

**PARTE IX**  
**PLAN DE CONTROL**  
**DE CALIDAD**

## CONTENIDO

<b>CTE-01. CONTROL DE CALIDAD DEL CONTRATISTA.....</b>	<b>3</b>
CTE-01.1. OBJETIVO DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD.....	3
CTE-01.2. ALCANCE DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD.....	3
<b>CTE-02. UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD.....</b>	<b>3</b>
<b>CTE-03. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DEL CONTRATISTA .....</b>	<b>3</b>
CTE-03.1. CONTENIDO DEL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD .....	4
CTE-03.2. REUNIÓN DE PRE-CONSTRUCCIÓN.....	5
CTE-03.3. INSPECCIÓN PREPARATORIA.....	6
CTE-03.4. INSPECCIÓN INICIAL (TRAMO DE PRUEBA) .....	7
CTE-03.5. INPECCIONES PREPARATORIAS E INICIALES ADICIONALES.....	7
CTE-03.6. INSPECCIONES DE SEGUIMIENTO.....	8
CTE-03.7. ARCHIVOS Y REGISTROS DEL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD .....	8
CTE-03.8. INFORME MENSUAL DE CONTROL DE CALIDAD .....	9
CTE-03.9. CLÁUSULAS ESPECIALES.....	9
CTE-03.10. MEDICIÓN Y PAGO.....	9
<b>CTE-04. SISTEMA DE ACEPTACION Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.....</b>	<b>9</b>
CTE-04.1. ALCANCE.....	10
CTE-04.2. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CALIDAD.....	10
CTE-04.3. PROCEDIMIENTO CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME.....	11
CTE-04.4. ENSAYOS DE CONTRASTE.....	12
CTE-04.5. ARCHIVOS Y REGISTROS DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD .....	13
CTE-04.6. INFORME DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.....	13
<b>CTE-05. PROGRAMA DE ASEGURAMIENTO INDEPENDIENTE.....</b>	<b>14</b>
CTE-05.1. MEDICIÓN Y PAGO .....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
<b>CTE-06. ANEXOS .....</b>	<b>15</b>
CTE-06.1. ANEXO 1: GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE GRÁFICAS DE CONTROL.....	16
CTE-06.2. ANEXO 2: PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CALIDAD.....	24
CTE-06.3. ANEXO 3: CALCULO DEL FACTOR DE PAGO POR CALIDAD.....	28
CTE-06.4. ANEXO 4: FORMATO DE INSPECCIÓN PREPARATORIA .....	29
CTE-06.5. ANEXO 5: FORMATO DE INSPECCIÓN INICIAL.....	31
CTE-06.6. ANEXO 6. FORMATO DEL REGISTRO DE INSPECCIÓN DIARIA (SEGUIMIENTO).....	32
CTE-06.7. ANEXO 7: FORMATOS DE CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME .....	34
CTE-06.8. ANEXO 8:, FORMATO ESTADO DE NO CONFORMIDADES.....	35
CTE-06.9. ANEXO 9: FORMATO DE AUDITORIA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS (EJEMPLO).....	36
CTE-06.10. ANEXO 10: FORMATO DE INSPECCIÓN DE EQUIPOS .....	37

## **CTE-01. CONTROL DE CALIDAD DEL CONTRATISTA.**

### **CTE-01.1.OBJETIVO DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD**

El objetivo principal del Sistema de Control de Calidad es garantizar que la obra terminada cumpla con los requerimientos mínimos de calidad establecidos en los Documentos Contractuales del Proyecto.

### **CTE-01.2.ALCANCE DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD.**

La ejecución del Sistema de Control de Calidad es 100% responsabilidad del contratista. El Contratista por medio de la Unidad de Control de Calidad, proporcionará y mantendrá un efectivo seguimiento del cumplimiento del Plan de Control de Calidad (PCC) que permita alcanzar los requisitos mínimos de calidad de la obra finalizada.

## **CTE-02. UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD**

El PCC, deberá ser implementado mediante el establecimiento de una Unidad de Control de Calidad, dentro de la organización del Contratista, según se establece en las CPP:

La responsabilidad de garantizar el correcto funcionamiento del PCC será del Ingeniero de Control de Calidad, ICC. Este técnico deberá poseer al menos un título de Ingeniero Civil; adicionalmente, este profesional **permanecerá físicamente en el lugar de la obra, durante la ejecución del proyecto**. En ningún momento se permitirá la ejecución de actividades en periodo extraordinario sin la presencia en el sitio del proyecto de los miembros de la unidad de control de calidad y de la supervisión. La violación a este requerimiento será causal de penalidad. El ICC estará a cargo de toda la unidad de Control de Calidad, **y su nivel de jerarquía será igual al Superintendente**. Adicionalmente, el superior inmediato será el mismo para el Superintendente y el ICC.

