquina, deberán desplazarse con el eje longitudinal de la plancha paralelo a la línea central de la losa. La plancha deberá avanzar con un movimiento combinado longitudinal y transversal, para que aplane los puntos altos y lleve el material así retirado a que enrase los puntos bajos. Cada pasada de la plancha deberá traslapar la pasada anterior en una mitad de la longitud de la plancha. El enlucido con la plancha deberá continuar hasta que se obtenga una superficie lisa de rodadura.*

*La extensión de la colocación de hormigón deberá limitarse a la que pueda quedar acabada antes de que comience la siguiente colocación. La colocación de hormigón para la superficie de la losa no deberá hacerse a más de 3 metros por delante de la operación de enrasado. Delante del codal vibratorio deberá mantenerse un ligero sobrante de hormigón.*

*Al terminar las operaciones de acabado a máquina, deberán desprenderse rápidamente de ésta última los soportes del codal y se procederá con toda prontitud a cualquier acabado a mano que sea necesario.*

**L- CURADO DEL HORMIGÓN.** Para que el hormigón pueda fraguar debidamente, es necesario que se establezcan determinadas condiciones que son favorables para la hidratación adecuada del cemento. La expresión "curado" se aplica a un conjunto de condiciones de humedad y temperatura que se han establecido con el fin de asegurar que se producirá la hidratación adecuada.

El período crítico del curado es durante las primeras fases del mismo, en las que el hormigón está transformándose, pasando del estado plástico al endurecido. Durante este período, que comienza inmediatamente después de la colocación, es de capital importancia que el hormigón quede protegido contra un secado rápido y contra cambios bruscos de temperatura.

Es preferible que a todas las superficies conformadas se les aplique continuamente humedad durante el período especificado para el curado. Eso puede hacerse con la aplicación de una cobertura de arpillera, (tela de yute) esterillas de algodón, arena empapada de agua, o bien por rociado. Puede utilizarse el anegamiento.

Siempre que las disposiciones especiales del proyecto lo indiquen, podrán utilizarse papel impermeable o compuestos líquidos formadores de películas, para que así se impidan pérdidas de humedad. Puesto que estos procedimientos no dan por resultado que se suministre humedad al hormigón, su eficacia se aumenta si antes de su aplicación se emplea alguna forma de curado húmedo.

Cuando se apliquen cubiertas humecedoras, deberán hacerse inspecciones frecuentes para cerciorarse de que la cubierta no se ha secado y no ha reabsorbido agua tomada del hormigón. El papel impermeable deberá examinarse antes de usarlo, para cerciorarse de que no presenta agujeros y de que todas las uniones son estancas. Todos los bordes deberán quedar apretadamente sujetos, para impedir que se establezcan corrientes de aire entre la superficie del hormigón y el papel. Las películas o membranas deberán aplicarse uniformemente en la proporción de cobertura especificada y se las someterá a cuidadosa supervisión, necesaria para que se tenga la seguridad de que el hormigón recibe una cantidad adecuada del material formador de la membrana. Esto resulta particularmente cierto en días ventosos, en los que la tendencia es a que el material pulverizado para la membrana o película se rocíe de tal modo que un cantidad apreciable del mismo se va arrastrada por el viento.

Cuando el curado haya de ser por aplicación de una membrana o película sobre una superficie en contacto con el encofrado, la primera mano o capa se aplicará inmediatamente después de que se retire el encofrado. Si la superficie está seca, deberá empaparse bien el hormigón y el agente para el curado se aplicará justo en cuanto desaparezca la película superficial de agua.

En los casos en que las formaletas de madera sigan colocadas durante todo el período de curado, deberá mantenérselas mojadas para que esto impida que se abran las juntas y el hormigón se seque.

### Sección 10.21 VARILLAS DE ACERO PARA REFUERZO

**A- ESPACIAMIENTO Y SUJECION.** Puesto que la eficacia del armado del hormigón depende de su colocación dentro del mismo, es muy importante que se le coloque exactamente como se indique en los planos. Una ligera variación en la posición de las varillas de acero dentro de la estructura acabada en comparación con los dibujos cambia sobremanera las condiciones de estabilidad y seguridad. Tiene particular importancia el espaciamiento de las varillas de acero, respecto a la superficie de tracción del hormigón.

*Las varillas más altas de los tableros de puentes tienen que estar correctamente colocadas y deberán tener la cobertura adecuada para que los proteja contra la corrosión debida a la acción de los elementos meteorológicos.*

*El refuerzo o armado de las zapatas deberá colocarse y retenerlo en posición, por medio de soportes aprobados, desde antes de que comience el colado del hormigón. Las varillas de armado colocadas en cualquier miembro, tienen que revisarse y aprobarse antes de que se coloque el hormigón.*

*Las varillas de acero en partes salientes y muros de retención, deberán estar colocadas en su lugar y rígidamente sujetas cuando comience el trabajo con hormigón, para que la liga entre acero y hormigón no se destruya durante las operaciones de construcción.*

### Sección 10.22 ALCANTARILLAS DE TUBO

**A- GENERALIDADES.** Después que el proyecto ha quedado replanteado y colocadas las estacas de talud, será necesario que el Ingeniero de Proyecto analice cuidadosamente el trazado de las alcantarillas de desague, tal como aparezcan indicadas en los planos y que haga o recomiende ajustes para que respondan a las condiciones encontradas en el campo. Deberá prestar cuidadosa consideración a los siguientes factores pertinentes.

#### 1- Emplazamiento de la estructura

*La alineación e inclinación del canal contiguo a la entrada y la salida de la estructura propuesta, deberán estudiarse cuidadosamente para que aseguren el funcionamiento eficaz de la misma. Si, al parecer, el emplazamiento de una estructura cualquiera, tal como se le haya indicado en los planos, es incorrecta o su tamaño es inadecuado, o si por cualquier otra razón la estructura propuesta no es la apropiada, el Ingeniero de Proyecto tendrá que emprender la acción necesaria para que la situación se remedie debidamente.*

*Siempre deberá examinarse la conveniencia de añadir una alcantarilla cuando la alternativa implica dar mayor anchura o profundidad a zanjas, procediendo a una gran cantidad de excavación, tal como en el caso de que tuviese que abrirse una zanja a todo lo largo de un corte de gran longitud. Una de las consideraciones es no solamente la economía, sino también que la frecuente dispersión del agua superficial ayuda a combatir la erosión.*

*A menudo, pequeños ajustes de emplazamiento, inclinación o trazado de la alcantarilla, pueden reducir al mínimo la excavación y/o facilitar que se alcancen unos cimientos o base firme en toda la longitud de la alcantarilla.*

## 2- Limitación de la altura de los rellenos

*El Ingeniero de Proyecto tiene que cuidar que el grueso de las paredes o resistencia de los tubos de alcantarilla cumpla con los criterios prescritos de diseño, respecto a la altura del relleno que deba colocarse encima de ellos. Los criterios para el diseño aparecen generalmente indicados en los planos. Si no están indicados, esta información la proporcionará la Oficina Regional o Subdirección de Diseño.*

*Cuando se anticipa que la altura de relleno sobre la alcantarilla se cambiará materialmente, el Ingeniero de Proyecto se pondrá inmediatamente en contacto con la Subdirección de Diseño para el rediseño de la estructura, si los planos generales no proporcionan datos suficientes para permitir el nuevo diseño.*

## 3- Pendiente hidráulica

*La gradiente de la pendiente hidráulica de toda alcantarilla deberá ser, en general, la misma que el del canal de cada extremo de la alcantarilla.*

## 4- Entradas y salidas

*El Ingeniero de Proyecto deberá poner extremo cuidado al establecer las elevaciones de entrada y salida de las alcantarillas. Es error común establecerlas demasiado bajas, lo que da por resultado la rápida sedimentación que disminuye el área eficaz de la alcantarilla.*

*Cuando una alcantarilla tiene un cabezal, el canal de entrada deberá ser suficientemente grande para que permita la plena utilización de la estructura durante lluvias fuertes. El canal contiguo o cualquiera de los extremos de la alcantarilla deberá estar construido de modo que no haya cambio brusco alguno en la dirección de la corriente ni en la pendiente hidráulica. El atascamiento o sedimentación en torno a una entrada o salida de una alcantarilla se debe a que la velocidad de la corriente queda retrasada justo aguas arriba o aguas abajo de la alcantarilla. Si se prevé que habrá sedimentación, las velocidades erosionantes deberán disminuirse por medio de un quiebra gradientes, de embalses amortiguadores o vertederos. En situaciones desusadas, este punto debe someterse a la Subdirección de Diseño.*

## 5- Materiales

*Normalmente el J.O.C.R. dispondrá que la inspección y pruebas de tubos de alcantarillas se hagan en la fábrica y proporcionará al Ingeniero de Proyecto copias de los certificados necesarios del fabricante de los informes de pruebas.*

*El Ingeniero de Proyecto tiene la responsabilidad de la identificación positiva en el campo, de cada envío de tubos de alcantarilla. Esto exigirá la revisión y reconciliación de la identificación del material consignado, tal como etiquetas o marcas con los documentos de envío, tales como facturas, conocimientos de embarque o copias de pedidos, con los certificados de conformidad y con los informes de pruebas. El Ingeniero de Proyecto tiene también que cuidar de que cada embarque sea revisado por si presenta daños y deficiencias en medidas, longitudes y acabado.*

