

# MANUAL DE SUPERVISIÓN DE OBRA

Francisco Javier Soria Montiel

Instituto Politécnico Nacional







# MANUAL DE SUPERVISIÓN DE OBRA

---

## DIRECTORIO

LIC. MIGUEL ÁNGEL CORREA JASSO  
Director General

LIC. JAIME A. VALVERDE ARCINIEGA  
Secretario General

DR. JOSÉ ENRIQUE VILLA RIVERA  
Secretario Académico

DR. BONIFACIO EFRÉN PARADA ARIAS  
Secretario de Apoyo Académico

DRA. MARÍA DE LA LUZ PANIAGUA JIMÉNEZ  
Secretaria de Extensión y Difusión

LIC. RICARDO HERNÁNDEZ RAMÍREZ  
Secretario Técnico

LIC. FRANCISCO GUTIÉRREZ VELAZQUEZ  
Secretario Ejecutivo de la Comisión de Operación  
y Fomento de Actividades Académicas

ING. MANUEL QUINTERO QUINTERO  
Secretario Ejecutivo del Patronato  
de Obras e Instalaciones

# MANUAL DE SUPERVISIÓN DE OBRA

---

Francisco Javier Soria Montiel

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
— MÉXICO —

*Manual de supervisión de obra*

Primera edición: 2002

D.R. © 2002 INSTITUTO POLITÉCNICO  
NACIONAL Dirección de Publicaciones  
Tresguerras 27,06040 México DF

ISBN 970-18-9672-6

Impreso en México / *Printed in México*

## INTRODUCCIÓN

Como la energía eléctrica es base fundamental del progreso de cualquier país del mundo, existe la necesidad de crear proyectos de desarrollo donde las inversiones son sustantivas, pero los beneficios incalculables.

La Comisión Federal de Electricidad (CFE), encargada del desarrollo eléctrico del país y auspiciada hoy en día por el Banco Internacional de Desarrollo (BID), ha logrado, dentro de sus planes de desarrollo, la captación de capitales extranjeros que han financiado proyectos de expansión en la producción, transmisión y distribución de energía eléctrica. Esto ha traído aparejada la necesidad de requerir de un cada vez mayor potencial de recursos humanos capacitados en proyectos específicos para lograr los objetivos de la Comisión.

No se puede dejar de mencionar que la CFE desarrolla proyectos de generación de energía eléctrica como plantas hidroeléctricas y termoeléctricas, fundamentalmente; subestaciones eléctricas, líneas de transmisión y las obras complementarias de infraestructura.

A consecuencia de lo anterior, las instituciones educativas a nivel superior deben enfrentar estas necesidades formando profesionales altamente capacitados que requiere la Comisión Federal de Electricidad.



## ANTECEDENTES

Hace algunos años —seis aproximadamente— se inició una transición en cuanto a la supervisión de las obras que se ejecutaban para la CFE, ya que dicha supervisión la llevaba a cabo el propio personal de la Comisión. Con la apertura comercial y el progreso del país surgió la necesidad de desarrollar grandes proyectos de inversión con participación de capital privado del exterior.

Tal es el caso del proyecto de líneas de transmisión de 115 a 400 Kva que se desarrolló para la Superintendencia General de Obras de Occidente con sede en el estado de Jalisco. Este proyecto cuenta con una longitud de 183 km de línea y abarca los estados de Nayarit, Colima y Jalisco, en donde se tuvo la oportunidad de desarrollar e implementar la supervisión de obra, por primera vez, contratada a una empresa de consultoría.

Es por ello que el presente manual, producto de dicho proyecto y toda vez que en la academia de construcción no se contempla la supervisión de obras, se propone como libro de consulta para los profesores, alumnos y egresados que lo requieran; mismo que fue minuciosamente analizado e implementado para cubrir tanto los alcances del contrato asignado como los requerimientos en campo a través de las obras supervisadas.



# FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA DE SUPERVISIÓN DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

## OBJETIVO

Hacer cumplir lo establecido en las normas y especificaciones que la CFE ha elaborado para estos proyectos, respecto a la responsabilidad total y exclusiva que asume la constructora para diseñar, supervisar, construir y entregar en operación comercial a la Comisión las líneas de transmisión encomendadas.

Por lo cual se implementa un programa de control de calidad de construcción de las obras, por medio de una supervisión que cubra todos y cada uno de los alcances de un contrato determinado.

## *Definiciones*

*Comisión.* Comisión Federal de Electricidad.

*Residencia.* Residencia general de transmisión y transformación correspondiente.

*Contratista.* Empresa asignada para la ejecución de las obras.

*Constructora.* Empresa responsable de la construcción (a veces sólo de un tramo o parte de la obra de que se trate).

*Superintendente de construcción.* Supervisor general de obras y representante de la contratista en la obra.

*Superintendente de obra.* Representante y responsable de la obra por parte de la empresa constructora.

*Residente de la obra civil o electromecánica.* Responsable de verificar todas las actividades y trabajos que se ejecuten en la obra o tramo que se le asigne.

*Jefe de frente.* Responsable de la ejecución de todos los trabajos en el o los tramos o partes de las obras que se le asignen.

*Empresa supervisara.* Corresponde al organismo que la Comisión designe la supervisión de los trabajos, la observación y el cumplimiento de las normas y especificaciones, la medición de los trabajos ejecutados, el registro de costos de obra, la revisión y conciliación de números generadores y sus estimaciones, y los pagos mensuales efectuados.

*Gerente de supervisión.* Coordinador general de los trabajos de supervisión y representante de la empresa en la obra.

*Jefe de supervisión.* Representante y responsable de la supervisión de un frente de obra.

*Supervisor de obra civil o electromecánica.* Responsable de supervisar y verificar todas las actividades y trabajos que se ejecuten en la obra o tramo que se le asigne.

*Normas aplicables.* Las indicadas en las especificaciones y bases de cada concurso así como las emitidas por la CFE y todas aquellas que

están asociadas tanto con la fabricación, manejo y transporte de las piezas y los materiales como con la ejecución de los trabajos.

### Organización y responsabilidad (supervisión)

Para el óptimo control de todas las actividades, la empresa de supervisión debe establecer una organización con la cual se regirá su funcionamiento.

#### Estructura y responsabilidades

*Gerente general.* Representante legal de la empresa, dirige y gestiona sus actividades.

*Coordinador general.* Responsable de las implementaciones del programa de supervisión fundamentado en las normas y especificaciones de la CFE correspondientes a los alcances del contrato.

*Gerente de supervisión.* Responsable del cumplimiento del programa de supervisión y de concentrar toda la documentación debidamente requisitada, que certifique que los trabajos o actividades han sido ejecutados de acuerdo con lo establecido en el programa de supervisión.

*Jefe de supervisión.* Responsable de que todas las actividades de la obra o tramo a su cargo sean ejecutadas de acuerdo con lo establecido por la CFE a través del programa de supervisión.

*Supervisor de obra civil o electromecánica.* Responsable de revisar y verificar que todos los trabajos y actividades cumplan con el programa de supervisión según procedimientos establecidos.



## REQUERIMIENTOS GENERALES DE LA SUPERVISIÓN

### DOCUMENTACIÓN BÁSICA DEL PROYECTO

Se deberá contar en la residencia de supervisión con una copia permanente y completa de la siguiente documentación:

Planos aprobados para construcción.

Especificaciones (construcción y materiales).

Procedimientos constructivos. Información del proyecto en general:

- a)* Bases del concurso.
- b)* Presupuesto.
- c)* Programa físico y financiero de ejecución.
- d)* Precios unitarios.
- e)* Calendario de obra.
- f)* Programa de obra, etcétera.

El gerente general será el responsable del control de estos documentos, así como de su archivo, distribución y actualización.

El gerente de supervisión será responsable de que todos los trabajos y actividades de revisión se ejecuten siguiendo las indicaciones contenidas en dichos documentos.

#### REPORTES DE CERTIFICACIÓN DE CONTROL DE CALIDAD DE LAS OBRAS

Las actividades relacionadas con el proceso constructivo y la ejecución de los trabajos requieren de documentos autorizados por la supervisión, que certifica que éstos han sido realizados de acuerdo con especificaciones, normas y procedimientos establecidos por la CFE. Estos documentos podrán ser fundamentalmente los reportes o formatos que se identifican en los procedimientos o en las comunicaciones oficiales, como es el caso de los permisos y las modificaciones.

El gerente de supervisión deberá contar con toda la documentación anterior debidamente archivada y referida a los diferentes tramos o partes de la obra que avalan la correcta ejecución de los trabajos.

## PROCEDIMIENTO PARA EL SUMINISTRO MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN

### AGREGADOS PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETOS

Deben provenir de un banco previamente autorizado por la Comisión y de acuerdo con las características y propiedades según especificaciones. Conforme al desarrollo de la obra y a la localización de los elementos por colar, la constructora deberá obtener y entregar las muestras de los materiales en la cantidad y forma especificada al laboratorio que indique la Comisión para contar con la autorización correspondiente.

#### *Agua para elaboración de concreto*

Deberá cumplir con lo indicado en las especificaciones y requiere, la fuente que se utilizará, autorización de la Comisión.

Las muestras y el proceso de autorización será semejante al utilizado para los agregados.

#### *Cemento*

Deberán estar identificados la fábrica y el tipo de cemento que se usará de acuerdo con las especificaciones de la Comisión.

## Programa de entrega mensual

La constructora deberá presentar a la Comisión (a través de la supervisión) dicho programa con tiempos de almacenamiento que no rebasen el mes y vigilará que el manejo y el almacenamiento se realicen de acuerdo con las especificaciones.

## *Acero de refuerzo*

La identificación de la marca y características de las varillas a utilizar deberá cumplir con lo indicado en las especificaciones y su uso requerirá la aprobación de la Comisión (a través de la supervisión).

## Habilitado, almacenamiento y colocación

La constructora será responsable de elaborar hojas de control que garanticen el correcto manejo y aplicación siguiendo las normas aplicables.

## *Diseño de mezclas o dosificación para concretos*

A partir de las muestras de agregados, se podrán establecer las proporciones de las diferentes resistencias del concreto a utilizar. Se requiere la autorización de la Comisión (a través de la supervisión), y el proceso de aprobación es semejante al usado para los agregados.

### *Rellenos*

El material a utilizar deberá cumplir con las características indicadas en las especificaciones.

Como en el caso de los agregados es necesario prever bancos alternos, los cuales estarán sujetos a la aprobación de la Comisión (a través de la supervisión).

Cuando se proceda a rellenar, utilizando el material producto de excavación, se verificará que sea compactable y debe autorizarlo la Comisión (a través de la supervisión).

### *Explosivos*

La constructora será responsable de su adquisición, transporte, manejo, almacenamiento, control y utilización, apegándose a las normas de la Comisión que regirá la Secretaría de la Defensa Nacional.



## CONCEPTOS DE OBRA

### APERTURA DE BRECHA FORESTAL EN CUALQUIER TIPO DE VEGETACIÓN

#### *Descripción*

Se entenderá por apertura de brecha al desmonte de una franja de terreno cuyo centro coincidirá con el trazo topográfico y se ubicará a lo largo de la línea.

#### *Medición*

La unidad de medida será el kilómetro-línea (km-1) con aproximación al centímetro.

#### *Cargos incluidos en el precio unitario*

Se estimará por unidad de obra terminada, incluyendo los cargos y operaciones siguientes:

- a) Trazo de la brecha.
- b) Desmonte con tractor o a mano.
- c) Remoción, quema o entrega de los productos del desmonte.

- d) Corte de los árboles altos fuera de la brecha, incluida cualquier maniobra de remoción.
- e) Reparación o pago de daños ocasionados a terceros, imputables al constructor.
- f) Conservación de la brecha.
- g) Construcción de caminos de penetración dentro de la brecha.

## CAMINOS DE ACCESO

### *Descripción*

Se entenderá por caminos de acceso a la ejecución de los trabajos que se requieren para garantizar la seguridad en el transporte de personal, material y equipo necesarios para la realización de los 14 conceptos de obra en que se divide la construcción de las líneas, y deberán hacerse en la forma más económica con terracerías a "pelo de tierra" o con los espesores mínimos de cortes o terraplenes.

El ancho mínimo de corona será de 3 m. El contratista deberá mantener en buen estado los caminos que utilice durante la construcción, ya sean los existentes o los de acceso y fuera de la brecha.

### *Medición*

La unidad de medida será el kilómetro-línea (km-1) con aproximación al centímetro.

### *Cargos incluidos en el precio unitario*

Se estimará por unidad de obra terminada, incluidos los cargos y operaciones siguientes:

- a) Localización y trazo.
- b) Desmonte.
- c) Construcción de caminos de acceso dentro y fuera de la trayectoria de la línea.
- d) Mantenimiento y conservación de los caminos.
- e) Apertura de cercas en los terrenos por los que se atraviesen y reconstrucción de las mismas.
- f) Reparación de daños causados durante la construcción.

#### LOCALIZACIÓN DE TORRES Y VERIFICACIÓN DEL PERFIL

##### *Descripción*

La localización de torres consiste en verificar en el campo los planos del perfil en donde aparecen indicadas las mojoneras y estacas necesarias para la localización de las estructuras.

##### *Ejecución*

La mojonera contendrá el número y el tipo de torre, y deben cotejarse los puntos sobresalientes del perfil y las obras existentes, así como los cruces con vías de comunicación y construcciones en general.

Para este tipo de trabajo se utilizará el método de la estadía y se tomarán los apuntes necesarios para comprobar el perfil con los datos del proyecto.

La localización se hará por tangentes completas, y no se iniciarán las excavaciones de las cepas hasta concluir la localización de la tangente en cuestión.

## *Medición*

Se medirá tomando como unidad la torre localizada.

## *Cargos incluidos en el precio unitario*

Se estimará por unidad de obra terminada, incluidos los cargos y operaciones siguientes:

- a) Localización y verificación del perfil.
- b) Desmonte o brecha topográfica.
- c) Corrección de mojoneras y mantenimiento de las mismas.