**IMPORTANTE: A ningún miembro de la Unidad de Control de Calidad se le asignará ningún otro tipo de tareas que no sean relacionadas a la ejecución del PCC, como por ejemplo: pago de planillas, alquiler de equipos, elaboración de estimaciones, etc. El incumplimiento de estas disposiciones será causal de penalidad para el contratista. Si el supervisor no reporta dicha violación por parte del contratista, el supervisor se hará acreedor a una penalidad.**

## **CTE-03. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DEL CONTRATISTA**

El Contratista establecerá un Plan de Control de Calidad (PCC), como instrumento para planificar y dar seguimiento a los trabajos, a través de reuniones preparatorias, inspecciones y ensayos de todas las partidas de la obra, **incluyendo aquella porción de la obra realizada por los subcontratistas**, con el fin de controlar la conformidad de los procesos y del producto final con los planos y las especificaciones pertinentes, en lo que respecta a materiales, **mano de obra**, equipo, procedimiento constructivo, acabado, rendimiento funcional, e identificación. Este control será establecido para TODAS las obras contenidas en el contrato. El FOVIAL podrá realizar inspecciones, pruebas y ensayos en cualquier etapa y proceso de ejecución.

El Contratista deberá entregar el Plan de Control de Calidad al Supervisor. Se entregará una copia al FOVAL, debidamente aprobada por el supervisor, de acuerdo a lo indicado en las Condiciones Generales. En caso de atraso en la presentación del PCC al FOVIAL el contratista incurrirá en una penalidad.

El contratista no podrá hacer cambios a su PCC aprobado para el proyecto sin la aprobación de la supervisión y el Visto Bueno del FOVIAL.

**Una parte integral del Plan de Control de Calidad (PCC) lo constituye el Seguimiento Estadístico de los Procesos Constructivos (SEPC) a través de gráficas de control de desempeño de características de calidad y su consistencia,** que permitirán monitorear los resultados de las pruebas de campo y laboratorio correspondientes a la producción, colocación y mediciones de la calidad de la obra terminada a medida que ésta progresa.

### **CTE-03.1. CONTENIDO DEL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD**

Este documento incluirá como mínimo lo siguiente:

1. El **organigrama** de la empresa con sus respectivas descripciones de funciones según los documentos contractuales. Deberán detallarse nombres, cargos, y grado académico, tanto para la persona que estará al mando de este proceso, como para las personas a cargo de inspección y ensayos.
2. **Una carta** extendida por el Representante Legal del contratista en la cual se hace constar que el ingeniero asignado como Ingeniero de Control de Calidad, ICC, tiene la RESPONSABILIDAD y toda la AUTORIDAD para ejecutar el PCC, incluyendo además y en forma explícita que el **ICC tiene la RESPONSABILIDAD y toda la AUTORIDAD de detener y reparar toda obra que no cumpla con los requisitos establecidos en los documentos contractuales.**
3. Descripción del procedimiento de funcionamiento del **laboratorio**, incluyendo los siguientes aspectos:
  - a. Lista de recursos y equipo asignados al control de calidad (Instalaciones, transporte, equipo de informática, equipo de laboratorio, etc.)
  - b. Datos de Calibración de las máquinas de ensayo a utilizar (anexar certificados), incluyendo máquinas para compresión simple de concreto hidráulico, Marshall, densímetros nucleares, etc.
  - c. Nombre, experiencia y formación del personal que realizará distintos tipos de ensayos.
  - d. Listado de los ensayos que el laboratorio puede realizar, y los que se subcontratarán.
  - e. Descripción de las actividades de inspección a realizar por cada tipo de actividad (terracera, colocación de concreto, colocación de mezcla asfáltica, etc)
  - f. Métodos de las tomas de muestras y procedimientos de almacenamiento de las mismas.
  - g. Procedimientos o medidas de seguridad ocupacional en la realización de ensayos y la operación de equipo de laboratorio.

4. **Lista de registros** y copia formatos a llevarse durante la obra. Dichos formatos deberán incluir al final espacios para las firmas de aprobación del ICC y del Supervisor. El contratista será el responsable de desarrollar los formatos de:
  - a. Inspección Preparatoria CTE-06.4
  - b. Inspección Inicial CTE-06.5
  - c. Registro Diario de Control de Calidad CTE-06.6
  - d. Control de Producto No Conforme CTE-06.7.
  - e. Formatos de control de procesos constructivos de campo (ej. Control de mezcla)
  - f. Una copia de cada uno de los formatos de laboratorio, que incluyan identificación del proyecto, responsables del ensayo, fechas, normas, parámetros de aceptación y/o especificaciones y su correspondiente N° correlativo.
  
- 5- Tabla que indique claramente el lugar de realización del ensayo (laboratorio de campo, laboratorio central o laboratorio externo).
  