**6- Asientos**

*La finalidad del requisito de que se dé forma al material de asiento o a la superficie de los cimientos, para que calce con el conducto, es asegurar la distribución de la carga del conducto sobre la franja de material de soporte. El incumplimiento de esta disposición puede dar por resultado una desviación excesiva y/o la falla del conducto.*

**7- Colocación del tubo**

*Durante la inspección, tiene que ponerse gran cuidado en lograr que cada tramo del tubo esté totalmente en contacto con su asiento. Cualquier conducto que no esté exactamente alineado o que acuse un asentamiento indebido, o bien que esté dañado, deberá retirarse y colocarse de nuevo o se le sustituirá sin retribución extra.*

**8- Apuntalamiento de campo**

*Generalmente, cuando se necesita apuntalamiento de un conducto flexible redondo, los detalles vienen indicados en los planos. Aunque los arriostres y puntales tienen que dejarse en su lugar hasta que el terraplén ha quedado listo y compactado, deberá retirarse poco después de ello, para evitar la posibilidad de que haya escombros que se alojen contra el apuntalamiento y obstruyan la circulación del agua.*

**Sección 10.23 SUBDRENAJES**

**A- GENERALIDADES.** *A menudo, debido a la cubierta vegetal del suelo, a la falta de acceso al lugar, al agua freática oculta, o a otras condiciones desconocidas, resulta difícil o imposible proyectar adecuadamente los subdrenajes en el momento de los estudios preliminares y de preparación de los planos. Por lo tanto, el Ingeniero de Proyecto tiene que evaluar cuidadosamente las condiciones del lugar de la obra a medida que ésta avanza y hacer o recomendar cambios del emplazamiento o la extensión de los subdrenajes indicados en los planos, para que el mismo se ajuste a las condiciones del campo.*

*El emplazamiento y profundidad de los subdrenajes está regido por las características del suelo particular afectado, de la ubicación del agua que se ha de interceptar y del terreno. En general, la gradiente hidráulica de los subdrenajes no deberá ser*

menor de un 2 por ciento y los puntos de rasante deberán establecerse por medio de instrumentos con el fin de eliminar posibles irregularidades.

**B- INSTALACION.** Durante la construcción de todo tipo de subdrenajes se necesita una inspección rígida. Debe ponerse especial cuidado en ver que el fondo de la zanja penetre ligeramente en estratos relativamente impermeables que, generalmente, se encuentra que retrasan la filtración descendente del agua. La profundidad de esta penetración de la zanja deberá ser, cuando menos, equivalente al diámetro del tubo. Donde sea necesario instalar un subdrenaje continuo en una longitud considerable, son deseables unidades cortas con varias salidas de descarga.

En los lugares en que haya aguas freáticas que antes de que se las pueda descargar, tengan que atravesar alguna extensión seca, esta parte de la tubería deberá ser un conducto estanco. Las aguas superficiales deberán mantenerse alejadas de los subdrenajes.

#### Sección 10.24 ESTRUCTURAS DE ACERO

**A- GENERALIDADES.** Tal como se indica en la Subsección 611.01 del CR-77, este trabajo lo constituyen las estructuras de acero y las partes con estructura de acero de las estructuras compuestas, construidas de conformidad razonablemente ajustada con el trazado, las rasantes y las dimensiones indicadas en los planos o que el Ingeniero haya establecido.

Los detalles de las estructuras de acero deberán ser objeto de un detenido estudio antes de que se comience a levantarlas. Generalmente, estos detalles son asequibles con considerable anticipación a la entrega real de los miembros de la estructura, y el Ingeniero de Proyecto y el Inspector deberán aprovechar este lapso de tiempo para enterarse cabalmente de todos los detalles.

Algunas veces, en los planos generales no aparece plenamente indicada la dirección de las caras de los perfiles en ángulo o en V. Estos detalles pueden encontrarse consultando los planos de detalle o de construcción. Cuando se encuentre esto, la información deberá indicarse en la copia de los planos de erección del Ingeniero de Proyecto, indicándola con lápices de colores. También deberá llamarse la atención del Contratista acerca de estos puntos.

Cuando en la construcción deba utilizarse soldadura, el Inspector deberá enterarse totalmente de cuales son los requisitos para la soldadura que aparecen indicados en las Especificaciones para Puentes Soldados de Carreteras y Ferrocarriles de la American Welding Society (AWS D2.0-69), con las enmiendas establecidas en las disposiciones especiales. Deberán estudiarse cuidadosamente todos los detalles referentes a soldaduras que aparecen en los planos, los cuales deberán ser correctos y adecuados.

**B- MATERIALES.** En general, todos los metales para estructuras se habrán revisado antes de que se les cargue para su embarque. En el caso de que la inspección no hubiese terminado antes de la entrega, deberá revisarse los materiales para estructuras en el campo, antes de que se les incluya en la obra. Deberán comprobarse cuidadosamente todas las dimensiones de los miembros, comparándolas con los planos

*de detalles. Todos los remaches colocados en el taller deberán comprobarse respecto a medida, número, adhesión y alineamiento, y todas las soldaduras deberán comprobarse respecto a su tamaño y calidad. Respecto a los miembros que se soldarán en la obra, la preparación de la junta se revisará cuidadosamente, comparándola con los dibujos de detalle. También deberá revisarse la pintura o cualquier otro medio antioxidante aplicado en el taller.*

*Todos los metales para estructuras deberán revisarse visualmente en el momento de la entrega, cualquiera que haya sido su inspección anterior en el taller. Deberán también examinarse todos los miembros, por si durante el embarque y transporte han recibido algún daño, tal como: planchas curvadas, ángulos de unión deformados y miembros doblados. También deberá observarse el estado de la pintura u otros medios antioxidantes aplicados en el taller. Deberá notificarse al Contratista cualquier enderezamiento, trabajo de pintura u otras reparaciones que sean necesarias.*

### **C- ERECCION Y REMACHADO**

#### **1- Descarga y almacenamiento de los materiales**

*Los metales estructurales generalmente se entregan en un apartadero o ramal de ferrocarril, cercano al lugar de la obra. Se les descarga de los vagones del ferrocarril y se les almacena o bien se les acarrea hasta el lugar del puente. El inspector deberá someter a una buena inspección visual los materiales de cada vagón, antes de que comience la descarga. De este modo, podrá notarse cualquier daño que haya podido producirse durante el tránsito y someterlo a la atención del Contratista. A medida que se les vaya descargando, los miembros contenidos en cada vagón se comprobarán con el conocimiento de embarque y la factura del fabricante.*

*La descarga de piezas de acero tiene que llevarse a cabo empleando un procedimiento que no dañe los miembros. Jamás deberán dejarse caer los miembros desde la plataforma de los vagones o camiones. Los agujeros para espigas o pasadores ya acabados y los agujeros para unión en la obra, jamás se emplearán como puntos para ganchos de levantamiento.*

*Los materiales tienen que almacenarse en una superficie bien drenada y desprovista de vegetación y escombros. Deberán colocárseles sobre soportes de madera que tengan cuando menos 30 centímetros de altura y que queden por encima de todo crecimiento probable de las aguas. Todas las vigas y viguetas tienen que colocarse en posición vertical y, si se curvaren, deberán descansar sobre su ala inferior. Estos miembros deberán quedar bien apuntalados para que se impida su derrumbe. También se les puede manejar y transportar en posición vertical.*

#### **2- Enderezamiento de materiales doblados**

*En la reparación de todos los miembros doblados o dañados deberán seguirse las instrucciones de la Subsección 611.17 del CR-77. La reparación y/o del enderezado de miembros tiene que supervisarlos el inspector.*

### 3- Andamiaje

*Si se le ordena, el Contratista deberá preparar y presentar, antes de las operaciones de erección, los detalles de todo el andamiaje que vaya a utilizarse en la erección de vigas armadas de acero. Estos detalles tienen que comprobarse, utilizando los datos aplicables de los planos. Debe prestarse especial atención a los claros y holguras, de modo que el andamiaje y el entramado no obstaculicen la inserción de pernos o la de remaches en el fondo del cordón inferior de vigas principales o en la cara inferior de las vigas de piso. La disposición del entramado tiene que comprobarse cuidadosamente en lo que respecta a claro y holgura, resistencia de los materiales y manejabilidad.*

*El peso del equipo que el Contratista se proponga utilizar y que habrá de cargarse sobre el andamiaje, deberá sumarse al peso de los miembros estructurales al calcular el andamiaje. El peso y posición de este equipo tendrá que indicarse en los planos del andamiaje.*

*La capacidad de soporte de los pilotes para el andamiaje deberá comprobarse a medida que se les hincan, para cerciorarse de que soportarán la carga que llevarán, sin que se deformen o desvíen excesivamente. Un soporte adecuado reducirá al mínimo las dificultades de la construcción y disminuirá el costo de recalcar y entamar el andamiaje.*

*Todos los materiales que se utilicen en la construcción del andamiaje deberán comprobarse, con los planos correspondientes, en lo que respecta a su estado y medidas.*

### 4- Curvatura y alineamiento

*Antes de comenzar la erección, deberán trazarse en todas las unidades de la subestructura una línea longitudinal y otra transversal (líneas de trabajo). El Ingeniero Residente del Contratista deberá conocer muy bien estas líneas. Las elevaciones deberán tomarse inmediatamente al comienzo de la erección. A medida que el trabajo avance, deberá indicársele al Contratista cualquier discrepancia respecto a la línea o elevación, para que se la corrija.*

*La Subsección 611.08 b) del CR-77 ordena que el Contratista proporcione un diagrama de curvatura y especifique los criterios seguidos para indicar la curvatura medida o calculada en el diagrama.*