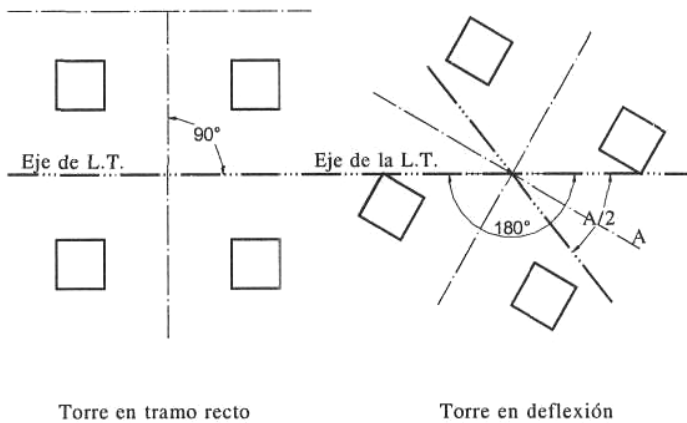
## EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO

### *Descripción*

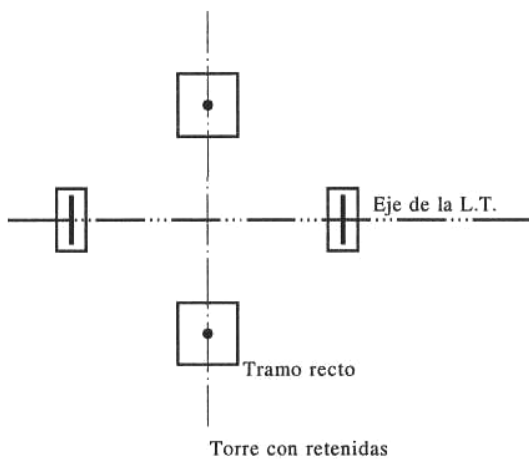
Las excavaciones a cielo abierto son las que se efectúan para formar la sección de desplante en las cimentaciones de la estructura y se ubican de acuerdo con las dimensiones del proyecto.

### *Ejecución*

Para el trazo de las cepas se deberá considerar que el eje transversal de la estructura sea normal al eje de la línea en tangente, y en caso de deflexión, el eje transversal de la estructura debe coincidir con la bisectriz del ángulo de deflexión (véase figuras 1 y 2).



**FIGURA 1**



**FIGURA 2**

La supervisión verificará al constructor los trazos, líneas, niveles y estacas que sean necesarios para los trabajos que vayan a realizar.

En el caso de que por causas imputables al constructor se pierdan, destruyan o cambien de lugar las mojoneras, referencias y bancos de nivel, su relocalización y reposición se harán con cargo al constructor.

Las dimensiones en proyección horizontal de estas excavaciones serán iguales a la proyección horizontal de los cimientos y, por lo tanto, las paredes de los cortes serán verticales.

Cuando las características del terreno al nivel del desplante fijado, sean diferentes a las previstas en el proyecto y ajuicio de la supervisión convenga profundizar la excavación, ésta podrá incrementarse lo necesario sin variar el precio unitario pactado.

Cuando las características del subsuelo al nivel del desplante justifiquen, según la supervisión, un cambio en el diseño de los cimientos, se suspenderá la excavación hasta que esté elaborado el nuevo proyecto. El constructor estará obligado a efectuar la obra, y las excavaciones parcialmente ejecutadas se estimarán al precio unitario establecido.

El fondo y las paredes de las excavaciones deberán quedar limpias de material suelto y/o inestable.

Durante el proceso de excavación, el material producto de la misma se podrá depositar alrededor de las cepas dejando cuando menos 1 m libre entre los límites de la excavación y el pie del talud del borde formado, con el fin de evitar derrumbes del material al interior de la excavación.

Cuando la inestabilidad en las paredes del terreno excavado así lo requiera, el constructor tendrá que sobreexcavar para formar taludes en las paredes de la excavación sin considerar el sobrevolumen para efecto de pago.

En ningún caso la profundidad de las excavaciones deberá ser menor que la indicada en los planos de proyecto cuando se tengan terrenos accidentados. Se cumplirá este requisito de acuerdo con la figura 3.

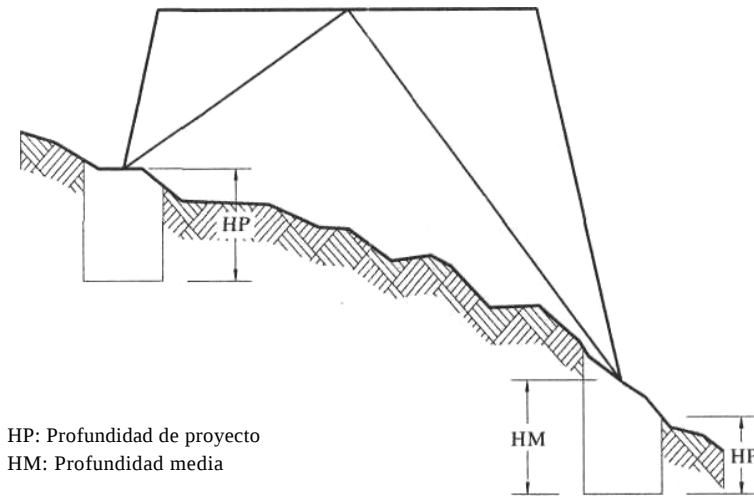


FIGURA 3

Si el proyecto de la estructura no permite alcanzar la profundidad mínima requerida, el constructor lo notificará a fin de hacer las modificaciones necesarias para que cumpla con lo estipulado.

Para determinar el costo de las excavaciones, se considerarán los siguientes tipos de materiales:

*Material tipo i.* Se entenderá por tal el producto de las excavaciones que se pueda extraer con pala de mano.

*Material tipo n.* Se entenderá por tal el producto de las excavaciones para cuya extracción se requiera el uso de pico y pala de mano.

*Material tipo HA.* Se entenderá por tal el producto de las excavaciones que contenga boleo y material compactado, y para cuya extracción se requiera el uso de barretas o rompedoras.

*Material tipo ni.* Se entenderá por tal el producto de excavación para cuya extracción se requiera el uso de explosivos.

La Comisión, con base en los sondeos a cielo abierto localizados en la trayectoria de la línea de transmisión, avalará las cantidades aproximadas de los materiales tipo /, //, HA y ///, que serán los que se anotarán en los catálogos de conceptos de obra.

Cuando para ejecutar las excavaciones se requiera el uso de explosivos, ademe, ataguías y/o bombeo, el constructor suministrará los materiales, equipo y mano de obra necesarios.

Cuando se autorice el uso de explosivos para ejecutar estas excavaciones, su uso estará condicionado a evitar el fracturamiento y la alteración del terreno natural, más allá de la sección teórica fijada en los planos de construcción.

El uso y método de empleo de los explosivos deberá someterse a la aprobación de la Comisión, que considerará los lincamientos establecidos por la Secretaría de la Defensa Nacional.

En los casos en que se haga necesario el uso de explosivos, el constructor deberá sujetarse a la normatividad vigente y tomar las precauciones necesarias para la protección de los trabajadores, de las propiedades públicas y privadas así como de las obras mismas.

Cualquier daño ocasionado por el uso de explosivos será responsabilidad del constructor.

Los permisos para la obtención de explosivos serán tramitados por el constructor.

El constructor deberá acatar las disposiciones de la Secretaría de la Defensa Nacional en cuanto a la obtención, transporte, almacenamiento y uso de los explosivos.

El constructor deberá tomar las medidas necesarias para evitar que las excavaciones puedan originar daños a personas, animales y vehículos, poniéndoles señales y protecciones adecuadas.

## *Tolerancias*

Se admitirá una tolerancia de 10 cm en las dimensiones laterales de las cepas para facilitar los trabajos de nivelación y alineación.

Las excavaciones no sobrepasarán las profundidades teóricas de proyecto en 5 cm en suelos suaves y medios, y en 20 cm en suelos rocosos.

En caso de que la profundidad de la excavación sobrepase la tolerancia indicada, habrá que rellenar hasta el nivel teórico garantizando un apoyo firme y estable para la cimentación de la estructura, sin que el volumen cubierto por esta faja sea motivo de estimación.

Para dar por terminada la excavación que haya sido necesaria, se verificarán trazos, niveles y acabados.

## *Medición*

Se tomará como unidad de medida el metro cúbico ( $m^3$ ) con aproximación al centesimo para cada tipo de material (en su caso), y partiendo de las dimensiones indicadas en los planos de proyecto autorizados por la Comisión.

## *Cargos incluidos en el precio unitario*

Se estimará por unidad de obra terminada, incluidos los cargos y operaciones siguientes:

- a) Trazo de líneas, niveles y estacados en cepas.
- b) Los explosivos, materiales, afine, ademes, bombeo, sobre excavaciones y taludes.
- c) Tramitación y obtención de permisos para la adquisición, el transporte y el uso de explosivos.

## PLANTILLA DE CONCRETO

### *Descripción*

Consiste en un firme de concreto pobre debidamente compactado, que se colocará en el desplante de todos los cimientos de las estructuras. Deberá ser de 10 cm de espesor mínimo y con 200 kg de cemento por metro cúbico para obtener una resistencia  $f_c$  igual a  $100 \text{ kg/cm}^2$ .

Se podrá usar cemento Portland ordinario o de resistencia rápida según normas.

### *Ejecución*

La plantilla se colocará en el desplante de todos los cimientos de las estructuras, de modo tal que rellene las irregularidades en el fondo de la excavación. La compactación de la plantilla se efectuará con herramientas de mano buscándose la uniformidad en toda su superficie hasta obtener 10 cm de espesor estipulado, de manera que constituya un apoyo uniforme a la cimentación para evitar asentamientos posteriores.

### *Medición*

Se tomará como unidad de medida el metro cuadrado ( $\text{m}^2$ ) de acuerdo con las dimensiones de proyecto con aproximación al centesimo.

### *Cargos incluidos en el precio unitario*

Se estimará por unidad de obra terminada, incluidos los cargos y operaciones siguientes:

- a) Suministros, manejo, maniobras, almacenes y acarreos totales hasta el sitio de la obra.

- b) Preparación para el colado de la plantilla, lo que incluye la limpieza, el nivelado, los moldes perimetrales (cimbras), el humedecimiento previo y el bombeo en su caso.
- c) La fabricación y colocación de concretos y morteros y su vibrado o apisonado.
- d) La remoción de moldes perimetrales y materiales sobrantes.

## ACERO DE REFUERZO PARA CONCRETO

### *Descripción*

Son las varillas de acero que van ahogadas dentro del concreto para que tomen o ayuden a tomar cualquier clase de esfuerzo.

### *Ejecución*

La marca y las características de las varillas de refuerzo estarán sujetas a la aprobación de la Comisión y deberán cumplir con lo indicado en el proyecto.

En general, las varillas de refuerzo estarán sujetas a las normas de calidad de los materiales de construcción de la Comisión.

Al colocar el armado, las varillas deben estar libres de óxido, si lo contienen se cepillarán.

El constructor debe tener cuidado al colocar el diesel en la cimbra para no impregnar las varillas.

El constructor podrá cambiar el diámetro de varilla, siempre y cuando dé la sustitución del área transversal de acero especificado en el proyecto.

Los ganchos, dobleces, traslapes, limpieza, colocación, espaciamiento de las varillas y la soldadura; así como las juntas en el refuerzo lateral, refuerzo por compresión y temperatura.

La protección que dé el concreto al acero de refuerzo deberá cumplir con las normas más recientes del American Concrete Institute (ACI), a menos que se indique otra cosa.

### *Medición*

Se medirá por peso y la unidad de medida será la tonelada (ton) con aproximación al milésimo. Se considera únicamente la cantidad neta de varilla que indiquen los planos de proyecto.

No se cuantificará ninguna cantidad de acero de refuerzo hasta que se haya aprobado su colocación definitiva en los moldes (cimbra) previamente al colado del concreto.

### *Cargos incluidos en el precio unitario*

Se estimará por unidad de obra terminada, incluidos los cargos y operaciones siguientes:

- a) El suministro, manejo, acarreos, desperdicios y maniobras.
- b) El enderezado, limpieza, cortes y doblado del acero.
- c) La colocación y la fijación, incluye el alambre recocido y las silletas.

### *Descripción*

Es la mezcla de materiales pétreos inertes, cemento, agua y aditivos que se especifiquen en las proporciones adecuadas para que al endurecerse adquieran la resistencia mecánica y las características requeridas para la construcción de los cimientos de las estructuras.

### *Materiales*

Cuando se utilice concreto premezclado, los métodos y equipos utilizados para transportarlo serán tales que no causen segregaciones apreciables del agregado grueso, o una pérdida de revenimiento que exceda de 0.25 mm (1") en el concreto con respecto al especificado y entregado por la compañía que lo suministre.

Dentro de este concepto, cuando se usen camiones revolvedores, el transporte del concreto no debe exceder de 1.5 horas para cemento normal, y de una hora para cemento de resistencia rápida. Cuando estos tiempos se excedan o no se cumpla con lo indicado en el inciso anterior el concreto se desechará.

El manejo y almacenaje del cemento estará sujeto a lo indicado en la especificación L-000-11. El nivel de almacén "C" se aplicará en bodegas secas y bien ventiladas, clasificándose con su fecha de entrada en el almacén y utilizándose en el orden de la fecha en que se reciba.

El programa de entregas mensuales de cemento en la obra será puesto a consideración de la Comisión y aprobado por la misma, con el objeto de evitar su almacenamiento por lapsos mayores de un mes calendario.

Los agregados se cribarán y se lavarán adecuadamente antes de efectuar su entrega en la obra.

Todos los agregados serán de la misma calidad que las muestras aprobadas por la Comisión (a través de la supervisión). Los agregados

se almacenarán separadamente por tamaño sobre superficies impermeables, limpias y duras.

El constructor entregará a la Comisión (a través de la supervisión) una cantidad suficiente de muestras de los agregados, cemento y agua que se utilizarán, indicando de qué banco y proveedor provienen.

El constructor dará los proporcionamientos necesarios para obtener las resistencias mínimas a la ruptura de los concretos.

En los lugares de almacenamiento de los agregados los 0.50 m de base se mantendrán continuamente como una capa de drenaje.

Los agregados gruesos se cribarán de conformidad con la tabla 11 de las normas ASTM C 33.

El agua que se utilice en la elaboración del concreto deberá ser clara y carecer de cualquier impureza orgánica o mineral. El constructor no podrá usar ningún tipo de agua sin la aprobación correspondiente de la Comisión (a través de la supervisión).

El control de calidad de la fabricación de concretos será verificado por la Comisión (a través de la supervisión), para lo cual tomará las muestras necesarias respectivas, y el constructor está obligado a dar las facilidades correspondientes.

En función de los resultados de los ensayos de campo, la Comisión (a través de la supervisión) podrá suspender el colado de la mezcla si no cumple con la proporción y el revenimiento aprobados. No se continuará el colado hasta que el constructor haga las correcciones correspondientes.

La tabla 1 se aplicará en las pruebas que se hagan a las muestras de concreto por cimentación de cada una de las bases por torre.

### *Ejecución*

Antes de colocar el concreto en su posición definitiva se deberán preparar adecuadamente las cimbras, el acero de refuerzo y las piezas especiales que quedarán ahogadas en el mismo.

Las cimbras deberán estar limpias y construidas con material que imparta la textura deseable al concreto una vez endurecido.

El constructor deberá dar aviso con anticipación de 24 horas como mínimo a la Comisión (a través de la supervisión) de que está listo para efectuar el o los colados correspondientes, y así permitir a la Comisión hacer la inspección de las formas, refuerzos y preparativos del colado; la Comisión debe (a través de la supervisión) dar autorización por escrito.