- 6- **Programación** (fechas tentativas) de Inspecciones preparatorias y de las actividades que la preceden (aprobación de permisos, ensayos de materiales de acuerdo a tablas de frecuencias contenidas en las Condiciones Técnicas del Proyecto, etc). En caso de existir cambios, se deberá actualizar la programación, quedando esta reflejada en el informe mensual.

### **CTE-03.2. REUNIÓN DE PRE-CONSTRUCCIÓN**

Convoca: El Gerente del Proyecto del Contratista

Prepara: El Superintendente e Ingeniero de Control de Calidad

Asisten: El Gerente de Proyecto del Supervisor, El Gerente de Proyecto del contratista, El Superintendente del Contratista, podran estar presentes el Administrador de Contratos del FOVIAL y Asesores del FOVIAL.

La reunión deberá lograr un entendimiento mutuo relativo a los detalles del sistema, incluyendo:

1. Administración del PCC (Responsabilidad y Autoridad del Gerente, Superintendente, Residente, ICC, Laboratorio, etc).
2. Cronograma del Inspecciones Preparatorias e Iniciales.
3. Los formatos a utilizarse para el registro de ensayos, mediciones, e inspecciones.
4. Cronogramas de prueba del PCC/Planes de ensayos.
5. Establecer el sistema de seguimiento por parte del supervisor al PCC del contratista.
6. Sistema de Seguridad e Higiene Ocupacional.

El Gerente del Proyecto preparará un Acta de la reunión, detallando los puntos tratados y los acuerdos alcanzados.

Los controles tendrán TRES FASES DE INSPECCIÓN para todas las actividades definidas del trabajo, según se describe a continuación:

### CTE-03.3.INSPECCIÓN PREPARATORIA.

Prepara, convoca y conduce: El Ingeniero de Control de Calidad.

Asisten: El Ing. Superintendente del contratista, encargados de producción, personal clave que ejecutará físicamente la obra, el supervisor y sus inspectores, y los inspectores de laboratorios involucrados en el proceso.

Instrumento: Formato de Inspección Preparatoria (a desarrollar por el contratista)

Esta inspección debe ser realizada antes de comenzar la actividad de trabajo en cuestión, **no se permitirá el inicio de una actividad mientras la reunión preparatoria correspondiente no haya sido aprobada**. Será responsabilidad del contratista definir la fecha más adecuada para la realización de esta inspección, la cual deberá incluir como mínimo, lo siguiente:

1. **Una revisión** conjunta de todos los requisitos contractuales y especificaciones técnicas aplicables.
2. **Una comprobación** para asegurarse que todos los materiales han sido ensayados, sometidos a aprobación, **y aprobados**.
3. Una revisión para asegurarse que se han hecho los arreglos necesarios para realizar oportunamente todos los **ensayos** de control de calidad requeridos.
4. **Una inspección del área** donde se realizarán los trabajos, para asegurarse que todo el trabajo previo y/o preliminar ha sido completado.
5. Una inspección minuciosa de los **equipos** claves usando el "Formato de Inspección de Equipos".
6. Una descripción, detallada y minuciosa, por parte del contratista, del **proceso constructivo** propuesto indicando como mínimo: puntos de control, toma y cantidad de muestras, tolerancias, rendimientos de equipo y mano de obra, necesidad de equipo y calidad de mano de obra, secuencias de procesos, encargados, mecanismos de comunicación interna del contratista necesarias para la actividad en cuestión, etc.
7. Revisión de las **medidas de seguridad**, análisis de riesgos y amenazas y control de tráfico a tomar.

El ICC convocará a la supervisión con un mínimo de cuarenta y ocho (48) horas (dos días hábiles) de anticipación a la Inspección Preparatoria. Dicha inspección y sus resultados deberán ser documentados en los formatos de Inspección Preparatoria.

### CTE-03.4.INSPECCIÓN INICIAL (TRAMO DE PRUEBA)

Prepara y convoca: el Ingeniero de Control de Calidad.

Conduce: Ing. Superintendente del Contratista.

Asisten: El Ingeniero de Control de Calidad, encargados de producción, personal clave que ejecuta físicamente la obra, el supervisor y sus inspectores, y los inspectores de laboratorios involucrados en el proceso.

Instrumento: Formato de Inspección Inicial (a desarrollar por el contratista)

Tramo de prueba: Cantidad de obra realizada al inicio de la actividad, que quedará como parte de la obra ejecutada para el proyecto, a la cual se le hará la inspección inicial y será objeto de pago siempre y cuando cumpla con los requerimientos establecidos en las Condiciones Técnicas.