*Las vigas armadas, erigidas por el procedimiento de voladizo, deberán tener todos sus nudos comprobados respecto a la elevación, tan pronto como se les haya levantado y las elevaciones así encontradas habrán de compararse con la elevación teórica. Si los nudos discrepan demasiado de los nudos teóricos, y si dos o más de los recuadros de una viga armada presentan elevaciones con discrepancia demasiado grande, este punto deberá someterse a la consideración del Departamento de Puentes.*

*Las vigas armadas principales del puente erigidas por el método de voladizo, deberán comprobarse respecto a la línea central de la armadura, inmediatamente después de que se haya erigido cada tramo. Posiblemente tengan que hacerse ajustes en la longitud del atirantado lateral para que los brazos del voladizo queden sujetos en línea recta.*

5- *Rimado*

*Antes de la erección, los agujeros punzonados o taladrados de los miembros deberán revisarse cuidadosamente respecto a medida y forma, y cualesquiera agujeros de tamaño inadecuado o deforme quedarán marcados para su posible rimado. Deberá llamarse la atención del Contratista respecto a estas marcas. Es una buena práctica llevar un registro del emplazamiento de estos agujeros. Este registro puede consultarse antes de la colocación de pernos o remaches, para ver que no se haya omitido el rimado y para que se coloque el perno o remache de la medida adecuada.*

6- *Contramarcas*

*Todos los miembros o miembros ensamblados a los que se les hayan puesto contramarcas, tendrán que ensamblarse exactamente de acuerdo con el diagrama de contramarcas. A medida que avance la erección, el inspector deberá comparar los miembros ensamblados y los planos de erección, para ver que los miembros estén en posición correcta.*

7- *Erección*

*El Inspector deberá cooperar con el Contratista para que, durante la erección, la estructura esté a salvo de accidentes, y deberá advertir al Contratista contra toda práctica o costumbre que sea peligrosa.*

*Todos los pernos de anclaje deberán comprobarse respecto a medida, emplazamiento y elevación.*

*Debe ponerse gran cuidado en la erección de los miembros de compresión, para que aseguren el pleno soporte en las juntas fresadas. Las juntas en el cordón superior de las vigas armadas, los empalmes en los extremos de columnas y los empalmes de vigas de alma llena son juntas típicas que exigen especial atención por el inspector.*

*El plomo de las columnas deberá comprobarse respecto a la tolerancia especificada, antes de que se inicie la sujeción a ellas de otros miembros de la estructura.*

*El Inspector deberá conocer a fondo el diseño de la estructura. De todos modos, deberá conferenciar con el Ingeniero que la diseñó, para descubrir si hay uniones que reclamen especial atención.*

*Si están debidamente preparados, los diferentes miembros de una estructura de acero deberán ensamblarse fácilmente y sin que haya de utilizarse una cantidad excesiva de personal. Encajar a presión o a martillazos los miembros de acero, para colocarlos en su lugar, es un esfuerzo inútil en su mayor parte y que dará por resultado daños a los miembros. El uso de gatos pequeños para separar placas, para que entren otros miembros, hará que se logre el resultado deseado sin que se cause daño alguno.*

*Durante la erección, la viga o vigas principales del puente deberán mantenerse a escuadra o con la oblicuidad correcta. Todos los marcos transversales,*

*laterales, pórticos y arriostramientos deberán levantarse junto con los miembros de la viga principal.*

**8- Pasadores y pernos**

*Las vigas sencillas y vigas maestras, incluyendo diafragmas, laterales, marcos transversales y arriostramientos deberán estar totalmente levantados y unidos con pasadores y pernos para su erección, antes de que se comience cualquier sujeción permanente.*

**9- Remachado**

*El Inspector deberá cerciorarse de que los remaches o pernos torneados se utilizan donde aparece señalado en los planos o especificaciones para la erección. Si hubiera alguna duda respecto a si lo que ha de utilizarse son remaches o pernos, el Inspector deberá pedir una aclaración al Ingeniero de Proyecto.*

*No se permitirá abrir huecos con soplete, quemar remaches defectuosos, agrandar agujeros con pasadores y/o apretar remaches con martillo neumático para calafatear.*

*Rara vez se utiliza en estructuras nuevas de acero el remachado en la obra. Sin embargo, será necesario sustituir cualquier remache llegado defectuoso del taller, que se descubra durante la inspección en la obra.*

*Estos remaches defectuosos pueden descubrirse, golpeando un lado de la cabeza del remache con un martillo pequeño, mientras contra el lado opuesto de la cabeza del remache y en el metal contiguo, se apoya un pequeño trozo de metal tal como una tuerca o arandela. Cualquier flojedad se descubrirá gracias a una leve sacudida que se deja sentir en el pedazo de metal. La flojedad ligera de los remaches no puede descubrirse a simple vista ni por el sonido. Los remaches defectuosos deberán martillarse o se les señalará para que se les sustituya.*

*Todas las operaciones de remachado se registrarán por las Subsecciones 611.09 y 611.19 del CR-77.*

**10- Uniones con pernos hechas en la obra**

*Actualmente, en la mayoría de las uniones que se hacen en la obra se usan pernos. Las Subsecciones 611.10 y 611.11 del CR-77 contienen los requisitos de las uniones con pernos que son aplicables tanto a las que se hacen en obra como en el taller.*

**11- Soldadura**

*El control de las condiciones en que se hacen los montajes para estructuras de puentes y en las que se les inspecciona, tiene particular importancia cuando se utilizan soldaduras, debido a que estas afectan las propiedades tanto mecánicas como metalúrgicas del acero. Las soldaduras deberán hacerse de acuerdo*

con las especificaciones para puentes soldados de carreteras y ferrocarriles, de la American Welding Society (AWS D 2.0-69, con las enmiendas indicadas en las disposiciones especiales o especificaciones suplementarias. El Ingeniero de Proyecto y el Contratista deberán llegar a un mutuo entendimiento y deberán convenir respecto a los requisitos de las soldaduras tal como aparezcan especificados en el contrato. Esta discusión deberá abarcar: el perfil de las juntas (inclusive el método para la preparación de los bordes de las planchas); la secuencia de la soldadura; los tipos y medidas de los electrodos o, si se trata de procesos automáticos, el tipo y medida del alambre soldador y el tipo del fundente; y la inspección por medio de pruebas no destructivas, que incluirá las soldaduras que se hayan de revisar mediante métodos radiográficos o de partículas imantadas y, por último, comprenderá las normas para juzgar la aceptabilidad de las soldaduras.

Antes de que comience la producción de soldaduras, el Ingeniero de Proyecto deberá cerciorarse de que el Contratista ha presentado una certificación de que cada una de las soldaduras reúne las condiciones para el tamaño y tipo de electrodo y para la posición de la soldadura que habrá de utilizarse.

El Contratista deberá tener un lugar limpio y seco en el que guardará los electrodos, alambre y fundentes para soldadura.

El Ingeniero de Proyecto deberá hacer comprobaciones frecuentes para cerciorarse de que los electrodos con bajo contenido de hidrógeno están debidamente guardados. Cuando estos electrodos están expuestos a la acción del aire húmedo, su recubrimiento absorbe la humedad en cantidad que depende de la duración del tiempo de exposición. A menudo las soldaduras hechas con electrodos húmedos, tienen grietas debajo del cordón en particular, si el metal de la base es uno de los aceros estructurales de resistencia más alta. La Sección 4, parte II de AWS D 2.0-69 (con las enmiendas contenidas en las disposiciones especiales o las especificaciones suplementarias) señala la necesidad de que los electrodos de bajo hidrógeno que se compran, estén contenidos en recipientes herméticamente sellados, los requisitos para el secado de los mismos durante períodos mínimos específicos de tiempo a temperaturas también específicas para que se les almacene en hornos a temperaturas mínimas específicas.

Debido a las probabilidades de exposición a más humedad, en las soldaduras hechas en la obra, se requerirá al Contratista para que provea a cada operario soldador, con un recipiente portátil caldeado que se mantenga a la misma temperatura que el horno en el que se guardaban los electrodos. Estos pueden guardarse en estos recipientes hasta que el soldador esté a punto de utilizarlos.

Mientras se están haciendo las soldaduras, el Ingeniero de Proyecto debe comprobar a menudo los puntos siguientes:

#### a- Pre calentamiento

En la Tabla 402 de AASHTO se especifican las temperaturas mínimas de pre calentamiento y entre pasadas correspondientes a los procesos aplicables de soldadura. El Contratista deberá utilizar lápices grasos indicadores de temperatura de pre calentamiento.