Los porcentajes permisibles de cilindros de pruebas que individualmente no den la resistencia a la ruptura especificada, serán los indicados en la tabla 1, para concretos con agregados gruesos de 19 a 38 mm.

TABLA 1

| Cemento                                                              | Resistencia mínima a la ruptura a los: |                    | Porcentaje permisible de cilindros que no den la resistencia * mínima especificada |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Normal<br>resistencia mínima<br>fe de concreto<br>KG/CM <sup>2</sup> | 7 días                                 | 28 días            |                                                                                    |
|                                                                      | 3 días                                 | 7 días             |                                                                                    |
|                                                                      | KG/CM <sup>2</sup>                     | KG/CM <sup>2</sup> |                                                                                    |
|                                                                      | 240                                    | 240                |                                                                                    |
|                                                                      | 210                                    | 210                |                                                                                    |
|                                                                      | 175                                    | 175                |                                                                                    |
|                                                                      | 140                                    | 140                |                                                                                    |
|                                                                      | 120                                    | 60                 | 10                                                                                 |
|                                                                      | 90                                     | 90                 | 10                                                                                 |

Si se cuela en otras condiciones o en ausencia del inspector o supervisor, será demolido y reemplazado si la supervisión lo estima conveniente.

Todas las superficies que quedarán en contacto con el concreto fresco deberán quedar libres de polvo, basura o cualquier otro material, deben humedecerse ligeramente para evitar la formación de charcos.

El constructor usará procedimientos de transporte y colocación de concreto que garanticen que no habrá segregaciones de los materiales debido al transporte o al choque contra las formas o refuerzos.

El concreto se colocará en capas horizontales de 60 cm de espesor como máximo.

No se colocará concreto durante lluvias fuertes o prolongadas que laven el mortero del agregado grueso.

No se vaciará concreto en lugares que contengan agua, ni debajo del agua. Sin la autorización explícita de la Comisión y sin la estricta vigilancia de la supervisión, tampoco se permitirá que escurra agua sobre superficies de concreto recién vaciado con velocidades que puedan dañarlo.

El concreto deberá vaciarse lo más cercano posible a su posición definitiva. No deberá colocarse en grandes cantidades en determinado lugar y permitir que se corra. Se vaciará en capas sensiblemente horizontales y de espesor uniforme, consolidando de manera adecuada cada capa antes de colocar otra.

No se permitirá que el concreto, al colarse, caiga libremente a más de 1 m de altura.

Cuando el molde (cimbra) sea alto y estrecho, se harán aberturas en los costados del mismo, por donde se introducirá el concreto.

El vibrador se usará para consolidar en forma vertical el concreto colocado en capas sensiblemente horizontales y de espesor uniforme hasta que quede práctica y totalmente compacto antes de colocar la siguiente; el vibrador deberá limitarse en su uso para evitar segregaciones de la mezcla.

Cuando se vacíe concreto fresco sobre concreto endurecido se precisa una adherencia adecuada y una junta hermética, para lo cual se deben observar las siguientes prácticas: picado de concreto ya endurecido devastándolo para quitar las capas superficiales y dejar expuesta una superficie de concreto inalterado.

Antes de iniciar el colado se limpiará el concreto, éste debe ir precedido de una capa de mortero bien restregada por la superficie de la junta con un espesor de 1 cm aproximadamente. El proporcionamiento del mortero debe ser igual al del concreto al quitarse el agregado grueso. Debe ser lo suficientemente blando para que pueda extenderse con facilidad en la superficie de la junta.

No se permitirá el decimbrado hasta que el concreto tenga suficiente resistencia estructural y pueda soportar su peso propio y las cargas normales de construcción. No se emplearán barretas de uña, patas de cebra o herramientas de metal contra el concreto para remover la cimbra. Si fuera necesario se deberán emplear pedazos de madera para hacer palanca sin dañar el concreto.

Las superficies expuestas a la intemperie deberán humedecerse tan pronto como el concreto haya endurecido lo suficiente para evitar daños por falta de agua y lograr un buen colado. Con el mismo fin se humedecerán los moldes o cimbras.

Cuando así se requiera, los colados con aditivos serán previamente autorizados y revisados por la supervisión.

El cemento, agua y agregados que se utilicen serán del tipo que cubran los requisitos sustentados según normas y especificaciones de la Comisión Federal de Electricidad.

En el caso de cimientos para estructuras metálicas con retenidas, se aceptarán cimientos precolados, siempre y cuando se ajusten a los planos de proyecto, normas y especificaciones del concreto y las aplicables de la Comisión Federal de Electricidad.

## *Tolerancias*

Las tolerancias serán como se indica a continuación:

- a) Variación de dimensiones de cimientos en planta 13 milímetros.
- b) Variación de desplazamiento o excentricidad en cualquier dirección 40 milímetros.
- c) Variación de espesor 5% de lo indicado en el proyecto.
- d) Excentricidad en la base de columna, vigas, muros y losas 2 milímetros.
- e) Variación de resistencia a la ruptura en los cilindros de pruebas (véase tabla 1).
- f) En el caso de cimientos para estructuras metálicas con retenidas se admitirá una tolerancia de 5 mm entre centro de anclas y de 10 mm de desnivel entre columnas.

## *Medición*

La medición del concreto simple colado será volumen teórico y su unidad de medida será el metro cúbico ( $m^3$ ) con aproximación al centésimo, de acuerdo con los planos de proyecto.

Para efectos de estimación no se medirá el concreto simple vaciado hasta que no esté totalmente terminada, curada, descimbrada y acabada la cimentación completa de una torre.

### *Cargos incluidos en el precio unitario*

Se estimará por unidad de obra terminada, incluidos los cargos y operaciones siguientes:

- a) El suministro del cemento, aditivos, agregados y agua, así como el almacenaje, manejo, acarreos y maniobras de estos materiales.
- b) La preparación del colado y la presentación de muestras.
- c) Suministro, fabricación y colocación de moldes y cimbras.
- d) Los acarreos y vaciados del concreto.
- e) El descimbrado, curado y acabado de superficies expuestas.
- f) Colocación de anclas que quedarán ahogadas en el concreto de cimientos de estructuras metálicas y con retenidas.
- g) Bombeo y ademe en su caso.

En el precio unitario del concreto se incluyen los suministros de todos los materiales necesarios para su fabricación.

### SISTEMA DE TIERRAS

#### *Descripción*

El sistema de tierras para líneas de transmisión consiste en hincar a golpes varillas de Copperweld de 5/8" de diámetro por 3 m de longitud en

forma vertical en las inmediaciones de los cimientos de las torres que se indiquen, y conectar dichas varillas a las patas de las torres mediante alambre Copperweld del número 2 con los conectores apropiados.

### *Ejecución*

La Comisión, a través de los planos de construcción, indicará en qué torres se instalará el sistema de tierras, el número de varillas y la distribución de las mismas; esto sobre la base de las lecturas de resistividad eléctrica del terreno que con anterioridad a la construcción, la Comisión hará con personal de la residencia de construcción que corresponda.

La resistividad del suelo está en función del tipo de compactación, cantidad de humedad y sales solubles en los estratos, por lo que una vez colocadas las mojoneras de las torres, de acuerdo con el proyecto, se tomarán las lecturas de resistividad que permitirán establecer qué tipo de sistema de tierras se aplicará o el tipo de protección catódica que se instalará.

Las lecturas de resistividad se harán de acuerdo con la especificación CFE OJLO-02 y las llevará a cabo la Comisión.

Cuando los valores de resistividad medidas con base en la especificación CFE OJLO-02 sean menores a 10,000 ohms-cm, se dará protección anticorrosiva a las partes enterradas de las torres de las líneas de transmisión. La protección anticorrosiva podrá ser mediante el uso de recubrimiento cuando los valores de resistividad estén entre 10,000 a 5,000 ohms-cm, y para valores inferiores a 5,000 ohms-cm, se debe aplicar adicionalmente al recubrimiento la protección catódica.

Para la aplicación del recubrimiento anticorrosivo se sujetará a las instrucciones de la especificación CFE OJLO-02 inciso v, y el constructor aplicará este recubrimiento antes de enviarse al sitio de instalación.

Para la instalación de sistemas de tierras se tomarán en cuenta las siguientes instrucciones:

- Las varillas Copperweld de 5/8" de diámetro deberán colocarse lo más verticalmente posible, y en caso de sufrir inclinaciones durante el hincado no deberán ser mayores de 30 grados.
- Cuando las varillas al ser hincadas no alcancen la profundidad requerida en proyecto por encontrar terreno duro o semiduro, se podrán sacar e intentar su colocación en sus inmediaciones (de 30 a 50 cm), y se podrá ejecutar una barrenación de 2.5 cm de diámetro por 3 m de profundidad, rellenándose los huecos con cisco de carbón.
- Para la instalación del alambre Copperweld número 2 que unirá las patas de las torres con las varillas de 5/8" de diámetro, éstas deberán colocarse a una profundidad de 0.70 m en terreno cultivable y 0.50 m en terreno no cultivable, procurando que su trayectoria se localice en terreno tipo i y ejecutando una excavación que permita instalar el cable a las profundidades antes mencionadas.
- Antes de cubrir el sistema de tierras, la Comisión hará verificaciones para comprobar la eficiencia del sistema.

### *Medición*

La unidad de medida será el trabajo efectuado por torre. La Comisión entregará al constructor una lista de torres donde se indicará la distancia a que se colocarán las varillas. Con base en esa relación se determinará para cada obra la distancia promedio que se considerará en el valor del precio unitario.

### *Cargos incluidos en el precio unitario*

Se estimará por unidad de obra terminada, incluidos los cargos y operaciones siguientes:

- a) Hincado de varillas Copperweld por golpeo o en perforación.
- b) Perforación y sopleteo de barreno.
- c) Colocación de varillas Copperweld en barrenos practicados, incluyendo el suministro de polvo de carbón.
- d) Excavación en zanjas y colocación de alambre con sus conexiones, así como el relleno compactado de dichas excavaciones.

### RELLENO COMPACTADO

#### *Descripción*

Antes de montar el cuerpo superior de la estructura e inmediatamente después de que la Comisión haya revisado y aprobado la nivelación de la base de la torre (*bottom-panel*), se procederá a realizar los rellenos utilizando de preferencia el material producto de excavación, si es compactable, si no, se empleará material de bancos de préstamo aprobado por la Comisión.

Cuando el material producto de excavación sea roca no se utilizará para relleno.

#### *Ejecución*

La Comisión revisará las excavaciones y el nivelado del *bottom-panel* de cada torre antes de rellenar y compactar, con posterioridad supervisará las pruebas de compactación.

Antes de armar el cuerpo superior de la estructura e inmediatamente después de que la Comisión haya aprobado el nivelado del *bottom-panel*, se procederá a rellenar las excavaciones utilizando de preferencia el material extraído de la misma.

El relleno deberá hacerse en capas de 20 cm. La compactación se llevará a cabo con pisón mecánico, ya sea neumático o de combustión interna de 11 kg de peso mínimo y con dimensiones máximas de 20 x 20 cm; este proceso se ejecutará manteniendo bajo control la humedad en cada capa.

El constructor realizará las pruebas de compactación necesarias, en presencia del representante de la Comisión, quien verificará la calidad de los trabajos de estas pruebas.

### *Medición*

Se tomará como unidad el metro cúbico ( $m^3$ ) de acuerdo con el volumen teórico que indique el proyecto.

### *Cargos incluidos en el precio unitario*

Se estimará por unidad de obra terminada, incluidos los cargos y operaciones siguientes:

- a) Vaciado del material de relleno y extendido en capas.
- b) Humedecimiento óptimo y compactación.
- c) Bombeo de agua para achique en su caso.

## MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO

### *Descripción*

La operación que comprende este concepto consiste en la instalación completa de las estructuras en los sitios determinados de acuerdo con los planos de montaje.

### *Ejecución*

El constructor armará y montará todos los miembros que comprenden la estructura de acuerdo con los planos correspondientes y por los métodos que él considere convenientes, siempre y cuando no se dañen las partes de las torres ni se encarezca el proceso de montaje.

Una vez nivelada la base y ejecutado el relleno y compactado de los cimientos se podrá continuar con el armado de los cuerpos superiores.

### *Tolerancias*

Para estructuras autosoportadas:

- a) Error en alineamiento del eje: 10 milímetros.
- b) Tolerancia admitida en distancia de los vértices del primer cerramiento al eje de la línea de torre de suspensión: 0.5% de la distancia del proyecto.
- c) Error admitido en la distancia del vértice del primer cerramiento a la bisectriz en torre de ángulo será del 0.5% de la distancia del proyecto.

- d) Tolerancia en horizontalidad, desviación máxima: 5 milímetros.
- e) En el armado y nivelado del *bottom-panel* se permitirá una tolerancia máxima de desnivel de 5 milímetros.
- f) El nivelado definitivo de la estructura no deberá diferir en más de 3 cm con respecto al del proyecto.
- g) No se admitirá tolerancia en pérdidas de piezas de acero de las torres.

Para estructuras con retenidas:

- a) Error en alineamiento del eje: 10 milímetros.
- b) Error en distancia de centro a centro de pernos de anclaje para bases: 20 mm, tomando como referencia las distancias del proyecto.
- c) Error en nivelación de bases: 20 milímetros.
- d) No se admitirá tolerancia en pérdidas de piezas de acero y de retenidas.
- e) El error en distancia entre el centro de mojoneras y el centro de retenidas será de 4 centímetros.
- f) La tensión en retenidas será de 150 kg mínimo y 300 kg máximo. Deberá vigilarse la verticalidad de las estructuras.

Al instalar cables de guarda se verificará que las retenidas estén tensas y la estructura conserve su verticalidad.

## *Medición*

La unidad de medida será la tonelada con aproximación al milésimo de acuerdo con los pesos teóricos de proyecto.

## *Cargos incluidos en el precio unitario*

Se estimará por unidad de obra terminada, incluidos los cargos y operaciones siguientes:

- a) La recepción, carga, acarreo y maniobras auxiliares para almacenar las diversas piezas metálicas con la garantía de que no habrá deterioros por deformación u oxidación.
- b) Material y mano de obra para proteger con pintura anticorrosiva los miembros estructurales de los cimientos de acero.
- c) Las maniobras de acarreo de piezas hasta el sitio de su instalación.
- d) El prearmado de las partes estructurales, la movilización y presentación de las piezas de la misma hasta su instalación definitiva, que incluye la nivelación de la base y la fijación total de la estructura.
- e) Cualquier otra operación necesaria para que la estructura quede totalmente instalada y armada a satisfacción de la Comisión.

## *Forma de pago*

Podrá estimarse en forma parcial de acuerdo con lo siguiente: 50% cuando se tenga el prearmado en el sitio; 50% cuando se tenga montada y revisada la torre.

### *Descripción*

El vestido de las torres consiste en colocar en los lugares respectivos los herrajes, aisladores y accesorios en general, incluidas las placas de aviso de peligro y la numeración de estructuras (torres) de acuerdo con los datos contenidos en proyecto proporcionados por la Comisión.

### *Ejecución*

La Comisión deberá supervisar que los trabajos sean efectuados con el máximo de calidad.

El constructor deberá contar con el equipo y las herramientas necesarias para ejecutar los trabajos; retirará del almacén general de acopio los herrajes, aisladores y demás accesorios para transportarlos al almacén de la obra y distribuirlos a los sitios de instalación.

Los niveles de almacenamiento que se aplicarán serán el nivel "C" para los herrajes, tornillos y accesorios, y el nivel "D" para los aisladores.

No se deberán hacer sustituciones de ninguna clase de los materiales. Se instalarán exactamente los indicados en los planos de proyecto.

El constructor revisará y limpiará todos los materiales antes de instalarlos.

### *Tolerancias y medición*

Se admitirá una tolerancia del 1% de pérdidas y roturas de piezas ligeras como: aisladores, ejes, tornillos, chavetas, rondanas, etcétera.

No existen tolerancias en pérdidas o daños en piezas importantes como ciernas, anillos y balancines, entre otros. Se medirá tomando como unidad la torre.

### *Cargos incluidos en el precio unitario*

Se estimará por unidad de obra terminada, incluidos los cargos y operaciones siguientes:

- a) Recepción, acarreos y maniobras totales, así como almacenaje, registros, identificación de piezas y transporte hasta el sitio de instalación.
- b) Instalación definitiva de herrajes, aisladores y accesorios de acuerdo con los planos y especificaciones a entera satisfacción de la Comisión.

### TENDIDO Y TENSIONADO DE CABLE DE GUARDA

#### *Descripción*

El tendido y tensionado de cables guarda consiste en colocar un cable de acero de 3/8" de diámetro y los herrajes necesarios en los extremos superiores de las estructuras, y posteriormente tensionar los cables para dejarlos a una altura determinada del suelo (de acuerdo con el proyecto).

Para el tendido de cable de guarda preferentemente se empleará el método de tensión mecánica controlada, salvo que la Comisión indique lo contrario. En ningún caso los empalmes quedarán a menos de 15 m de la cierna.

En cada uno de los tramos en que se haya dividido el programa de tendido de cable de guarda, se comprobarán las flechas por lo menos en tres claros: en el que está al centro y en los claros extremos, programando que serán los que más se aproximen al claro regla.

Antes de sujetar los cables en su posición definitiva, se verificarán los libramientos a tierra de todos los claros.

### *Ejecución*

El constructor transportará al almacén de la obra los carretes de cable de guarda para su distribución a los sitios de instalación.

El nivel de almacenaje que se aplicará para los cables guarda será: nivel "C" para los herrajes y accesorios, y nivel "D" para los carretes con cable de guarda.

El cable guía para instalar el cable de guarda será de Alumoweld, y las poleas para el tendido serán de aluminio u otro material suave que no maltrate el cable.

En cualquier método que se utilice para tender el cable de guarda, se cuidará que el cable no se destroce o forme cocas.

Para el tensionado del cable de guarda se aplicará el método de medición directa de flechas con dinamómetro, de acuerdo con las tablas de "flechas-tensiones" que la CFE entregará al constructor.

En los cruzamientos de líneas de transmisión y vías de comunicación, no se colocarán empalmes en el claro del cruce ni en los claros adyacentes. El constructor deberá prever sus maniobras de tal modo que evite en lo posible cualquier interrupción de los servicios.

En caso de usar herrajes tipo preformados, éstos no se utilizarán en forma provisional durante el tendido y tensionado del cable, ni se usarán si están mojados o si el abrasivo está dañado.

Al instalarse los herrajes preformados deberá limpiarse perfectamente el cable especialmente si tiene grasa.

Al utilizar los herrajes y empalmes se tomarán en cuenta las indicaciones del fabricante, y cualquier duda al respecto se consultará a la Comisión.

### *Tolerancias*

Las pérdidas acreditadas no deberán exceder los porcentajes siguientes del largo total utilizado, lo que incluye los puentes y catenarias.

Se admitirá el 1% de pérdidas y desperdicios inutilizables de cable (tramos menores de 300 metros).

Se admitirá el 2% de desperdicios inutilizables de cable de largo mayor de 300 m (tramo en buen estado).

Para fines de comprobación de cable de guarda instalado, se aumentará la longitud de la línea en proyección horizontal en 1% debido a catenarias y desniveles.

Se admitirá una tolerancia en flechas de proyecto de 1.5% con límite máximo en valor absoluto de 1 metro.

No se admitirán pérdidas en herrajes y empalmes.

### *Medición*

Se medirá por hilo-kilómetro considerando la longitud de la línea en proyección horizontal con aproximación al centesimo de kilómetro.

### *Cargos incluidos en el precio unitario*

Se estimará por unidad de obra terminada, incluidos los cargos y operaciones siguientes: la recepción, almacenaje, maniobras y acarreo hasta el sitio de la obra de cable, herrajes y accesorios, así como registros para fines de control contable de almacén.

### *Forma de pago*

Se podrá estimar en forma parcial conforme a lo siguiente: 30% cuando el cable se encuentre tendido; 70% cuando el cable haya sido tensionado y revisado por la Comisión.

## TENDIDO Y TENSIONADO DE CABLE CONDUCTOR

### *Descripción*

Consiste en el tendido y tensionado de los cables conductores, la colocación definitiva de los herrajes correspondientes y sus accesorios para sujetarlos a las cadenas de aisladores; la instalación de separadores cuando se necesiten, la ejecución del empalme de tramos de cable conductor y la instalación de puentes y remates en las torres que se requieran.

### *Ejecución*

La Comisión determinará las flechas y tensiones de diseño para que el constructor proceda al tensionado y entregará dos juegos de planos para la colocación de herrajes.

Supervisará la Comisión la buena ejecución de estos trabajos y tendrá la facultad de desecharlos si no cumplen con las especificaciones y cuidados que debe efectuar el constructor, quien además deberá transportar todo el material de herrajes a los almacenes de la obra para su distribución a los sitios en que se instalará, utilizando equipo de transporte adecuado.

El constructor efectuará el tendido de cable conductor con el procedimiento de tensión mecánica controlada, entendiéndose como tal que el cable conductor no tenga contacto con el suelo, para lo cual es necesario utilizar equipos y herramientas especiales.

El equipo principal estará constituido por una unidad de frenaje y otra de tensión con sistema de radio-comunicación.

La unidad de frenaje o desenredo deberá ser de doble tambor recubierto con neopreno en las superficies donde el cable conductor quede en contacto.

Para reducir al máximo el riesgo de falla, el diseño del equipo debe ser tal que se pueda mantener la tensión deseada en forma constante, por lo cual debe contar con sistemas de frenos que puedan ser operados de forma manual, neumática, hidráulica o electromecánicamente.

El equipo estará diseñado de manera que no haya transmisión del calor generado por el sistema de frenaje a los tambores por donde pase el cable conductor.

Deberá haber un sistema de frenaje mecánico suave en los portacarretes para evitar que se cuelgue el cable entre el portacarrete y el equipo de frenaje o desenredo.

El recubrimiento del neopreno deberá ser por lo menos de Vi" (0.63 cm) de espesor en los tambores y éstos tendrán un diámetro mínimo exterior de 42" (107 centímetros).

El cable conductor deberá dar 4.5 vueltas como mínimo en cada uno de los tambores.

El equipo deberá ser capaz de mantener en forma continua la tensión por cable conductor que especifique la CFE de acuerdo con las características del cable por tender.

Cuando se utilice este método de tendido, la flecha de cada cable conductor deberá mantenerse por lo menos 20% menor que lo especificado en las tablas de tendido que proporciona la Comisión.

El cable guía con el que se dará la tensión deberá ser el adecuado para evitar la aplicación de esfuerzos indeseables en las cadenas de aisladores y en las estructuras (torres), y deberá conectarse al cable conductor por medio de eslabones giratorios (*swivel*) y mordaza tipo calcetín sencillo, aprobados por la Comisión. El extremo de las mordazas (calcetines) deberá ser flejado y encintado al cable conductor para facilitar su paso sobre las poleas y tener seguridad en las maniobras.

El constructor instalará los herrajes, separadores, puentes y remates conforme a los planos de construcción y montaje y a las especificaciones que aplique la Comisión; deberá contar con el equipo necesario para efectuar el tendido de cable conductor bajo tensión mecánica controlada y con las poleas suficientes y del diámetro requerido para el tipo de cable que se esté tendiendo.

Las poleas que se utilicen en el tendido de los cables conductores deberán tener un diámetro mínimo, medido al fondo de la garganta, de 12 veces el diámetro del cable conductor. La garganta de las poleas deberá estar recubierta de hule o neopreno y será del ancho necesario; las poleas deberán estar montadas en chumaceras de bolas y rodillos.

Es importante que el constructor tenga el mayor cuidado al manipular el cable conductor, para que éste no sufra deterioro ni roturas que con posterioridad puedan provocar problemas de operación a la Comisión.

El constructor deberá tensionar el cable conductor usando el método de medición directa de flecha y verificación con dinamómetro; la medición debe ser realizada de acuerdo con las especificaciones y las flechas aprobadas que la Comisión entregará al constructor.

Los tramos de cable conductor a tensionar no excederán los 3,000 m salvo en los casos especiales en que se justifique y lo apruebe la Comisión.

En cada tramo de cable conductor tensionado deberán comprobarse las flechas cuando menos en tres claros, de preferencia en claros entre torres que más se aproximen al claro regla según el proyecto.

Para determinar el programa de tendido de cable conductor se tomarán en cuenta las torres con deflexiones máximas de 25°, para que estos sitios sean puntos de partida de tramos de tendido y tensionado de cables conductores.

El constructor deberá cuidar que el cable conductor no permanezca tendido sin clemar por más de 72 horas. La Comisión observará que esto se cumpla.

En ningún caso los empalmes quedarán a menos de 20 m de los apoyos (suspensión o tensión).

No se permitirá que los empalmes pasen por las poleas.

La distancia entre empalmes no será menor de 450 m y no se permitirá más de un empalme en el mismo cable conductor por claro.

No se instalará empalme o manguito de reparación en los cruces con carreteras principales, ferrocarriles y líneas de transmisión mayores de 115 Kva, salvo autorización expresa de la Comisión.

Antes de engrapar o sujetar en forma definitiva los cables conductores la Comisión verificará los libramientos a tierra.

La separación entre los puentes y la estructura (torre) deberá cumplir con las distancias mínimas indicadas en las normas de proyecto.

La Comisión realizará por su cuenta los estudios de vibración, determinando en qué torres se instalarán amortiguadores.

### *Tolerancias*

Las pérdidas acreditadas no excederán los porcentajes siguientes:

- a) Se admitirá una tolerancia de 1% del cable instalado debido a pérdidas y desperdicios inutilizables (tramos menores de 300 metros).

- b) Se admitirá una tolerancia de 1.5% del cable instalado como desperdicios utilizables, de un largo mayor de 300 m (tramos en buen estado).
- c) Se admitirá una tolerancia en variación de flechas indicadas en proyecto de 1.5% con límite máximo en valor absoluto de un metro.
- d) Para fines de comprobación de cable conductor instalado, se aumentará la longitud de la línea en proyección horizontal en un 3% debido a catenarias y desniveles.
- e) En cables conductores múltiples se admitirá una tolerancia en la misma fase de 2.5 centímetros.
- f) Los cables conductores del mismo claro deben tener la misma flecha entre fase, y se acepta una tolerancia máxima de 1 cm por cada 100 m de longitud, sin exceder de 5 cm para cualquier longitud de claro.
- g) No se admitirán pérdidas en herrajes y empalmes.

### *Medición*

Se medirá por hilo-kilómetro considerando la longitud de la línea en proyección horizontal con aproximación al centesimo de kilómetro.

### *Cargos incluidos en el precio unitario*

Se estimará por unidad de obra terminada, incluidos los cargos y operaciones siguientes:

- a) La recepción, almacenajes, maniobras y acarreo hasta el sitio de la obra de cable conductor, herrajes y accesorios.
- b) Tendido y tensionado de los cables y la instalación de herrajes, separadores (si se requieren), amortiguadores, empalmes, puentes y accesorios de acuerdo con los planos de construcción o instrucciones expresas de la Comisión.

### *Forma de pago*

Se podrá estimar en forma parcial de acuerdo con lo siguiente: 30% cuando se tenga el tendido; 70% cuando se termine el tensionado y revisado.

## PROTECCIÓN CATÓDICA

### *Descripción*

El problema de corrosión en los cimientos de las estructuras de acero (torres) utilizado en las líneas de transmisión, es un fenómeno que se acentúa cuando el terreno es menos resistivo.

El fenómeno de corrosión es el desgaste que sufre todo material por la acción del medio ambiente en el que se encuentra y puede ser de naturaleza química al pasar corriente eléctrica entre metales a través de una solución.

Al enterrar las patas de las torres preparamos una pila con todos sus elementos: el ánodo es la estructura o un área de la misma, el cátodo está formado por otras áreas de la misma estructura, el electrolito es el suelo, la trayectoria del cierre del circuito es otra vez la misma estructura, y la resistencia es la suma de las resistencias de cada uno de los elementos anteriores.

### *Disposiciones*

Existen varios métodos de protección contra la corrosión como usar metales más resistentes a la corrosión (hierro forjado, aceros especiales y otros); aislar el metal del medio ambiente mediante barreras inertes (películas) que pueden ser sintéticas (hules) o metálicas (estaño y níquel) convertir toda la superficie a proteger en una superficie catódica, método que se denomina "protección catódica" por medio de ánodos de sacrificio descrito en la especificación CFE—OOJLO—20 y se aplicará en las líneas de transmisión eléctrica.

### *Ejecución*

Durante la etapa de desarrollo del proyecto (localización de estructuras) se llevarán a cabo lecturas de resistividad del terreno donde se desplantarán las torres, basándose en la especificación CFE-OOJLO—20. Estas lecturas se enviarán al área de proyectos de la Comisión para su evaluación y para determinar la cantidad de torres que requerirán de protección catódica.

El material y el equipo necesarios para hacer las lecturas de resistividad del terreno y la colocación de ánodos consisten en lo siguiente:

- a) Una pieza: instrumento para potenciales de corrosión y corriente de diseño marca MCM, modelo 13-3-AL, serie 3 que consta de un vólmetro y un amperímetro/vólmetro.

- b) Una pieza: instrumento para medir resistividad del suelo marca Nilsson, modelo 400.
- c) Dos piezas: celda de referencia de cobre/sulfato de cobre con punta porosa, marca Harco, modelo 6A.
- d) Una pieza: shunt portátil D-C amperímetro de 100 amperes, resistencia 0.001 ohms 1 ampere = imw (caída), marca Miller.
- e) Espagueti de fibra de vidrio para alambre calibre número 20 o 22 AWG.
- f) Alambre de resistencia de micromel calibre número 20 o 22, o Cromel calibre número 22 AWG.
- g) Conectores a compresión de aluminio o cobre con forro de plástico para unir alambre calibre número 12 AEG.
- h) Cables de conexión de cobre aislado de calibre número 18 a 12 AWG con sus conectores apropiados según se requiera.