*En el precalentamiento, la junta se calentará uniformemente, evitando el sobrecalentamiento de ningún punto y deberá mantenerse a la temperatura especificada hasta de se dé comienzo a la soldadura. Cuando esté especificada una temperatura mínima entre pasadas, no se permitirá que entre dos pasadas sucesivas la junta de la soldadura se enfríe por debajo de dicha temperatura.*

**b- Procedimientos**

*Para que se ajusten a los requisitos de la Sección 4, partes II y III de la AWS D 2.0-69, deberán observarse procedimientos de soldadura manuales por arco metálico protegido y de arco sumergido.*

**c- Calidad del trabajo**

*La habilidad de cada soldador en su trabajo deberá comprobarse por inspección visual mientras se hacen soldaduras. Si la calidad del trabajo de cualquier soldador queda, al parecer, por debajo de las normas necesarias, se debe ordenar al Contratista que pruebe de nuevo las condiciones y capacidad del soldador para el tipo de soldaduras que ha estado haciendo.*

*La inspección visual permanente permitirá que el Ingeniero de Proyecto observe la incidencia de soldaduras agrietadas, dentadas y de tamaño suficiente, etc., y sin demora alguna ordenará al Contratista que de inmediato proceda a eliminar estas deficiencias.*

**12- Pernos de corte**

*La Sección 4, parte VI de AWS D 2.0-69, indica los requisitos que deben reunir los pernos o espárragos de corte de acero que van soldados.*

*Después de enviado el acero estructural al proyecto, los pernos o espárragos de corte de acero, deberán revisarse para cerciorarse de que se ajustan a las especificaciones, así como respecto a los daños que puedan haber recibido en el trayecto. El espaciamiento de los espárragos deberá comprobarse para ver si se ajusta a las tolerancias especificadas.*

*Estos espárragos deberán examinarse por si presentan señales de que se les ha revisado golpeándolos con un martillo. Si no hay indicio aparente de ello, deberá comunicarse esta falta al inspector de taller. En cualquier caso, siempre será adecuado hacer algunas comprobaciones de distintos puntos, en la obra.*

**13- Dispositivos de expansión**

*El constructor da forma al dispositivo de expansión para que calce con el coronamiento propuesto de la calzada del puente al que se le va a destinar. Debe ponerse extremo cuidado en la descarga y manipulación de estos dispositivos, para evitar cualquier deformación de los mismos*

#### 14- Pernos de anclaje

*Cuando se fijan pernos de anclaje en la subestructura, antes de la erección de la superestructura, se deberán fijar con el mayor cuidado en lo que respecta a su alineación y emplazamiento. Deberá construirse y fijarla en posición correcta, una plantilla u algún otro dispositivo. Antes de incrustarlos en el hormigón, se colocarán los pernos de anclaje en dicha plantilla. Después que se haya colado el hormigón y se haya producido el fraguado inicial, la plantilla se deberá retirar y la capa superior del hormigón recibirá un acabado que dé pleno sostén a la placa de soporte.*

### D- LIMPIEZA Y PINTURA

#### 1- Mano de pintura dada en el taller

*A todos los metales estructurales que se pintarán, deberá dárseles en el taller y antes de embarcarlos, una mano de pintura. Todas las ampollas de aire y la pintura sobrante que presente la mano dada en el taller, se eliminarán antes de los retoques*

#### 2- Limpieza

*La Subsección 611.22 del CR-77 ordena la limpieza de las superficies metálicas que se pintarán y permite el empleo de varios métodos de limpieza. El Ingeniero de Proyecto deberá aprobar las superficies antes de que se las pinte.*

#### 3- Retoque de la pintura

*La Subsección 611.24 (d) y (v) del CR-77 ordenan que se retoque la pintura de las uniones, soldaduras y remaches hechos en la obra, así como de todas las superficies herrumbrosas o con pintura dañada o defectuosa, aunque permite que el Contratista aplique, en lugar de ello, una mano general de pintura de imprimación. En estos casos, tiene que utilizarse el mismo tipo de pintura que se empleó en la mano dada en el taller. El Ingeniero de Proyecto tendrá que cerciorarse de que la pintura ha sido aprobada antes de que la use.*

#### 4- Aplicación de la pintura

*Es una buena costumbre comenzar en la parte alta de la estructura y pintar en sentido descendente. De este modo puede eliminarse cualquier goteo antes de la aplicación de la pintura. Después de que se ha aplicado cada una de las manos de pintura que han de darse en la obra y cuando dichas manos de pintura están secas, el inspector deberá hacer una cuidadosa comprobación del recubrimiento. Deberá tomar nota, en una lista, de todos los puntos sin pintar y llamará la atención del capataz de los pintores.*

*Los requisitos para el secado y protección de las superficies recién pintadas se encuentran en la Subsección 611.24 (d) (VI) del CR-77.*

### 5- *Pintura de puntos inaccesibles*

*El inspector deberá hacer un estudio de los diversos miembros de la estructura y a cualquiera de ellos que, después de la erección, resulte inaccesible para pintarlo, deberá dársele una mano y pintarlo después, en la obra, dándole las manos necesarias de pintura antes de su colocación en la estructura. Los miembros que, por lo general, exigen esta atención son los extremos de las barandas, los dispositivos de expansión y los extremos de vigas de piso.*

- G- **COMPROBACION DEL GRUESO DE LA PELICULA DE PINTURA YA SECA.** *Las Subsecciones 611.24 (d) (IV) y 611.24 (d) (V) del CR-77 especifican que el espesor mínimo de la película de pintura ya seca deberá ser de 0,4 milímetros, la de la mano de pintura dada en el taller y de 0,25 milímetros, la de cada una de las manos dadas en la obra. El espesor de la película seca de cada mano se determinará utilizando un calibrador de espesor de películas secas, no destructivo, de tipo magnético, tal como se describe en ASTM D-1186, después que la pintura esté ya totalmente seca. El espesor así obtenido (después de la primera medición) es el total acumulativo de todas las manos de pintura aplicadas. Por lo tanto, para determinar el espesor de la última mano aplicada, es necesario restar del total acumulativo obtenido en último lugar el espesor total anterior determinado del mismo modo.*

*La Subsección 611.24 (d) (5) del CR-77 dispone que se permitirá la medición de la película aún húmeda cuando la medición de la película seca resulta difícil o peligrosa. En el ASTM D-1212 se describe un procedimiento aceptable para la determinación del espesor de película de pintura húmeda. La medición debe hacerse inmediatamente después de la aplicación de la pintura para que no se haya producido aún evaporación alguna de materias volátiles. El Ingeniero de Proyecto tiene que determinar el espesor necesario de película húmeda para que dé por resultado el espesor mínimo necesario de la película seca.*

### Sección 10.25 TUNELES

- A- **GENERALIDADES.** *El proyecto y construcción de túneles constituye un sector especializado del campo de la ingeniería y, por lo general, implica técnicas y métodos que normalmente no se encuentran en otros tipos de construcción. No nos proponemos que esta sección se vea como un tratado completo del tema de los túneles, sino más bien como un esbozo muy general de unos pocos de los puntos que son peculiares de la construcción de túneles perforados en roca, empleando el método de barrenado y voladura.*

*El Ingeniero de Proyecto deberá replantear, lo antes posible, el trazado de la línea central del túnel, inclusive de los cortes o bocas de acceso. Todos los puntos primarios de control, deberán contar con puntos de referencia situados fuera de los límites de las operaciones de construcción. Todos los ángulos, mediciones y elevaciones, deberán ser siempre objeto de doble comprobación, para que aseguren una base exacta para el control del trazado y rasante del túnel.*

*Las condiciones existentes en el lugar del túnel tienen que quedar total y cuidadosamente documentadas, antes de que se dé comienzo a trabajo alguno y deberá*

*revisárselas a intervalos periódicos durante todo el periodo de construcción. Las condiciones físicas de todas las estructuras que puedan resultar afectadas por la construcción, deberán constatarse por medio de una inspección cuidadosa de las mismas y de una determinación exacta de las elevaciones. Toda la información permanente deberá quedar anotada en una libreta de campo y se le complementará con fotografías.*

*Las excavaciones de las bocas o portales, ya sea que se las termine como un trabajo anticipado, por contrato, como si constituyen parte de la obra del túnel, merecen especial atención. La estabilidad de las laderas, el estado de las superficies rocosas al descubrimiento y el comportamiento del agua superficial y subterránea se comprobarán constantemente durante toda la perforación del túnel.*

*En el método de barrenado y voladura para la perforación del túnel, la secuencia usual de las operaciones de cada ciclo es como sigue:*

- 1- *Barrenado de agujeros en el frente de arranque*
- 2- *Carga de los barrenos con explosivos y despejar el túnel*
- 3- *Voladura de los explosivos*
- 4- *Ventilación del túnel*
- 5- *Descombrar el túnel retirando los pedazos de roca*
- 6- *Colocación de soportes (ademado) del túnel*

*Jamás se hará demasiado hincapié en que la perforación de túneles es una operación arriesgada y peligrosa. En las secciones del túnel, expuestas y sin ademar del frente de arranque, sólo se permitirá la presencia del número mínimo de personal de ingeniería y del Contratista, que sea indispensable para que el trabajo se lleve a cabo.*

*Es obligación del Contratista velar para que sus trabajadores cumplan con las disposiciones de seguridad en la perforación de túneles, que aparecen incluidos en las disposiciones especiales.*

*El Ingeniero de Proyecto tiene la obligación de hacer cumplir todas las reglas de salubridad y seguridad, en especial durante las operaciones de carga de barrenos, voladura de los mismos y ventilación. Todas las acciones imprudentes, los malos hábitos de trabajo o los procedimientos que, de algún modo, pueden poner en peligro al personal o la integridad de la construcción del túnel, se deberán someter de inmediato a la consideración del Contratista, para que éste emprenda una acción adecuada. Estas advertencias deberán confirmarse por escrito tan pronto como sea posible.*

*Es obligación del Ingeniero de Proyecto comprobar que el Contratista desprenda todos los trozos grandes de roca y revise todo el ademado del túnel, por si ha resultado dañado o se ha desplazado después de cada voladura y antes de que comiencen las operaciones de desescombros.*

*Todas las restricciones que el contrato imponga al uso de motores de combustión interna, son aplicables a todo el equipo, inclusive las máquinas para desescombrar.*