La Comisión proporcionará al constructor todo este material que se empleará en la etapa de construcción según las instrucciones de proyecto.

La protección catódica se aplicará únicamente a las torres que se indiquen con base en los lincamientos establecidos en la especificación CFE-OOJLO—20.

En general, se aplicará "protección catódica" a las torres donde el suelo tenga valores de resistividad menores de 5000 ohms-cm y se usarán ánodos de magnesio.

Cuando se determine que una estructura (torre) llevará protección catódica no se le instalará el sistema de tierra convencional.

Para la cuantificación de los trabajos que se requieran en este concepto, se considerará la mano de obra necesaria para hacer las lecturas de "requerimiento de corriente", así como para la excavación y el relleno de zanjas y cepas destinadas a la colocación y conexión de ánodos de sacrificio.

### *Tolerancias*

No se aceptarán pérdidas de conectores y ánodos, por lo que el constructor deberá tener mucho cuidado en su manejo.

Se instalarán la cantidad y el tipo de ánodos indicados por la Comisión.

Únicamente se aceptará una tolerancia de 50 cm respecto al sitio y a la trayectoria donde se colocarán los ánodos, conservando siempre la longitud de proyecto.

### *Medición*

La unidad de medida será el ánodo instalado y aprobado.

### *Cargos incluidos en el precio unitario*

- a) Pruebas de requerimiento de corriente y reporte de resultados.
- b) Excavación y relleno de cepas y zanjas.
- c) Colocación y conexión de ánodos.



# CONTROL DE CALIDAD DE LAS OBRAS

## GENERALIDADES

Se ejercerá tanto en los procedimientos constructivos como en los materiales de construcción. A título enunciativo pero no limitativo desglosaremos los siguientes conceptos:

### *Objetivo*

Obtener una estructura (cimentación) construida de acuerdo con los planos de construcción, acatando las normas y especificaciones aplicables, y garantizando la continuación de los trabajos de montaje de las estructuras (torres) sin desviaciones o vicios no observados que afecten el proceso constructivo en tiempo y costo, por las correcciones que debieran implementarse.

### *Alcance*

Se verificarán y avalarán por la supervisión las siguientes actividades o conceptos de obra:

## Topografía

- a) Localización de torres y verificación de perfil.
- b) Trazo y nivelación para excavaciones y colocación de acero de refuerzo, cimbras, anclajes, embebidos y colados.

## Excavaciones

### Plantilla de concreto simple

### Acero de refuerzo

### Cimbrado

### Colocación de concreto

### Sistema de tierras, protección catódica o recubrimiento

### Relleno compactado

## *Funcionamiento de supervisión*

### Localización de torres y verificación de perfil por la supervisión

Se llevará a cabo la verificación en campo del levantamiento topográfico entregado por la Comisión: mojoneras y/o estacas y referencias para la localización de las estructuras (torres).

La constructora será responsable de efectuar el levantamiento con estadía comprobando el perfil real del proyecto, los puntos sobresalientes del perfil y las cruces.

Esta actividad se desarrollará para cada torre, y en caso de discrepancia se someterá a consideración de la Comisión para su solución.

Se utilizarán los formatos CLT-01 y CLT-02 (localización de torres y verificación de perfil y cotas) para certificar la verificación.

Adicionalmente la constructora elaborará, para los casos de discrepancia, un plano AS BUILT (como ya está construida la torre), en el cual quedará registrada con la aprobación de la Comisión.

### Trazo y nivelación para cimentaciones

Para verificar y certificar por parte de la supervisión la correcta ejecución de estas actividades, se deberán utilizarlos formatos CNI-01, CLT-01 y cci-01.

### Excavación a cielo abierto

Las excavaciones para cimentación no se podrán iniciar hasta haberse efectuado y verificado el levantamiento por tangente completa.

Se realizarán de acuerdo con lo establecido en las especificaciones, y su correcta ejecución quedará registrada en el formato CEX-01 (control de excavaciones).

Cuando sea necesario utilizar explosivos se deberá considerar y cumplir con lo establecido adicionalmente a lo indicado en las especificaciones de proyecto.

### Plantilla de concreto

Se realizará a continuación de las excavaciones previamente autorizadas, de acuerdo con el proyecto y con lo establecido en las especificaciones.

## Acero de refuerzo

Se verificará que cumpla con lo establecido en el proyecto y con las especificaciones y normas en las siguientes etapas:

Suministro

Manejo y almacenamiento

Habilitado

Colocación

Se cumplirá adicionalmente con lo indicado en el procedimiento establecido para el suministro, manejo y almacenamiento de materiales de construcción.

La correcta colocación en las cimentaciones y su verificación por la supervisión quedarán registradas en los formatos cco-Ol y coc-Ol (control de colados), certificando:

- Cantidad según proyecto
- Limpieza
- Alineamiento
- Separación
- Recubrimiento
- Traslapes
- Anclajes
- Ganchos y dobleces

Cimbra

Se verificará que cumpla las normas y especificaciones aplicables.

Su correcta instalación en las cimentaciones antes de recibir el concreto, será verificada y registrada por la supervisión en los formatos cco-01 y coc-01, certificando:

- Alineamiento y plomeo
- Limpieza (humedad y engrasado)
- Hermeticidad (calafateo)
- Rigidez
- Estabilidad (troquelamiento)

#### Colocación (vaciado) de concreto

Se deberá cumplir con lo indicado en las normas y especificaciones. La correcta ejecución será verificada y registrada por la supervisión en los formatos CNI-01, cci-01, CLC-01, cco-01 y coc-01, certificando las siguientes etapas:

##### *a) Antes de la colocación:*

- Preparación de superficies
- Materiales
- Equipo de fabricación y colocación
- Acero de refuerzo
- Cimbra
- Embebidos (*stubs*, protección catódica y sistema de tierras)

##### *b) Durante la colocación y después del colado:*

- Proceso de colocación
- Curado (registro durante siete días)

- Defectos
- Reparaciones (si es susceptible)

### Sistema de tierras y protección catódica o "recubrimientos"

El suministro y su instalación están definidos en las normas y especificaciones, y dependen de los resultados obtenidos en campo por cada torre, a través de las lecturas de resistividad del terreno que desarrollará directamente la Comisión, que definirá la instalación requerida para cada torre.

Antes de cubrir cada sistema de tierras, la constructora verificará la eficiencia del sistema y será avalado por la supervisión, lo cual quedará registrado en el formato cco-01.

### Relleno compactado

Esta actividad se realizará de acuerdo con las especificaciones, y su correcta ejecución quedará registrada y verificada por la supervisión en el formato cco-01 (control de compactaciones).

## DE LA FABRICACIÓN DE CONCRETOS

### *Objetivo*

Obtener concretos que cumplan con la resistencia fijada en el proyecto (fe) y además con la calidad y durabilidad necesarias para garantizar una estructura confiable que acate las condiciones fijadas por el diseño.

## *Alcance*

La supervisión verificará las actividades que intervienen en el proceso de producción, colocación y control de fabricación del concreto.

*a)* Antes de su colocación:

- Suministro de materiales (cemento, agregados gruesos y finos, aditivos y agua)
- Diseño de mezclas (proporcionamientos)

*b)* Durante la colocación (vaciado) y posteriormente al colado:

- Mezclado, vaciado y vibrado
- Muestreo de concretos (pruebas de revenimiento y elaboración de cilindros)
- Manejo y control de cilindros
- Pruebas de resistencia
- Curado (de las estructuras y de cilindros de prueba)
- Reparación de defectos en los concretos

## *Funcionamiento*

### Suministro de materiales

- a) Se deberá contar en el sitio del colado con la cantidad suficiente de materiales que cumplan con la calidad establecida en las normas y especificaciones.

Se cumplirá además con lo indicado en los primeros incisos del capítulo "Control de calidad de las obras" de este manual.

Es requisito indispensable para la supervisión contar con los reportes y documentos que certifiquen su calidad.

La correcta utilización y su calidad se registrarán en los formatos cco-01 y coc-oi.

- b) Diseño de mezclas (proporcionamientos).

Se acatará lo indicado en el capítulo "Control de calidad de las obras" del presente manual para el diseño y la verificación de las características de las mezclas. Deben realizarse en el sitio la revisión y el muestreo de acuerdo con lo establecido en las normas y especificaciones.

Las pruebas de revenimiento y control de cilindros se registrarán en los formatos CPC-01 y CRC-02 de este manual.

### Mezclado, colocación (vaciado) y vibrado

- a) Estas actividades deben realizarse conforme a lo establecido en las normas y especificaciones.

La verificación por parte de la supervisión de la correcta ejecución de los trabajos y de la utilización de los equipos adecuados, se certificará en los formatos cco-01 y coc-01.

- b) Muestreo de concretos.
- c) Manejo y control de cilindros.
- d) Pruebas de resistencia.

La constructora será responsable de la implementación en el sitio del personal, el equipo y las instalaciones necesarios, que estarán asignados a estas actividades de acuerdo con los procedimientos establecidos, las especificaciones y las normas aplicables.

Independientemente de que se formulen reportes que consignen el debido control de las muestras y los cilindros, así como los resultados y conclusiones, la supervisión deberá registrar la información en los formatos CPC-01 y CPC-02.

La constructora deberá contratar los servicios de un laboratorio para que éste se encargue de llevar a cabo las pruebas necesarias y certifique la calidad de los materiales.

Sin embargo, la constructora será siempre la responsable de las obras y deberá contar con toda la información a través de los reportes proporcionados por el laboratorio contratado, mismos que certificarán que se cumple con lo establecido en las normas y especificaciones.

- e) Curado.
- f) Reparación de defectos en el concreto.

Estas actividades deberán efectuarse cumpliendo con las normas y especificaciones, y su ejecución y control deberán registrarse en el formato coc-01.

Para el caso de las reparaciones, la constructora deberá establecer, como anexo al formato anterior, el procedimiento que utilizará para efectuar la reparación, dicho procedimiento deberá ser avalado por la supervisión.

## FORMATOS

El control de avance de las obras y la calidad de las mismas quedarán registrados, por cada una de las torres que compongan el proyecto, en los formatos correspondientes que la supervisión integrará debidamente requisitados.

Los formatos contenidos en este manual deberán utilizarse de acuerdo con lo establecido; la omisión de alguno o carecer de las firmas correspondientes para el aval de los trabajos, será suficiente para que la supervisión no autorice los números generadores respectivos para efecto de pago.

Todos los formatos de control y certificación de este manual se deberán firmar de la forma siguiente:

Verificó: supervisión de obra.

Autorizó: por el jefe de supervisión.

Visto bueno supervisión: por gerente de supervisión.

[illegible]

# CAO-001 Control de avances de obra

|  |  | <p>PROYECTO: LÍNEA DE TRANSMISIÓN</p> | <p>FORMATO Núm.<br/>CAO-001</p>     |                |                |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------|---------------------|
| <h2>Control de avances de obra</h2>                                               |                                                                                   |                                       |                                     |                |                |                     |
| <p>TORRE Núm. _____ TIPO: _____ Km: _____ COTA: _____</p>                         |                                                                                   |                                       |                                     |                |                |                     |
| CONCEPTO                                                                          | U.                                                                                | CANT.<br>FECHA                        | CANT.<br>FECHA                      | CANT.<br>FECHA | CANT.<br>FECHA | OBSERV. N°<br>FECHA |
| APERTURA DE BRECHA                                                                | Km-L                                                                              |                                       |                                     |                |                |                     |
| CAMINOS DE ACCESO                                                                 | Km-L                                                                              |                                       |                                     |                |                |                     |
| LOCALIZACIÓN DE TORRES                                                            | TORRE                                                                             |                                       |                                     |                |                |                     |
| EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO                                                        | m <sup>3</sup>                                                                    |                                       |                                     |                |                |                     |
| PLANTILLA DE CONCRETO                                                             | m <sup>2</sup>                                                                    |                                       |                                     |                |                |                     |
| ACERO DE REFUERZO EN ZAPATA                                                       | Ton.                                                                              |                                       |                                     |                |                |                     |
| ACERO DE REFUERZO DE DADO                                                         | Ton.                                                                              |                                       |                                     |                |                |                     |
| CONCRETO EN CIMENT. DE ZAPATA                                                     | m <sup>3</sup>                                                                    |                                       |                                     |                |                |                     |
| CONCRETO EN CIMENT. DE DADO                                                       | m <sup>3</sup>                                                                    |                                       |                                     |                |                |                     |
| RELLENO Y COMPACTADO                                                              | m <sup>3</sup>                                                                    |                                       |                                     |                |                |                     |
| SISTEMA DE TIERRAS                                                                | TORRE                                                                             |                                       |                                     |                |                |                     |
| PREARMADO DE ESTRUCTURAS                                                          | Ton.                                                                              |                                       |                                     |                |                |                     |
| MONTAJE Y NIV. DE ESTRUCTURAS                                                     | Ton.                                                                              |                                       |                                     |                |                |                     |
| VESTIDO DE TORRES                                                                 | TORRE                                                                             |                                       |                                     |                |                |                     |
| TENDIDO DE CABLE GUARDA                                                           | H-Km                                                                              |                                       |                                     |                |                |                     |
| TENSIONADO DE CABLE GUARDA                                                        | H-Km                                                                              |                                       |                                     |                |                |                     |
| TENDIDO DE CABLE CONDUCTOR                                                        | H-Km                                                                              |                                       |                                     |                |                |                     |
| TENSIONADO DE CABLE CONDUCTOR                                                     | H-Km                                                                              |                                       |                                     |                |                |                     |
| PROTECCIÓN CATÓDICA                                                               | TORRE                                                                             |                                       |                                     |                |                |                     |
| PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO                                                      | LOTE                                                                              |                                       |                                     |                |                |                     |
| <p>OBSERVACIONES:</p>                                                             |                                                                                   |                                       |                                     |                |                |                     |
| <p>VERIFICÓ</p><br>_____                                                          | <p>AUTORIZÓ</p><br>_____                                                          |                                       | <p>V". B". SUPERVISIÓN</p><br>_____ |                |                |                     |

# CGA-01 Reporte gráfico de avances

|   |  | PROYECTO: LÍNEA DE TRANSMISIÓN | REPORTE GRÁFICO DE AVANCES | FORMATO Núm.<br>CGA-01 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|------------------------|
| TORRE Núm.                                                                                                                                                              |  |                                |                            |                        |
| APERTURA DE BRECHA                                                                                                                                                      |  |                                |                            |                        |
| CAMINOS DE ACCESO                                                                                                                                                       |  |                                |                            |                        |
| LOCALIZACIÓN DE TORRES                                                                                                                                                  |  |                                |                            |                        |
| EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO                                                                                                                                              |  |                                |                            |                        |
| CÁMULA DE CONCRETO                                                                                                                                                      |  |                                |                            |                        |
| ACERO DE REFUERZO                                                                                                                                                       |  |                                |                            |                        |
| CONCRETO EN CIMENTACIONES                                                                                                                                               |  |                                |                            |                        |
| RELLENO Y COMPACTADO                                                                                                                                                    |  |                                |                            |                        |
| SISTEMA DE TIERRAS                                                                                                                                                      |  |                                |                            |                        |
| PREARMADO DE ESTRUCTURAS                                                                                                                                                |  |                                |                            |                        |
| MONTAJE Y NIV. DE ESTRUCTURAS                                                                                                                                           |  |                                |                            |                        |
| TENDIDO DE TORRES                                                                                                                                                       |  |                                |                            |                        |
| TENSIONADO DE CABLE GUARDA                                                                                                                                              |  |                                |                            |                        |
| TENDIDO DE CABLE CONDUCTOR                                                                                                                                              |  |                                |                            |                        |
| TENSIONADO DE CABLE CONDUCTOR                                                                                                                                           |  |                                |                            |                        |
| PROTECCIÓN CÁTODICA                                                                                                                                                     |  |                                |                            |                        |
| PRUEBAS Y PUESTAS EN SERVICIO                                                                                                                                           |  |                                |                            |                        |
| TORRE Núm.                                                                                                                                                              |  |                                |                            |                        |
| APERTURA DE BRECHA                                                                                                                                                      |  |                                |                            |                        |
| CAMINOS DE ACCESO                                                                                                                                                       |  |                                |                            |                        |
| LOCALIZACIÓN DE TORRES                                                                                                                                                  |  |                                |                            |                        |
| EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO                                                                                                                                              |  |                                |                            |                        |
| PLANTILLA DE CONCRETO                                                                                                                                                   |  |                                |                            |                        |
| ACERO DE REFUERZO                                                                                                                                                       |  |                                |                            |                        |
| CONCRETO EN CIMENTACIONES                                                                                                                                               |  |                                |                            |                        |
| RELLENO Y COMPACTADO                                                                                                                                                    |  |                                |                            |                        |
| SISTEMA DE TIERRAS                                                                                                                                                      |  |                                |                            |                        |
| PREARMADO DE ESTRUCTURAS                                                                                                                                                |  |                                |                            |                        |
| MONTAJE Y NIV. DE ESTRUCTURAS                                                                                                                                           |  |                                |                            |                        |
| TENDIDO DE TORRES                                                                                                                                                       |  |                                |                            |                        |
| TENSIONADO DE CABLE GUARDA                                                                                                                                              |  |                                |                            |                        |
| TENDIDO DE CABLE CONDUCTOR                                                                                                                                              |  |                                |                            |                        |
| TENSIONADO DE CABLE CONDUCTOR                                                                                                                                           |  |                                |                            |                        |
| PROTECCIÓN CÁTODICA                                                                                                                                                     |  |                                |                            |                        |
| PRUEBAS Y PUESTAS EN SERVICIO                                                                                                                                           |  |                                |                            |                        |

FORMULÓ: \_\_\_\_\_
AUTORIZÓ: \_\_\_\_\_
FECHA: \_\_\_\_\_

(continúa CGA-01)

| L. T.                            |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|--|--|--|
| CONCEPTO                         | A | V | A | N | C | E |  |  |  |
| NUM. DE TORRE                    |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| TIPO DE TORRE                    |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| EXCAVACION                       |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| PLANTILLA                        |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| ACERO DE REFUERZO EN ZAPATA      |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| ACERO DE REFUERZO EN DADO        |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| CONCRETO EN ZAPATA               |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| CONCRETO EN DADO                 |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| RELLENO COMPACTADO               |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| ARMADO Y NIVELADO DE ESTRUCTURAS |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| INSTALACION SISTEMAS DE TIERRAS  |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| ESTRUTURA DE CABLE GUARDIA       |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| CABLE CONDUCTOR                  |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| PROTECCION CATODICA              |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| CONCEPTO                         |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| NUM. DE TORRE                    |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| TIPO DE TORRE                    |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| EXCAVACION                       |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| PLANTILLA                        |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| ACERO DE REFUERZO EN ZAPATA      |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| ACERO DE REFUERZO EN DADO        |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| CONCRETO EN ZAPATA               |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| CONCRETO EN DADO                 |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| RELLENO COMPACTADO               |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| ARMADO Y NIVELADO DE ESTRUCTURAS |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| INSTALACION SISTEMAS DE TIERRAS  |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| VESTIDO DE ESTRUCTURAS           |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| CABLE GUARDA                     |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| CABLE CONDUCTOR                  |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| PROTECCION CATODICA              |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| CONCEPTO                         |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| NUM. DE TORRE                    |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| TIPO DE TORRE                    |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| EXCAVACION                       |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| PLANTILLA                        |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| ACERO DE REFUERZO EN ZAPATA      |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| ACERO DE REFUERZO EN DADO        |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| CONCRETO EN ZAPATA               |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| CONCRETO EN DADO                 |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| RELLENO COMPACTADO               |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| ARMADO Y NIVELADO DE ESTRUCTURAS |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| INSTALACION SISTEMAS DE TIERRAS  |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| VESTIDO DE ESTRUCTURAS           |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| CABLE GUARDA                     |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| CABLE CONDUCTOR                  |   |   |   |   |   |   |  |  |  |
| PROTECCION CATODICA              |   |   |   |   |   |   |  |  |  |

FECHA:

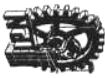
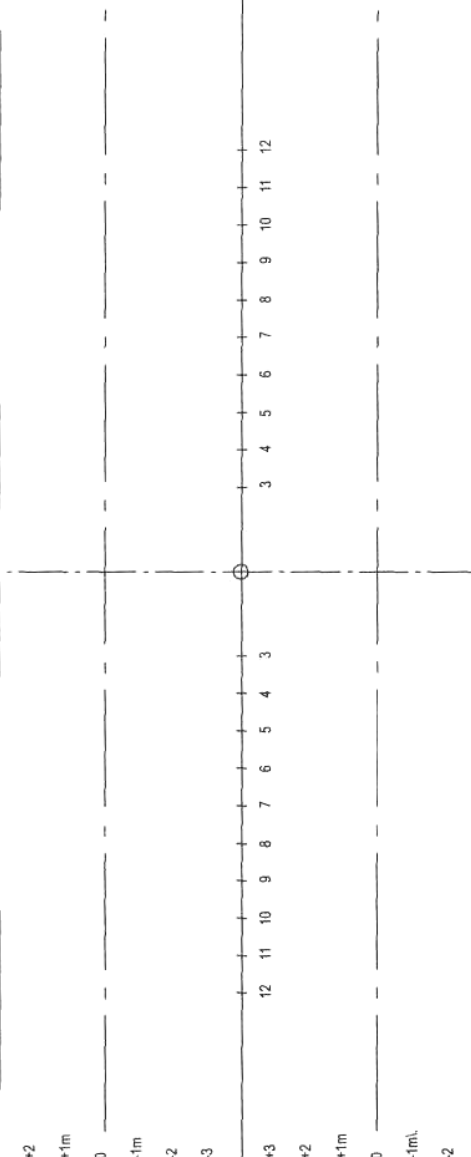
ELABORO:

# CNG-01 Resumen de números generadores por torre

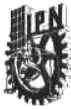
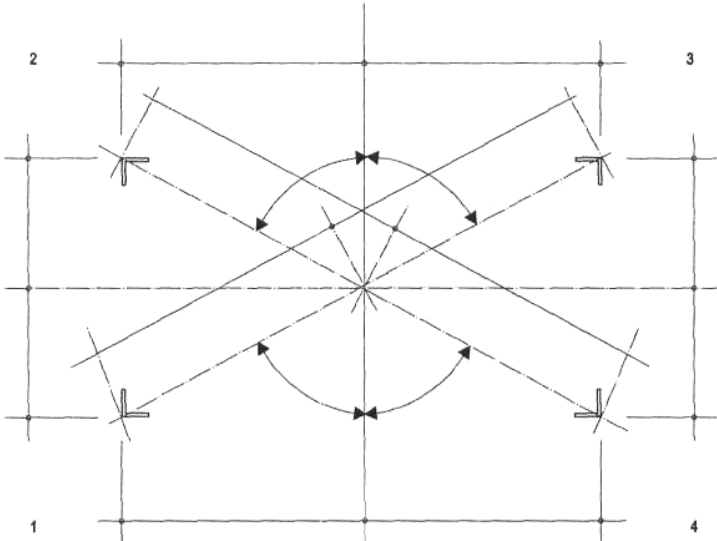
|  |                               |  |            | PROYECTO: LÍNEA DE TRANSMISIÓN                 |         | RESUMEN DE NÚMEROS<br>GENERADORES POR TORRE |            | FORMATO Núm.<br>CNG-01 |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------|---------|---------------------------------------------|------------|------------------------|--|
| TORRE Núm. _____ TIPO: _____                                                        |                               | Num DE CIRCUITOS: _____                                                             |            | PERIODO Núm. _____ DEL _____ AL _____ DE _____ |         |                                             |            |                        |  |
| Núm.                                                                                | CONCEPTO                      | UNIDAD                                                                              | CONTRATADA | EJECUTADO                                      |         |                                             | AMPLIACIÓN | ORDEN DE ACTUALIZACIÓN |  |
|                                                                                     |                               |                                                                                     |            | ANTERIOR                                       | PERIODO | ACUMULADO AVANCE                            |            |                        |  |
| CFE 00015                                                                           | APERTURA DE BRECHA            | Km-L                                                                                |            |                                                |         |                                             |            |                        |  |
| CFE 00016                                                                           | CAMINOS DE ACCESO             | Km-L                                                                                |            |                                                |         |                                             |            |                        |  |
| CFE 00017                                                                           | LOCALIZACIÓN DE TORRES        | TORRE                                                                               |            |                                                |         |                                             |            |                        |  |
| CFE 00018A                                                                          | EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO    | m³                                                                                  |            |                                                |         |                                             |            |                        |  |
| CFE 00018B                                                                          | PLANTILLA DE CONCRETO         | m²                                                                                  |            |                                                |         |                                             |            |                        |  |
| CFE 00018C                                                                          | ACERO DE REFUERZO             | Ton.                                                                                |            |                                                |         |                                             |            |                        |  |
| CFE 00018D                                                                          | CONCRETO EN CIMENTACIONES     | m³                                                                                  |            |                                                |         |                                             |            |                        |  |
| CFE 00018E                                                                          | RELLENO Y COMPACTADO          | Ton.                                                                                |            |                                                |         |                                             |            |                        |  |
| CFE 00019A                                                                          | PREARMADO DE ESTRUCTURAS      | Ton.                                                                                |            |                                                |         |                                             |            |                        |  |
| CFE 00019B                                                                          | MONTAJE Y NIV. DE ESTRUCTURAS | TORRE                                                                               |            |                                                |         |                                             |            |                        |  |
| CFE 00020A                                                                          | SISTEMA DE TIERRAS            | TORRE                                                                               |            |                                                |         |                                             |            |                        |  |
| CFE 00021A                                                                          | VESTIDO DE TORRES             | HILO-Km                                                                             |            |                                                |         |                                             |            |                        |  |
| CFE 00022A                                                                          | TENDIDO DE CABLE GUARDA       | HILO-Km                                                                             |            |                                                |         |                                             |            |                        |  |
| CFE 00022B                                                                          | TENSIONADO DE CABLE GUARDA    | HILO-Km                                                                             |            |                                                |         |                                             |            |                        |  |
| CFE 00022C                                                                          | TENDIDO DE CABLE CONDUCTOR    | HILO-Km                                                                             |            |                                                |         |                                             |            |                        |  |
| CFE 00022D                                                                          | TENSIONADO DE CABLE CONDUCTOR | TORRE                                                                               |            |                                                |         |                                             |            |                        |  |
| CFE 00026A                                                                          | PROTECCIÓN CATÓDICA           | LOTE                                                                                |            |                                                |         |                                             |            |                        |  |
| CFE 00025A                                                                          | PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO  |                                                                                     |            |                                                |         |                                             |            |                        |  |
| FORMULÓ                                                                             |                               |                                                                                     | CONFORME   |                                                |         | AUTORIZÓ                                    |            |                        |  |



# CLT-02 Localización de torres, verificación de perfil y cotas

|                                                                                     |                                                                                    |                                                                                     |  |                                |  |                                                                                    |  |                                             |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------|--|--|
|  |                                                                                    |  |  | PROYECTO: LÍNEA DE TRANSMISIÓN |  | TORRE Núm. _____<br>DEFLEXIÓN: _____<br>TIPO DE TERRENO: _____<br>TOPOGRAFO: _____ |  | FORMATO Núm.<br>CLT-02                      |  |  |
| <h2>Localización de torres, verificación de perfil y cotas</h2>                     |                                                                                    |                                                                                     |  |                                |  |                                                                                    |  |                                             |  |  |
| P-1 EXT. _____                                                                      |                                                                                    | KM: _____                                                                           |  | ESCALA: _____                  |  | P-3 EXT. _____                                                                     |  |                                             |  |  |
| +3                                                                                  |  |                                                                                     |  |                                |  |                                                                                    |  |                                             |  |  |
| +2                                                                                  |                                                                                    |                                                                                     |  |                                |  |                                                                                    |  |                                             |  |  |
| +1m                                                                                 |                                                                                    |                                                                                     |  |                                |  |                                                                                    |  |                                             |  |  |
| 0                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |  |                                |  |                                                                                    |  |                                             |  |  |
| -1m                                                                                 |                                                                                    |                                                                                     |  |                                |  |                                                                                    |  |                                             |  |  |
| -2                                                                                  |                                                                                    |                                                                                     |  |                                |  |                                                                                    |  |                                             |  |  |
| -3                                                                                  |                                                                                    |                                                                                     |  |                                |  |                                                                                    |  |                                             |  |  |
| +3                                                                                  |                                                                                    |                                                                                     |  |                                |  |                                                                                    |  |                                             |  |  |
| +2                                                                                  |                                                                                    |                                                                                     |  |                                |  |                                                                                    |  |                                             |  |  |
| +1m                                                                                 |                                                                                    |                                                                                     |  |                                |  |                                                                                    |  |                                             |  |  |
| 0                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |  |                                |  |                                                                                    |  |                                             |  |  |
| -1m                                                                                 |                                                                                    |                                                                                     |  |                                |  |                                                                                    |  |                                             |  |  |
| -2                                                                                  |                                                                                    |                                                                                     |  |                                |  |                                                                                    |  |                                             |  |  |
| -3                                                                                  |                                                                                    |                                                                                     |  |                                |  |                                                                                    |  |                                             |  |  |
| P-2 EXT. _____                                                                      |                                                                                    |                                                                                     |  | REALIZÓ _____                  |  |                                                                                    |  | P-4 EXT. _____<br>Vº. Bº. SUPERVISIÓN _____ |  |  |
|                                                                                     |                                                                                    |                                                                                     |  | AUTORIZÓ _____                 |  |                                                                                    |  |                                             |  |  |