*El Capítulo 7 de este Manual, contiene más información referente a la responsabilidad del Contratista en lo que se refiere al cumplimiento de los requisitos de seguridad, a la obligación del Ingeniero de Proyecto en hacerlos cumplir y respecto a los pasos que se deberán dar cuando el Contratista deja de atender tales obligaciones.*

*El tiempo máximo disponible para el ademado del túnel no está incluido en las disposiciones especiales, ya que depende del tipo y calidad de la roca que se encuentre. Sin embargo, el ademado deberá instalarse lo más rápidamente posible que las operaciones del Contratista permitan.*

*Si en las disposiciones especiales no se han incluido las tolerancias de construcción para la instalación de soportes o ademes de acero, deberá establecerlas el Ingeniero de Proyecto (con la anuencia del J.O.C.R.), antes de que se dé comienzo a la perforación del túnel. Las tolerancias deberán ser razonables y realistas y deberá de hacerse en el diseño general de los componentes estructurales, las limitaciones del equipo que se utilice y la necesidad de que el trabajo quede terminado dentro de un plazo razonable.*

*El Ingeniero de Proyecto deberá organizar una cuadrilla para el trazado del túnel y establecerá métodos de topografía, cuyo objetivo será que se evite o se reduzca al mínimo la necesidad de que haya personal que tenga que trabajar en las partes expuestas y sin ademar cercanas al frente de ataque del túnel. Para llevar una comprobación constante del alineamiento y la rasante del túnel, resulta ideal el equipo laser y, cuando sea factible, será el que se utilice conjuntamente con instrumentos corrientes de topografía.*

*Deberá llevarse un diario del proyecto, cuyas anotaciones se harán cada día, y en ellas se indicará: el personal de inspección asignado al túnel, las órdenes verbales que se le hayan dado al Contratista y notas referentes a conversaciones importantes relacionadas con el trabajo en el túnel. Además de estos datos, el diario deberá indicar: el estado del tiempo, los materiales, equipo y personal utilizados por el Contratista, los lugares trabajados y el tipo de trabajo ejecutado. Deberá contener así mismo información referente al tipo de material encontrado y a la presencia de agua. También deberá hacerse constar cualquier condición que pueda considerarse diferente o alterada respecto a los datos anteriores a la construcción.*

*Durante las operaciones de perforación de barrenos y carga de los mismos, deberán anotarse en los diarios de los inspectores: croquis de la forma de los barrenos, orden en que se les haga explotar, tiempos de demora y peso de los explosivos.*

*Las mediciones de campo para la determinación de las cantidades a pagar deberán hacerse a medida que avance la obra. Deberán tomarse secciones medias a intervalos adecuados, para determinar la conformidad con los planos y las disposiciones especiales. Todas las mediciones deberán anotarse en libretas de campo de tipo permanente, con referencias cruzadas a otros estudios de control. Si se encuentra que la construcción se desvía de la línea y/o la rasante establecidas, estas desviaciones deberán quedar anotadas, y se ordenará al Contratista que emprenda la acción correctiva adecuada.*

Anexo 10.02 A FACTORES QUE HAN DE TOMARSE EN CUENTA EN LAS OPERACIONES DE BARRENADO Y VOLADURA  
Hoja 1/4

*Tiene que prestarse cuidadosa atención a que se impidan lesiones a personas, al tránsito circulante y a mejoras de las inmediaciones. Por lo tanto, los barrenos tendrán que ser, por regla general, lo más leves posibles. Las explosiones leves, con ruptura total del material, sólo pueden lograrse por medio de la profundidad y colocación correctas de barrenos, a los que se haya cargado con la cantidad correcta de explosivos adecuados y que luego se les haya hecho estallar debidamente. A menudo incluso voladuras potentes no alcanzan a fracturar debidamente un material duro o tenaz, a menos que las cargas se hayan colocado y espaciado correctamente.*

*Dentro de ciertos límites, el volumen de material que habrá de pagarse por barreno perforado, varía en proporción directa a la tercera potencia del corte de la perforación; y el monto de la perforación por yarda cúbica de material a pagar, varía en proporción inversa al cuadrado de la profundidad del corte. Sin embargo, la cantidad de explosivos que se necesita por yarda cúbica de cualquier material, varía sólo ligeramente con la profundidad del barreno. Estos hechos ayudan a explicar el por qué es tan alto el costo unitario de la apertura de cortes poco profundos en roca dura.*

*Tanto la teoría como la experiencia práctica, indican que en cortes poco profundos, resulta más barato barrenar proporcionalmente a mucha mayor profundidad por debajo de la rasante, de lo que es aconsejable hacerlo en los cortes más profundos. Esto exige, naturalmente, más explosivos para desalojar material que no determina pago alguno, pero disminuye materialmente el costo unitario por yarda cúbica, de la suma total de operaciones de barrenado y voladura. La experiencia también ha demostrado, que en cortes muy profundos de roca tenaz, no uniforme, muy compacta, la ruptura total no puede lograrse fácilmente, si los barrenos están espaciados a una distancia tan grande como la indicada como posible por la teoría.*

*La distancia de las perforaciones de barrenos, tanto desde el frente de ataque, como de una a otra perforación, habrá de ser proporcional a la profundidad del corte en aquel punto. Para la mayoría de las clases de roca, el espacio entre barrenos jamás habrá de ser inferior a cuatro pies (1,22 metros), siempre que la profundidad total del barreno no sea menor de 4 pies (1,22 m) y penetre, cuando menos, a un pie y medio (45 cm) por debajo del nivel hasta el que ha de desprenderse el material. En material muy tenaz o compacto, un espaciamiento de más de 10 hasta 12 pies (3,05 a 3,66 m) exigirá, por regla general, la perforación de barrenos secundarios, que penetren hasta, aproximadamente, de un tercio a la mitad de la profundidad del corte en el punto medio de las superficies, determinado por un barreno en cada uno de sus ángulos. Estos barrenos secundarios, así como cualesquiera cargas complementarias en la chimenea de los barrenos principales, se hacen estallar simultáneamente con las cargas principales. Este método deberá dar una buena fractura para cortes de hasta 20 pies (6,20 m), lo que probablemente se acerca mucho al límite de la actual profundidad económica para el barrenado de un solo escalón.*

*La cantidad de explosivos que se necesitan por yarda cúbica de materiales similares, es generalmente mayor en la construcción de rasantes de carreteras, que en la mayoría de las líneas de trabajo en roca, debido a que es esencial que todo el material quede reducido a fragmentos suficientemente pequeños para que permitan el funcionamiento rápido y continuo de la pala cargadora. En la mayoría de trabajos de carretera, esto no significa que hayan de utilizarse cargas distintas excepcionalmente grandes, sino un espaciamiento más bien reducido de los barrenos y colocación de cargas de explosivos*

*continuación de Anexo 10.02 A Factores que han de tomarse en cuenta en la operaciones de barrenado y voladura.*

*Hoja 2/4*

---

*de la clase apropiada, para que mejor se aproveche la plena fuerza de la explosión, con el fin de que afloje y desprenda el material.*

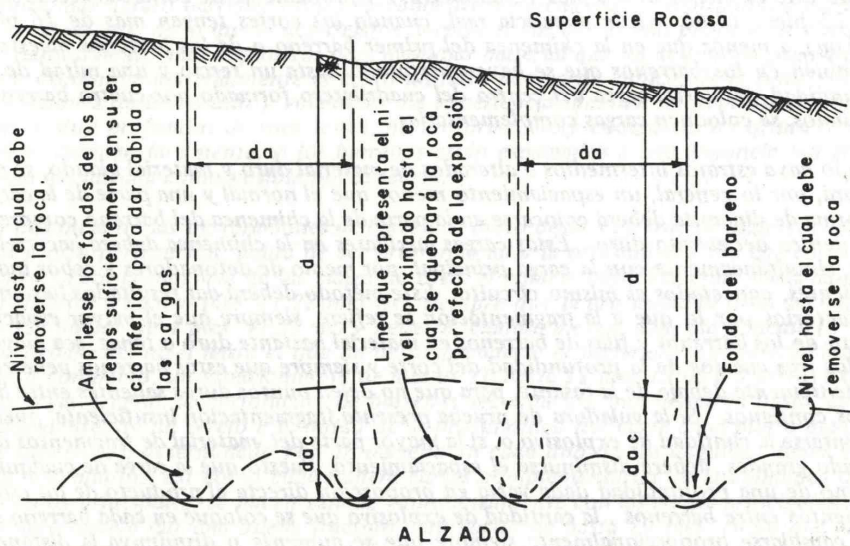
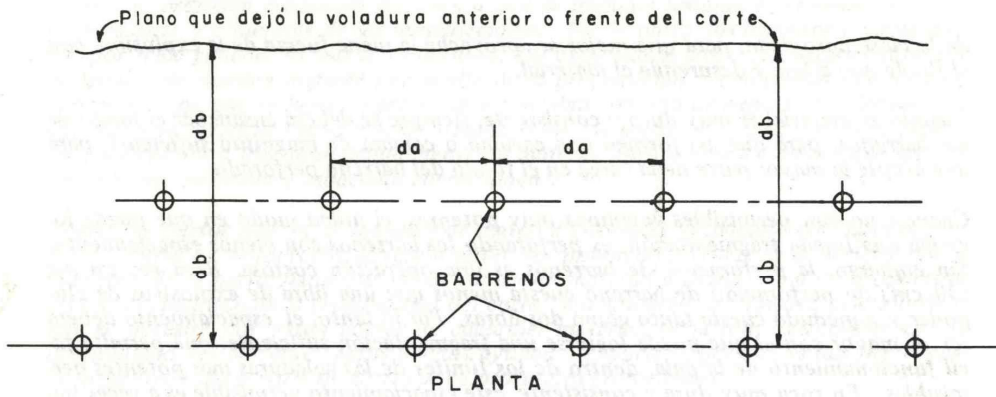
*Cuando el material es muy duro y consistente, siempre se deberá ensanchar el fondo de los barrenos, para que así formen una cavidad o cámara de magnitud suficiente, para que acepte la mayor parte de la carga en el fondo del barreno perforado.*