# CNI-01 Control de nivelaciones, cimentaciones de concreto

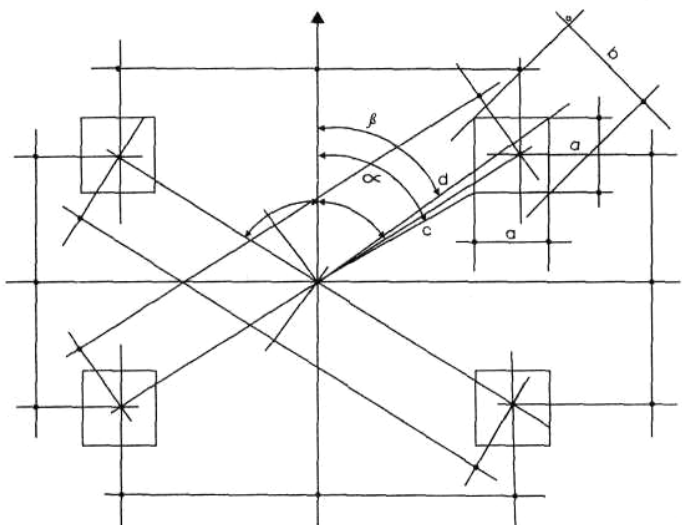
|                                                                                   |                                                                                   |                                                     |                        |          |                     |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------|----------|---------------------|---|---|
|  |  | PROYECTO: LÍNEA DE TRANSMISIÓN                      | FORMATO Núm.<br>CNI-01 |          |                     |   |   |
| <b>Control de nivelaciones, cimentaciones de concreto</b>                         |                                                                                   |                                                     |                        |          |                     |   |   |
|  |                                                                                   |                                                     |                        |          |                     |   |   |
| <b>COTAS Y ÁNGULOS DE LOS GRAMILES</b>                                            |                                                                                   | <b>MEDIDAS PARA NIVELACIONES - ÁNGULO DEFLEXIÓN</b> |                        |          |                     |   |   |
|                                                                                   |                                                                                   | Extensiones                                         |                        | 1        | 2                   | 3 | 4 |
| 1                                                                                 |                                                                                   | Cota del concreto                                   |                        |          |                     |   |   |
| 2                                                                                 |                                                                                   | Cota fondo del cepa                                 |                        |          |                     |   |   |
| 3                                                                                 |                                                                                   | Aflor./Aterram                                      |                        |          |                     |   |   |
| 4                                                                                 |                                                                                   | Prof. Excavación                                    |                        |          |                     |   |   |
| 1                                                                                 |                                                                                   | Prima de proyecto                                   |                        |          |                     |   |   |
| 2                                                                                 |                                                                                   | Prima real                                          |                        |          |                     |   |   |
| 3                                                                                 |                                                                                   |                                                     |                        |          |                     |   |   |
| 4                                                                                 |                                                                                   |                                                     |                        |          |                     |   |   |
|                                                                                   |                                                                                   |                                                     |                        |          |                     |   |   |
| TORRE<br>Núm.                                                                     | BASE<br>TIPO                                                                      | EXTENSIONES                                         | REALIZÓ                | AUTORIZÓ | Vº. Bº. SUPERVISIÓN |   |   |
|                                                                                   |                                                                                   | 1   2   3   4                                       |                        |          |                     |   |   |
|                                                                                   |                                                                                   |                                                     |                        |          |                     |   |   |

# CLT-01 Control de localización y trazo, cimentaciones de concreto

|                                                                                   |                                                                                   |                                |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|
|  |  | PROYECTO: LÍNEA DE TRANSMISIÓN | FORMATO Núm.<br>CLT-01 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|

**Control de localización y trazo, cimentaciones de concreto**



| PROF: MÍNIMA |            |   |   |   | MEDIDAS TOMADAS EN EL CAMPO-ÁNGULO DEFLEXIÓN |                   |   |   |   |   |
|--------------|------------|---|---|---|----------------------------------------------|-------------------|---|---|---|---|
| CEPA         | DISTANCIAS |   |   |   | EXTENSIONES                                  | ALTURA<br>APARATO | 1 | 2 | 3 | 4 |
|              | 1          | 2 | 3 | 4 |                                              |                   |   |   |   |   |
| a            |            |   |   |   | Lectura del estadal                          |                   |   |   |   |   |
| b            |            |   |   |   | Cota del concreto                            |                   |   |   |   |   |
| α            |            |   |   |   | Cota del terreno                             |                   |   |   |   |   |
| c            |            |   |   |   | Cota fondo de cepa                           |                   |   |   |   |   |
| β            |            |   |   |   | Alfor./Alerram                               |                   |   |   |   |   |
| d            |            |   |   |   | Prof. Excavación                             |                   |   |   |   |   |
|              |            |   |   |   | Prima de proyecto                            |                   |   |   |   |   |
|              |            |   |   |   | Prima real                                   |                   |   |   |   |   |
|              |            |   |   |   |                                              |                   |   |   |   |   |
|              |            |   |   |   |                                              |                   |   |   |   |   |

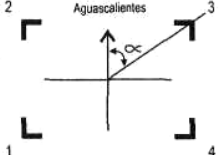
  

| TORRE<br>Núm. | BASE<br>TIPO | EXTENSIONES |   |   |   | REALIZÓ | AUTORIZÓ | V°. B°. SUPERVISIÓN |
|---------------|--------------|-------------|---|---|---|---------|----------|---------------------|
|               |              | 1           | 2 | 3 | 4 |         |          |                     |
|               |              |             |   |   |   |         |          |                     |

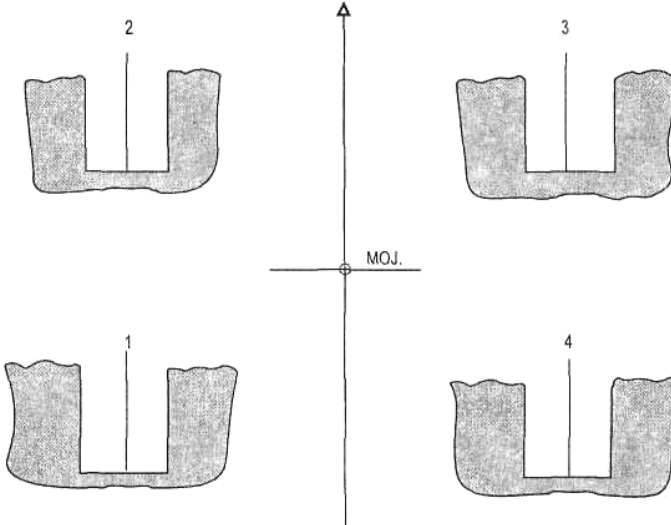
# CC1-01 Control de cimentaciones

|                                                                                   |                                                                                   |                                       |                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
|  |  | <b>PROYECTO: LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b> | FORMATO Núm.<br><br><b>CC1-01</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|

| Control de cimentaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                       |                                  |            |               |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------|---------------|---|---|---|---|----------|--|--|--|--|------|--|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------|
| TORRE Núm. _____ TIPO: _____ DEFLEX: _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                       |                                  |            |               |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |
| <b>DATOS DE PROYECTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                       |                                  |            |               |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |
| CLAROS ADYACENTES :<br>DESNIVEL:<br>ELEVACIÓN DEL GRAMIL DE REFO:<br>PRIMA DE PROYECTO:<br>ÁNGULO POSIC. DE ESTUB $\infty$ :<br>PROF. DE CEPA MÍNIMA:<br>AFLORAM. DE CONCRETO 0.15 m.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                       |                                  |            |               |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |
| <table border="1" style="float: right; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">EXTENSION</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">2</td> <td style="padding: 2px;">3</td> <td style="padding: 2px;">4</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">PROYECTO</td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">REAL</td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> </table> |                       |                                  |            | EXTENSION     | 1 | 2 | 3 | 4 | PROYECTO |  |  |  |  | REAL |  |  |  |  |  |
| EXTENSION                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1                     | 2                                | 3          | 4             |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |
| PROYECTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                       |                                  |            |               |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |
| REAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                       |                                  |            |               |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |
| DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | MEDIDAS DE PROYECTO   | MEDIDAS DE CAMPO                 | DIFERENCIA | OBSERVACIONES |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |
| LATERAL 1-2 (mm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                       |                                  |            |               |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |
| " 2-3 "                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                       |                                  |            |               |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |
| " 3-4 "                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                       |                                  |            |               |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |
| " 4-1 "                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                       |                                  |            |               |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |
| DIAGONAL 1-3 (mm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                       |                                  |            |               |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |
| " 2-4 "                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                       |                                  |            |               |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |
| A FLOR. / A TERR. PATA Núm. 1 (mm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                       |                                  |            |               |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |
| " " " 2 "                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                       |                                  |            |               |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |
| " " " 3 "                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                       |                                  |            |               |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |
| " " " 4 "                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                       |                                  |            |               |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |
| ROTACIÓN DEL STUB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0°                    | ①<br>③                           | ②<br>④     |               |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |
| PENDIENTE DEL STUB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Grado°                | ①<br>③                           | ②<br>④     |               |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |
| ELEVACIÓN GRAMIL REAL:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                       | ①<br>③                           | ②<br>④     |               |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |
| PRIMA REAL:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                       | ③                                | ④          |               |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |
| OBSERVACIONES:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                       |                                  |            |               |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |
| VERIFICÓ<br><br>_____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | AUTORIZÓ<br><br>_____ | Vº. Bº. SUPERVISIÓN<br><br>_____ |            |               |   |   |   |   |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |                                                                                   |

# CEX-01 Control de excavación, cimentaciones de concreto

|   | PROYECTO: LÍNEA DE TRANSMISIÓN                          | FORMATO Núm.<br>CEX-01                                                                                                                                                                                                                                                          |                           |          |                     |   |  |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------|---------------------|---|--|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|
| <b>Control de excavación, cimentaciones de concreto</b>                                                                                                             |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           |          |                     |   |  |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                    |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           |          |                     |   |  |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |
| EXT.                                                                                                                                                                | MEDIDAS HORIZONTALES<br>Dist. De moj. Al centro de cepa | MEDIDAS PARA EXCAVACIÓN - ÁNGULO DEFLEXIÓN                                                                                                                                                                                                                                      |                           |          |                     |   |  |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |
| 1                                                                                                                                                                   |                                                         | Ancho de cepa <table border="1" style="float: right; margin-top: -20px;"> <tr> <th colspan="5">PROFUNDIDAD CEPAS MÍNIMA:</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td></td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> | PROFUNDIDAD CEPAS MÍNIMA: |          |                     |   |  | 1 | 2 | 3 | 4 |  |  |  |  |  |  |
| PROFUNDIDAD CEPAS MÍNIMA:                                                                                                                                           |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           |          |                     |   |  |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |
| 1                                                                                                                                                                   | 2                                                       | 3                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4                         |          |                     |   |  |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                     |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           |          |                     |   |  |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |
| 2                                                                                                                                                                   |                                                         | Extensiones                                                                                                                                                                                                                                                                     |                           |          |                     |   |  |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |
| 3                                                                                                                                                                   |                                                         | Cota del concreto                                                                                                                                                                                                                                                               |                           |          |                     |   |  |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |
| 4                                                                                                                                                                   |                                                         | Cota del terreno                                                                                                                                                                                                                                                                |                           |          |                     |   |  |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |
| EXT.                                                                                                                                                                | Distancia entre Lat. Ext. de cepas                      | Cota fondo de cepa                                                                                                                                                                                                                                                              |                           |          |                     |   |  |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |
| 1-2                                                                                                                                                                 |                                                         | Aflor. / Aterram.                                                                                                                                                                                                                                                               |                           |          |                     |   |  |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |
| 2-3                                                                                                                                                                 |                                                         | Prof. Excavación                                                                                                                                                                                                                                                                |                           |          |                     |   |  |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |
| 3-4                                                                                                                                                                 |                                                         | Prima de proyecto                                                                                                                                                                                                                                                               |                           |          |                     |   |  |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |
| 4-1                                                                                                                                                                 |                                                         | Prima Real                                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |          |                     |   |  |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |
| TORRE<br>Núm.                                                                                                                                                       | BASE<br>TIPO                                            | EXTENSIONES                                                                                                                                                                                                                                                                     | REALIZÓ                   | AUTORIZÓ | Vº. Bº. SUPERVISIÓN |   |  |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                     |                                                         | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>                                                                                                                  | 1                         | 2        | 3                   | 4 |  |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |
| 1                                                                                                                                                                   | 2                                                       | 3                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4                         |          |                     |   |  |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                     |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           |          |                     |   |  |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |

# CCO-01 Control de compactaciones

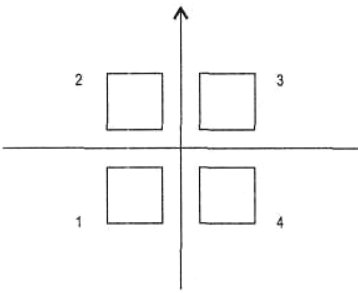
|                                                                                   |                                                                                   |                                       |                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|
|  |  | <b>PROYECTO: LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b> | <b>FORMATO Núm.</b><br><br><b>CCO-01</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|

## Control de compactaciones

TORRE Núm. \_\_\_\_\_ : TIPO: \_\_\_\_\_  
 Fecha de obtención calas: \_\_\_\_\_ Prueba de laboratorio : \_\_\_\_\_  
 Material: \_\_\_\_\_  
 Capa: \_\_\_\_\_ Operador: \_\_\_\_\_  
 Espesor compactado: \_\_\_\_\_  
 Equipo compactación: \_\_\_\_\_  
 Núm. de pasadas: \_\_\_\_\_

| Cala<br>Núm. | Prof. de<br>sondeo<br>cm. | Peso volumétrico |        | Contenido de agua |        | % de compactación |           | OBSERVACIONES |
|--------------|---------------------------|------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|-----------|---------------|
|              |                           | De campo         | máximo | de campo          | óptimo | de campo          | requerido |               |
|              |                           |                  |        |                   |        |                   |           |               |
|              |                           |                  |        |                   |        |                   |           |               |
|              |                           |                  |        |                   |        |                   |           |               |
|              |                           |                  |        |                   |        |                   |           |               |
|              |                           |                  |        |                   |        |                   |           |               |
|              |                           |                  |        |                   |        |                   |           |               |
|              |                           |                  |        |                   |        |                   |           |               |
|              |                           |                  |        |                   |        |                   |           |               |
|              |                           |                  |        |                   |        |                   |           |               |

## Croquis de localización



|                          |                          |                                     |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| <b>VERIFICÓ</b><br>_____ | <b>AUTORIZÓ</b><br>_____ | <b>Vº. Bº. SUPERVISIÓN</b><br>_____ |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|

# COC-01 Control de colados

|                                                                                   |                                                                                   |                                |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|
|  |  | PROYECTO: LÍNEA DE TRANSMISIÓN | FORMATO Núm.<br>COC-01 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------|

## Control de colados

|                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Estructura _____<br>Frente _____<br>De elevación _____ a elevación _____<br>De cadenamiento _____ a cadenamiento _____<br>Volumen estimado _____ m | $f'c =$ _____ $\text{kg/cm}^2$<br>$l. m. a. =$ _____ (pulg.)<br>Rvto. : _____ $\pm$ _____ cm.<br>Temperatura _____ $^{\circ}\text{C}$<br>Torre Núm. _____ Tipo: _____ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**OBRA CIVIL:**

Se autoriza la ejecución del colado, dado que los elementos de la estructura enlistados, están correctos.