*Cuando no son permisibles voladuras muy potentes, el único modo en que puede lograrse una buena fragmentación, es perforando los barrenos con menos espaciamiento. Sin embargo, la perforación de barrenos es una operación costosa. Rara vez un pie (30 cm) de perforación de barreno cuesta menos que una libra de explosivos de alto poder y a menudo cuesta tanto como dos libras. Por lo tanto, el espaciamiento deberá ser el mayor con el que pueda lograrse una fragmentación suficiente, que permita fácil funcionamiento de la pala, dentro de los límites de las voladuras más potentes permisibles. En roca muy dura y consistente, este espaciamiento permisible es a veces tan reducido como la mitad y rara vez rebasa los tres cuartos de la profundidad del corte cuando éste es menor de 16 pies (4,85 metros) y probablemente contadas veces rebasará 12 pies (3,66 m) de distancia real, cuando los cortes tengan más de 16 pies (4,85 m), a menos que en la chimenea del primer barreno o de los barrenos maestros y también en los barrenos que se hayan perforado hasta un tercio y una mitad de la profundidad del corte, cerca del centro del cuadrilátero formado por cuatro barrenos profundos, se coloquen cargas complementarias.*

*Cuando haya estratos intermedios o alterados de material duro y material blando, se necesitará, por lo general, un espaciamiento menor que el normal y una parte de la carga en forma de dinamita deberá colocarse en la parte de la chimenea del barreno comprendida dentro del estrato duro. Estas cargas auxiliares en la chimenea deberá hacérselas volar, simultáneamente con la carga principal, por medio de detonadores y cebos independientes, conectados al mismo circuito. Este método deberá dar resultados bastante satisfactorios por lo que a la fragmentación se refiere, siempre que el mayor espaciamiento de los barrenos y filas de barrenos en material bastante duro o tenaz, sea mayor que los tres cuartos de la profundidad del corte y siempre que estos barrenos penetren suficientemente debajo de la rasante, para que no dejen puntos duros salientes entre barrenos contiguos. Si la voladura de prueba presenta fragmentación insuficiente, puede aumentarse la cantidad de explosivo o, si la mayor parte del material de fragmentos demasiado grandes, deberá disminuirse el espaciamiento. Puesto que la carga de cualquier barreno de una profundidad dada varía en proporción directa al producto de los espaciamientos entre barrenos, la cantidad de explosivo que se coloque en cada barreno de será cambiarse proporcionalmente siempre que se aumente o disminuya la distancia entre barrenos y filas de barrenos.*

*Siempre deberá ponerse especial cuidado en asegurarse de que los barrenos, a lo largo de la línea de la trinchera o del talud, estén situados y espaciados correctamente y tengan la profundidad para que se asegure la fractura total del fondo de la línea establecida en trinchera. En cortes profundos de materiales difíciles, en los que los requisitos de lisura del talud son exigentes, resulta a menudo ventajoso perforar los barrenos de talud o trinchera en un ángulo aproximadamente igual al del talud lateral especificado. En lugar de poner toda la carga en el fondo del barreno, una parte de la misma se coloca en la chimenea como una carga secundaria, a la que se ceba y conecta de modo que estalle simultáneamente con la voladura principal.*

### ESPACIAMIENTO DE BARRENOS



**NOTA:** Si el material es duro de aflojar y quebrantar, colóquese una pequeña carga de explosivo muy potente en el cañón del barreno cuando la distancia de éste al barreno más cercano exceda de 8 pies. Use un mínimo de 2 pies de taco sobre cualquier carga dentro del cañón de un barreno.

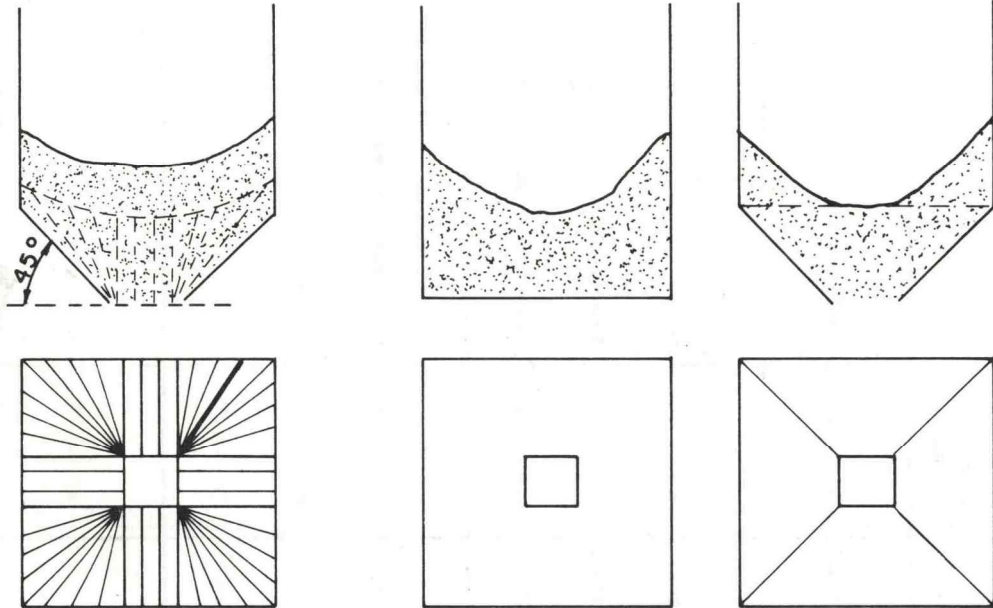
TIPOS GENERALES, PROPIEDADES Y USOS DE LOS EXPLOSIVOS DE USO CORRIENTE EN LA CONSTRUCCION DE CARRETERAS

Anexo 10.02 A Hoja 4/4

10-87

TIPO DE EXPLOSIVO	GRADO POR CIENTO	EFFECTO DISRUPTIVO VELOCIDAD DE DETONACION PIES/SEG	EFFECTO PROPULSOR CARGA FLEXORA UNITARIA (GRAMOS)	NUMERO DE CARTUCHOS DE 1 1/4" X 8" EN CADA 50 LIBRAS	USOS
POLVORA NEGRA	5	3 000 - 3 350	320 - 340	-----	ESTADO SECO MEDIO DEL MATERIAL
DINAMITA PURA	20	7 900 - 13 500	260 - 285	103 - 115	TAQUEO DE ROCAS CUBIERTAS CON TIERRA, ZANJEO,
DINAMITA PURA	40	11 000 - 16 000	215 - 250	103 - 115	ENSANCHAMIENTO DE FONDOS CUANDO SE HACE NE-
DINAMITA PURA	50	12 000 - 19 000	103 - 120	103 - 120	CESARIA UNA ACCION RAPIDA.
DINAMITA AMONIACAL	20	6 500 - 10 000	260 - 285	105 - 115	ROCA DURA FISURADA, ESTADO BASTANTE SECO.
DINAMITA AMONIACAL	40	9 000 - 13 500	225 - 250	105 - 115	VOLADURA DE TOCONES, PLANTACION DE ARBOLES.
DINAMITA AMONIACAL	60	11 000 - 16 000	205 - 230	112 - 125	
DINAMITA GELATINA	20	14 000 (CEBADA)	-----	87 - 98	ROCA COMPACTA MUY DURA Y ESTADO MOJADA.
DINAMITA GELATINA	40	14 500 - 19 500	245 - 275	88 - 98	LOS TRABAJOS SUBTERRANEOS EXIGEN BUEN
DINAMITA GELATINA	60	18 000 - 24 000	210 - 235	93 - 103	ENCAJE.

### FORMA DE LOS FONDOS DE LAS TOLVAS DE AGREGADOS



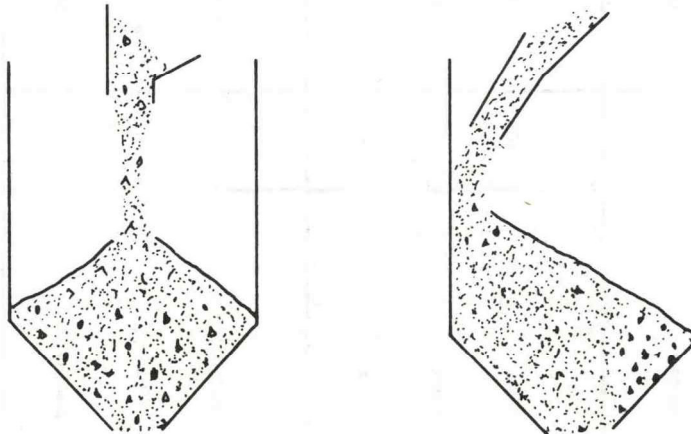
CORRECTO

El fondo debe tener un ángulo de  $45^\circ$  con respecto a la vertical. Las esquinas interiores deben cegarse y redondearse.

INCORRECTO

Evítense los fondos planos en las tolvas o aquellos que no dejen que el material corra rápidamente por la salida sin recurrir al paleado.

### LLENADO DE TOLVAS DE AGREGADOS



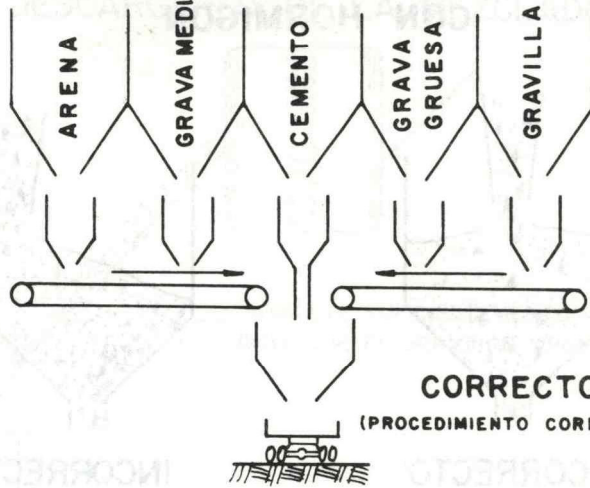
CORRECTO

Déjese caer el material verticalmente encima de la descarga.

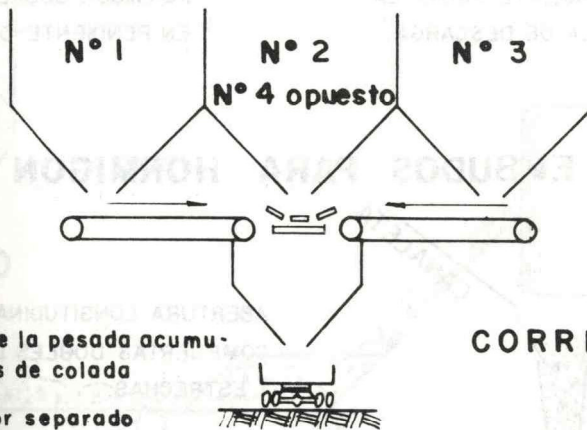
INCORRECTO

Evítense que el material entre a la tolva por medio de cañaleras que formen ángulo con la vertical.

**EQUIPO DOSIFICADOR DE COLADAS**



Pesada, por separado automático, de los ingredientes que son llevados a la báscula por medio de bandas transportadoras

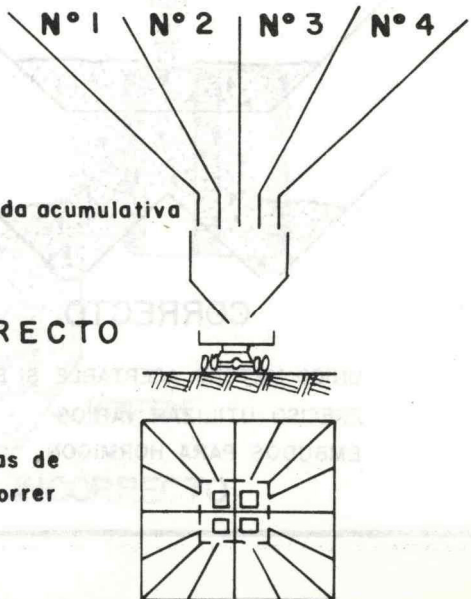


Equipo dosificador de la pesada acumulativa de ingredientes de colada

El cemento se pesa por separado

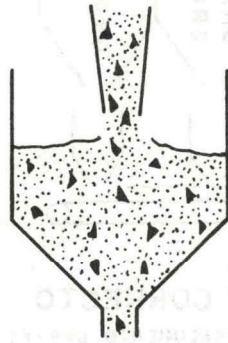
Equipo dosificador de la pesada acumulativa de ingredientes de colada

**INCORRECTO**



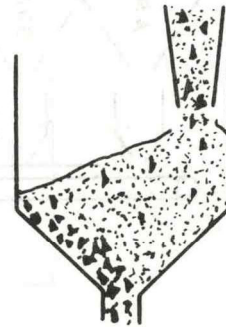
Evítese agrupamientos muy cerrados de las descargas de las tolvas así como que los materiales tengan que recorrer tiros muy prolongados.

### MANERA DE CARGAR TOLVAS CON HORMIGON



**CORRECTO**

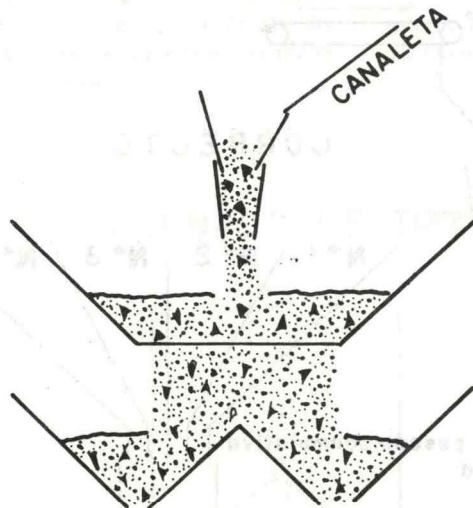
DEJESE CAER EL HORMIGON  
DIRECTAMENTE SOBRE LA  
VALVULA DE DESCARGA.



**INCORRECTO**

EVITASE DEJAR CAER EL  
HORMIGON SOBRE LAS PAREDES  
EN PENDIENTE DE LA TOLVA.

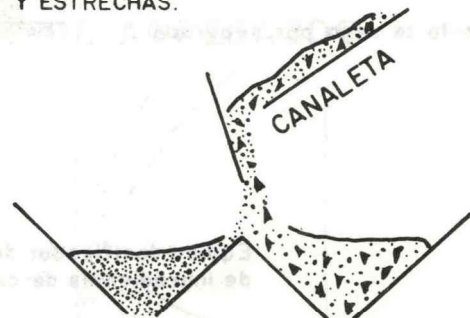
### EMBUDOS PARA HORMIGON



**CORRECTO**

UNICO METODO ACEPTABLE SI ES  
PRECISO UTILIZAR VARIOS  
EMBUDOS PARA HORMIGON.

ABERTURA LONGITUDINAL CON  
COMPUERTAS DOBLES LARGAS  
Y ESTRECHAS.