1.- Líneas y niveles.

REVISADO

\_\_\_\_\_  
Topografía

2.0- ACERO DE REFUERZO:  
Cantidad, diámetro, alineamiento y separación, recubrimiento, traslapes, anclajes, ganchos, doblez, etc.

3.0- CIMBRA:  
Alineamiento, plomeo, hermeticidad y rigidez.

4.0- ANCLAS, EMBEBIDOS (STUBS).

5.0- SISTEMA DE TIERRAS O PROTECCIÓN CATÓDICA.

**LABORATORIO:**

El encargado del control de calidad del concreto, considerando que se encuentran cubiertos satisfactoriamente, los requisitos abajo descritos, autoriza la realización de colados.

- 1.- Planta dosificadora en buen estado.
- 2.- Ingredientes para fabricación del concreto suficientes y de buena calidad.
- 3.- Protección de tolvas y bandas contra lluvia.
- 4.- Número suficiente de unidades de transporte y en buen estado.
- 5.- Equipo suficiente, en buen estado y adecuado para colocar y compactar el concreto incluyendo equipo de respaldo.
- 6.- Personal suficiente y adecuado
- 7.- Escarificado del concreto.
- 8.- Superficie de acero de refuerzo limpios y exentos de cualquier sustancia que disminuya la adherencia.
- 9.- Engrasado y tersura de la cimbra.
- 10.- Protección del sitio de colado y del equipo contra sol y lluvia (lonas, plásticos, etc.)
- 11.- Iluminación suficiente.
- 12.- Tiempo propicio.

REVISADO

\_\_\_\_\_  
Laboratorio de concreto o jefe de Frente

|                      |                       |                                  |                        |
|----------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------------|
| REALIZÓ<br><br>_____ | AUTORIZÓ<br><br>_____ | Vº. Bº. SUPERVISIÓN<br><br>_____ | HOJA DE:<br><br>FECHA: |
|----------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------------|

## CLC-01 Laboratorio de concreto, control de cilindros

|                                                                                   |                                                                                   |                                       |                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
|  |  | <b>PROYECTO: LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b> | FORMATO Núm.<br><br>CLC-01 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|

| Laboratorio de concreto, control de cilindros |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |
|-----------------------------------------------|--------------|---------------|-------------|-----------------|----------------------------|--------------|-----------------------------|-----------------------------------|---------------|
| Núm.                                          | EDAD<br>días | ALTURA<br>cm. | PESO<br>kg. | DIÁMETRO<br>cm. | SECCIÓN<br>cm <sup>2</sup> | CARGA<br>kg. | F' C<br>kg./cm <sup>2</sup> | F' C PROM.<br>kg./cm <sup>2</sup> | PROMEDIO<br>% |
|                                               |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |
|                                               |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |
|                                               |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |
|                                               |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |
|                                               |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |
|                                               |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |
|                                               |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |
|                                               |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |
|                                               |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |
|                                               |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |
|                                               |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |
|                                               |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |
|                                               |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |
|                                               |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |
|                                               |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |
|                                               |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |
|                                               |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |
|                                               |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |
|                                               |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |
|                                               |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |
|                                               |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |
|                                               |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |
|                                               |              |               |             |                 |                            |              |                             |                                   |               |

|                                                                                               |                                                                                                |                                                                                                           |                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| REALIZÓ<br><br><div style="border-bottom: 1px solid black; width: 100%; height: 20px;"></div> | AUTORIZÓ<br><br><div style="border-bottom: 1px solid black; width: 100%; height: 20px;"></div> | Vº, Bº. SUPERVISIÓN<br><br><div style="border-bottom: 1px solid black; width: 100%; height: 20px;"></div> | TORRE Núm. _____<br>TIPO: _____<br><br>FECHA: _____ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|

## CRC-01 Reporte de colados

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | PROYECTO: LÍNEA DE TRANSMISIÓN                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                          | FORMATO Núm.<br>CRC-01                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Reporte de colados                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                    |
| Actividades                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | REALIZACIÓN                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                          | OBSERVACIONES                                      |
|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | SI                                                                                                                                                                                                                                                       | NO                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                    |
| TRATAM.<br>SUPERF.                                                                                                                                                  | 1.- Escarificado de junta.<br>2.- Limpieza (lavado y sopleado).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                     | <input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                     |                                                    |
| CIMBRA                                                                                                                                                              | 1.- Acabado superficie.<br>2.- Engrasado.<br>3.- Calafateo.<br>4.- Troquelamiento.<br>5.- Colocación de chafalón (si se requiere).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/>                                                                                                                 | <input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/>                                                                                                                 |                                                    |
| ACERO                                                                                                                                                               | 1.- Recubrimiento.<br>2.- Sin escamas de óxido y libre de polvo y grasa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                     | <input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                     |                                                    |
| PREPARATIVOS NECESARIOS                                                                                                                                             | 1.- Canales lisos de inclinación menor de 30° y descarga vertical al final.<br>2.- Protección del sitio del colado contra sol o lluvia.<br>3.- Caída libre de concreto 1m máximo.<br>4.- Cemento, agua y agregados en buen estado.<br>5.- Equipos de fabricación de concreto y de colocación, en buen estado.<br>6.- Unidades de transporte suficientes y en condición de servicio (camiones, carretillas, etc.)<br>7.- Accesos e iluminación.<br>8.- Aditivos y membranas de curado, necesarias.<br>9.- Personal suficiente.<br>10.- Tiempo propicio.                                                                                                                       | <input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/> |                                                    |
| TRANSURSO<br>DEL COLADO                                                                                                                                             | OBSERVACIONES: _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                    |
| DEFECTOS Y REPARACIONES                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | CURADO                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                    |
| POSTERIOR<br>AL COLADO                                                                                                                                              | Defecto observado <input type="checkbox"/><br><br><div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>                     Defectos tipo<br/> <input type="checkbox"/> Alveolado<br/> <input type="checkbox"/> Huecos de aire<br/> <input type="checkbox"/> Escurrimiento                 </div> <div> <input type="checkbox"/> Botadura<br/> <input type="checkbox"/> Junta fría<br/> <input type="checkbox"/> Grietas                 </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Reparado<br/> <input type="checkbox"/> Coartadura sup.<br/> <input type="checkbox"/> Sup. Maltratada<br/> <input type="checkbox"/> Otro                 </div> </div> |                                                                                                                                                                                                                                                          | Día 1 _____<br>Día 2 _____<br>Día 3 _____<br>Día 4 _____<br>Día 5 _____<br>Día 6 _____<br>Día 7 _____                                                                                                                                                    |                                                    |
| REALIZÓ                                                                                                                                                             | AUTORIZÓ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Vº. Bº. SUPERVISIÓN                                                                                                                                                                                                                                      | TORRE Núm. ____ TIPO: ____                                                                                                                                                                                                                               |                                                    |
|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                          | FRENTE: _____<br>ESTRUCTURA: _____<br>FECHA: _____ |





## BIBLIOGRAFÍA

Comisión Federal de Electricidad. "Especificaciones técnicas de construcción de la obra civil". *Obras de transmisión*, tomo m.

Salazar Torres, Alfredo. *Topografía*, tomos i y II.

Du pont SA de CV. División de productos de explosivos. *Manual para el uso de explosivos*. México.

Ricci Chacón, Francisco. *Explosivos y voladuras*.

Hoek E./E. T. Brown. *Excavaciones subterráneas en roca*. Editorial McGraw Hill.

Coromant, Sandvik. *Manual de perforación de rocas. Teoría y Técnica*. Ed. Atlas Copeo.

Revistas técnicas de aire comprimido. Ed. Atlas Copeo SA de CV. México.

Condumex. División Cables. *Catálogo general*. Ed. Conductores Mexicanos SA de CV.



# ÍNDICE

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Introducción.....                                                                                  | 7  |
| Antecedentes .....                                                                                 | 9  |
| Funcionamiento de la empresa de supervisión durante la<br>ejecución de las obras .....             | 11 |
| Objetivo .....                                                                                     | 11 |
| Definiciones .....                                                                                 | 11 |
| Requerimientos generales de la supervisión.....                                                    | 15 |
| Documentación básica del proyecto .....                                                            | 15 |
| Reportes de certificación de control de calidad<br>de las obras.....                               | 16 |
| Procedimiento para el suministro, manejo y almacenamiento<br>de materiales para construcción ..... | 17 |
| Agregados para la elaboración de concretos.....                                                    | 17 |
| Agua para elaboración de concreto .....                                                            | 17 |
| Cemento .....                                                                                      | 17 |
| Acero de refuerzo.....                                                                             | 18 |
| Diseño de mezclas o dosificación para concretos.....                                               | 18 |
| Rellenos .....                                                                                     | 19 |
| Explosivos.....                                                                                    | 19 |

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Conceptos de obra .....                                             | 21 |
| Apertura de brecha forestal en cualquier tipo de<br>vegetación..... | 21 |
| Descripción.....                                                    | 21 |
| Medición.....                                                       | 21 |
| Cargos incluidos en el precio unitario.....                         | 21 |
| Caminos de acceso .....                                             | 22 |
| Descripción.....                                                    | 22 |
| Medición.....                                                       | 22 |
| Cargos incluidos en el precio unitario.....                         | 22 |
| Localización de torres y verificación del perfil.....               | 23 |
| Descripción.....                                                    | 23 |
| Ejecución.....                                                      | 23 |
| Medición.....                                                       | 24 |
| Cargos incluidos en el precio unitario.....                         | 24 |
| Excavación a cielo abierto.....                                     | 24 |
| Descripción.....                                                    | 24 |
| Ejecución.....                                                      | 24 |
| Tolerancias .....                                                   | 29 |
| Medición.....                                                       | 29 |
| Cargos incluidos en el precio unitario.....                         | 29 |
| Plantilla de concreto.....                                          | 30 |
| Descripción.....                                                    | 30 |
| Ejecución.....                                                      | 30 |
| Medición.....                                                       | 30 |
| Cargos incluidos en el precio unitario.....                         | 30 |
| Acero de refuerzo para concreto .....                               | 31 |
| Descripción .....                                                   | 31 |
| Ejecución.....                                                      | 31 |
| Medición.....                                                       | 32 |
| Cargos incluidos en el precio unitario.....                         | 32 |

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| Concreto en cimentaciones .....              | 33 |
| Descripción.....                             | 33 |
| Materiales .....                             | 33 |
| Ejecución.....                               | 34 |
| Tolerancias .....                            | 38 |
| Medición.....                                | 38 |
| Cargos incluidos en el precio unitario.....  | 39 |
| Sistema de tierras .....                     | 39 |
| Descripción.....                             | 39 |
| Ejecución.....                               | 40 |
| Medición.....                                | 41 |
| Cargos incluidos en el precio unitario.....  | 42 |
| Relleno compactado .....                     | 42 |
| Descripción.....                             | 42 |
| Ejecución.....                               | 42 |
| Medición.....                                | 43 |
| Cargos incluidos en el precio unitario.....  | 43 |
| Montaje de estructuras de acero.....         | 44 |
| Descripción .....                            | 44 |
| Ejecución.....                               | 44 |
| Tolerancias .....                            | 44 |
| Medición .....                               | 46 |
| Cargos incluidos en el precio unitario.....  | 46 |
| Forma de pago.....                           | 46 |
| Vestido de torres.....                       | 47 |
| Descripción .....                            | 47 |
| Ejecución.....                               | 47 |
| Tolerancias y medición.....                  | 47 |
| Cargos incluidos en el precio unitario ..... | 48 |
| Tendido y tensionado de cable de guarda..... | 48 |
| Descripción .....                            | 48 |

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| Ejecución .....                              | 49 |
| Tolerancias .....                            | 50 |
| Medición .....                               | 50 |
| Cargos incluidos en el precio unitario ..... | 50 |
| Forma de pago .....                          | 51 |
| Tendido y tensionado de cable conductor..... | 51 |
| Descripción .....                            | 51 |
| Ejecución .....                              | 51 |
| Tolerancias .....                            | 54 |
| Medición .....                               | 55 |
| Cargos incluidos en el precio unitario ..... | 56 |
| Forma de pago .....                          | 56 |
| Protección catódica .....                    | 56 |
| Descripción .....                            | 56 |
| Disposiciones .....                          | 57 |
| Ejecución .....                              | 57 |
| Tolerancias.....                             | 59 |
| Medición.....                                | 59 |
| Cargos incluidos en el precio unitario ..... | 59 |
| Control de calidad de las obras.....         | 61 |
| Generalidades .....                          | 61 |
| Objetivo .....                               | 61 |
| Alcance .....                                | 61 |
| Funcionamiento de supervisión.....           | 62 |
| De la fabricación de concretos .....         | 66 |
| Objetivo .....                               | 66 |
| Alcance .....                                | 67 |
| Funcionamiento .....                         | 68 |
| Formatos .....                               | 71 |
| Bibliografía.....                            | 89 |

Impreso en los Talleres Gráficos de la  
Dirección de Publicaciones del  
Instituto Politécnico Nacional  
Tresguerras 27, Centro Histórico, México, DF  
Marzo de 2002. Edición: 1 000 ejemplares

CORRECCIÓN: Teófila Amayo Pérez  
FORMACIÓN: Ma. Guadalupe Ojeda Cota  
DISEÑO DE PORTADA: Gerardo López Padilla  
SUPERVISIÓN: Manuel Toral Azuela  
Manuel Gutiérrez Oropeza  
PRODUCCIÓN: Alicia Lepre Larrosa  
DIVISIÓN EDITORIAL: Jesús Espinosa Morales  
DIRECTOR: Arturo Salcido Beltrán



**El presente trabajo proporciona los conocimientos necesarios que los estudiantes, profesores y egresados de la carrera de ingeniería civil deben adquirir, para llevar a cabo la supervisión de obras en la construcción de líneas de transmisión tanto de obra civil como obra electromecánica.**

**Una vez conocido el proyecto a través de los planos de construcción, los procedimientos constructivos y las normas y especificaciones aplicables, sin prescindir del control de calidad de las obras y los materiales, se estará en condiciones de llevar a cabo los trabajos de supervisión apoyándose en el contenido de este manual de operación.**



ISBN 970-18-9672-6



9 789701 896726