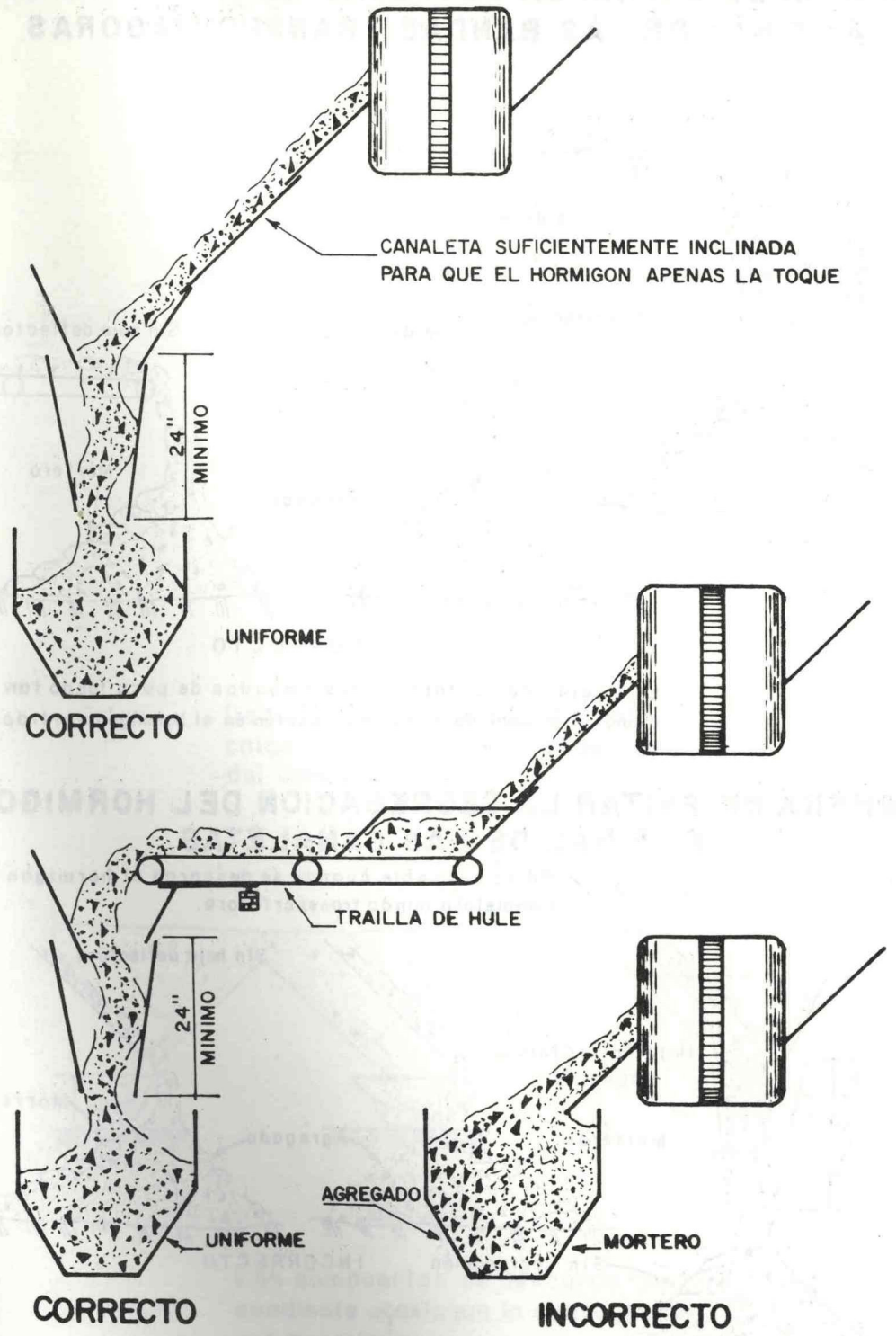


**INCORRECTO**

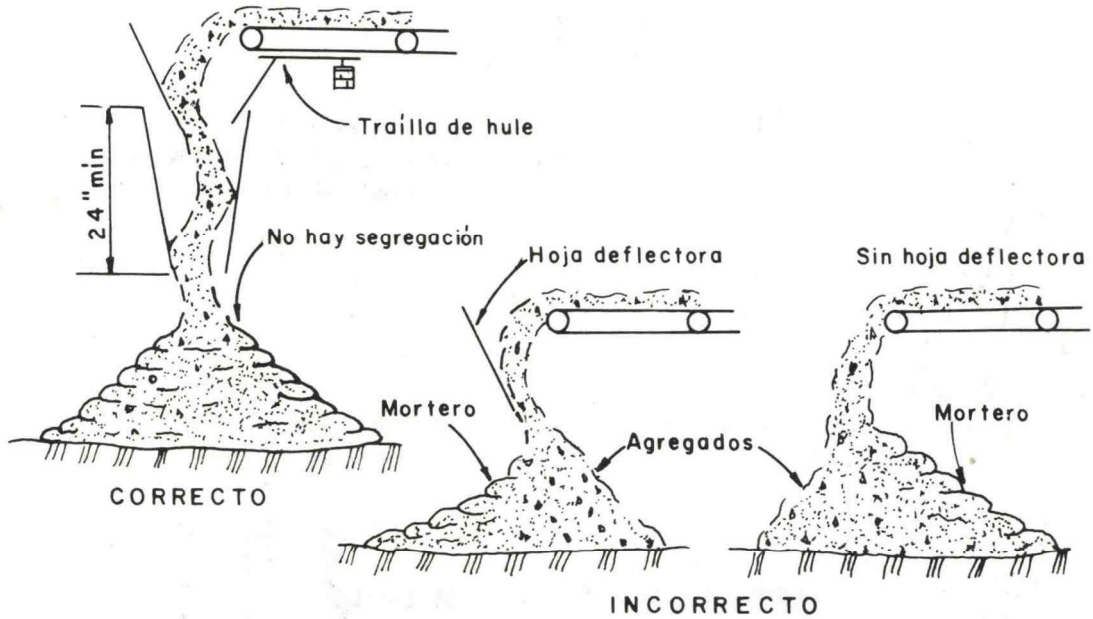
RESULTA INEVITABLE LA SEGREGACION  
EN EL HORMIGON QUE SALE DE CUAL-  
QUIERA DE LAS COMPUERTAS DE DESCARGA.

Anexo 10-20 A Hoja 4/6

### MANERA DE EVITAR LA SEGREGACION DEL HORMIGON AL DESCARGARLO DE LA MEZCLADORA

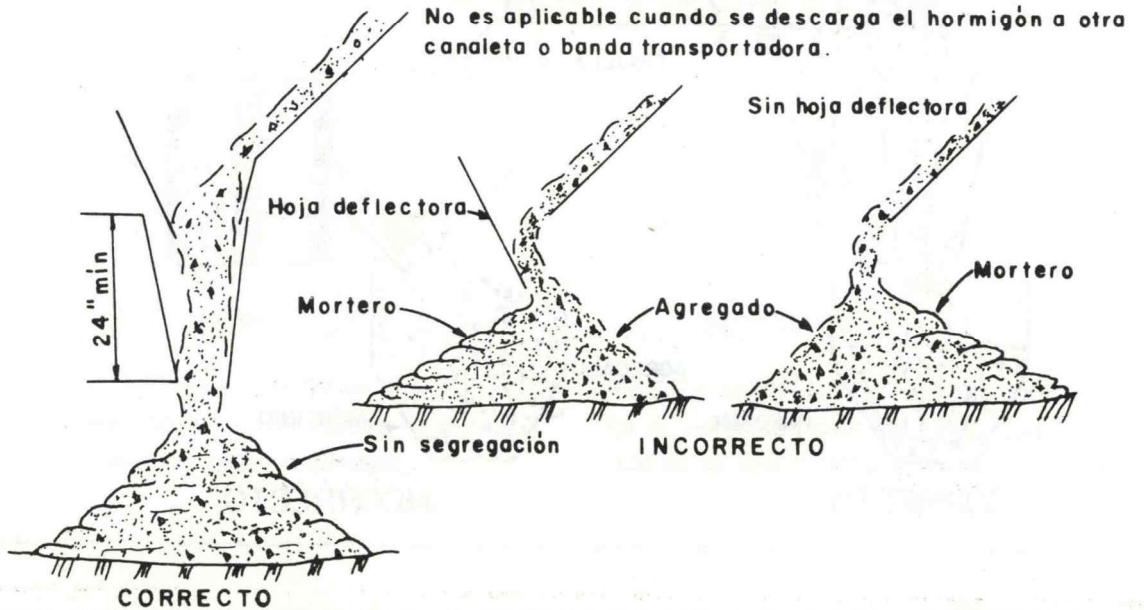


**MANERA DE EVITAR LA SEGREGACION DEL HORMIGON AL FINAL DE LAS BANDAS TRANSPORTADORAS**

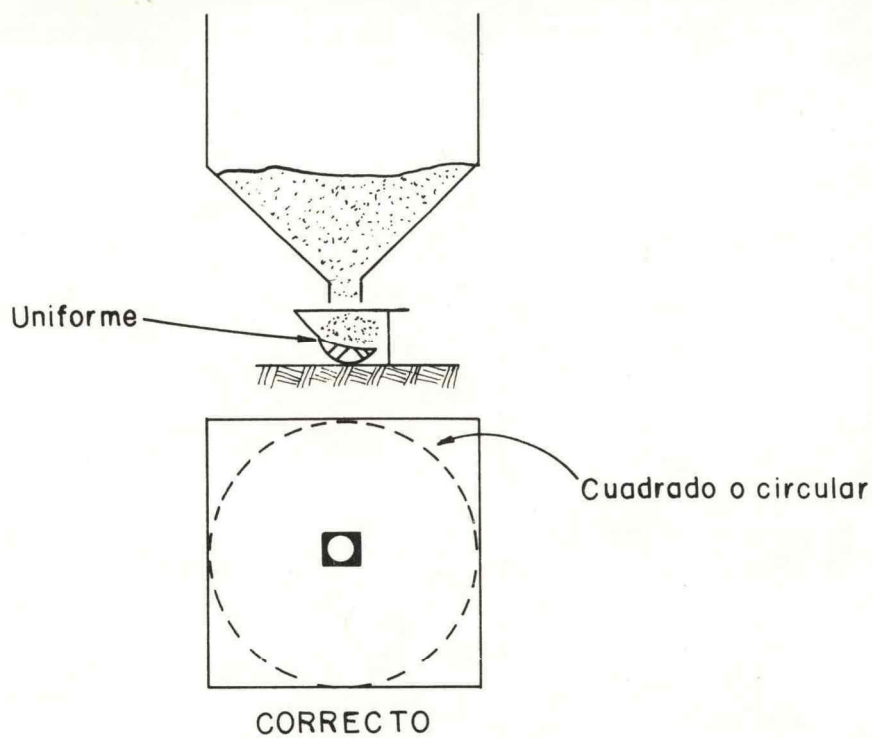


Las hojas deflectoras o los embudos de poco fondo tan solo cambian el sentido de la segregación en el hormigón vertido.

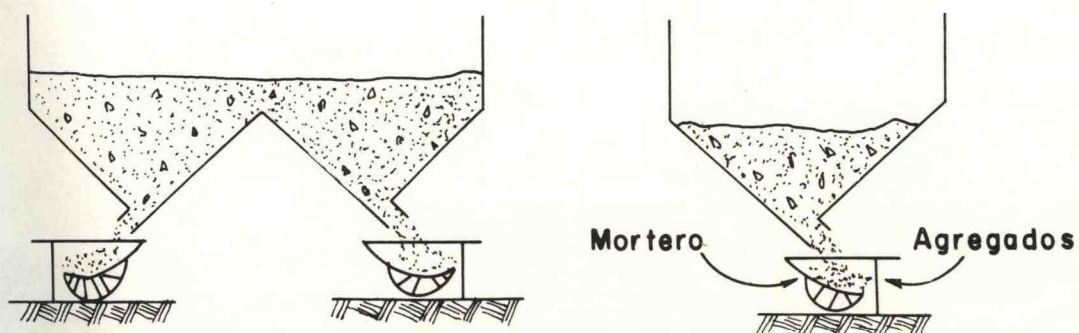
**MANERA DE EVITAR LA SEGREGACION DEL HORMIGON AL FINAL DE LAS CANALETAS**



## TOLVAS PARA CARGAR CALESINES



Debe hacerse que el hormigón caiga verticalmente en el centro del calesín.



INCORRECTO

Las compuertas de descarga con pendiente ocasionan la segregación del hormigón.