Esta inspección será llevada a cabo, el primer día de ejecución y/o durante el tramo de prueba, de la partida en cuestión, e incluirá:

1. Una evaluación de la calidad de la **mano de obra** empleada.
2. Una revisión de la Gestion de laboratorio.
3. Evaluación del desempeño y rendimiento de **equipos** clave, a fin de asegurar la conformidad con los requisitos contractuales y adecuado avance de obras.
4. Control de calidad de los **materiales** haciendo énfasis en los defectuosos o dañados.
5. Una revisión de la **obra realizada** que asegurarse de que no se han realizado omisiones y que el trabajo se ajusta a los requisitos de niveles, ubicaciones y dimensiones.
6. Inspección de Sistema de Higiene y Seguridad Ocupacional.

El ICC convocará a la Inspección Inicial con un mínimo de 48 horas (2 días hábiles) de anticipación. Dicha inspección y sus resultados deberán ser documentados en los formatos de Inspección Inicial. En caso de existir producto No conforme, el ICC será el responsable de documentarlas en el “Control de Producto NO Conforme” y darles seguimiento hasta que se realice satisfactoriamente el **proceso correctivo**.

### CTE-03.5.INPECCIONES PREPARATORIAS E INICIALES ADICIONALES

Se deberán realizar Inspecciones Preparatorias e Iniciales adicionales para una misma actividad de trabajo cuando:

1. La calidad de trabajo es inaceptable.
2. Existan cambios en el personal clave del contratista.
3. Se va a reiniciar el trabajo después de un periodo de interrupción o inactividad considerable.
4. Se han desarrollado otros problemas.

### CTE-03.6. INSPECCIONES DE SEGUIMIENTO.

Prepara y conduce: El Ingeniero de Control de Calidad.

Asisten: responsables de producción del contratista, representante de la supervisión, responsables del laboratorio.

Instrumento: Formato de Registro de Inspección Diaria.

Serán realizadas **diariamente**, para controlar que exista conformidad con los requisitos contractuales, **haciendo énfasis en la calidad de los procesos constructivos**, por ejemplo, procesos de producción de plantas, funcionamiento de maquinaria clave, etc., incluyendo resultados de ensayos, hasta que sea completada la actividad particular del trabajo. Dicha inspección y sus resultados deberán ser documentados en el “Formato de Registro de Inspección Diaria”. En caso de existir Producto No Conforme el ICC será el responsable de documentarlas en el “Control de Producto NO Conforme”.

### CTE-03.7. ARCHIVOS Y REGISTROS DEL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

El Contratista mantendrá registros actualizados y ordenados de todas las actividades del PCC. Este registro deberá tener como máximo, un atraso de un (1) día hábil, la ausencia o deficiente Control de Registros de control de calidad en la oficina de campo y/o laboratorio de campo será causal de penalidad de acuerdo a las CG. Estos registros deberán de contar con las firmas y sellos de respaldo correspondientes y comprenden como mínimo, los siguientes:

1. Inspecciones Preparatorias, Iniciales y de Registro Diario (Seguimiento).
2. Registro del Laboratorio (Calibraciones, resultados de las inspecciones, mediciones, ensayos)
3. El registro del **Seguimiento Estadístico de los Procesos Constructivos, SEPC.**
4. Registro del Control del Producto No Conforme.

El Ingeniero de Control de Calidad deberá presentar a supervisión un informe diario de control de calidad (posterior a la aprobación por parte de supervisión deberá ser anexado al informe mensual), el lapso de tiempo de presentación de dicho informe no deberá exceder de 24 horas, **la no presentación de este informe por parte del contratista será causal de penalidad para el contratista.** El supervisor deberá emitir su aprobación y/o las correspondientes observaciones al informe diario de control de calidad en un lapso máximo de 24 horas, **la falta al cumplimiento de este requerimiento será causa de penalidad para el Supervisor.**

El Contratista tendrá estos registros para su revisión por parte del FOVIAL, o su representante autorizado, en cualquier momento a lo largo del plazo contractual, hasta que sea firmada la liquidación del mismo. La falta al cumplimiento de este requerimiento será causa de penalidad para el contratista.

Como apoyo a los trabajos de control que realice el contratista, se deberá poseer en el laboratorio, una copia de las normas de ensayos aplicables en el proyecto.



### CTE-03.8. INFORME MENSUAL DE CONTROL DE CALIDAD

El informe mensual de Control de Calidad deberá de contener como mínimo:

1. Actividades realizadas de control de calidad.
2. Actividades realizadas por el laboratorio y personal de inspectoría.
3. Resumen de resultados obtenidos durante el periodo en cada uno de los rubros ejecutados.
4. **Análisis de los resultados obtenidos**, tomando como base los parámetros mínimos de aceptación establecidos en las especificaciones Técnicas del Proyecto y/u otros Documentos contractuales (para respaldar los ensayos que por su naturaleza no pueden ser realizados por el contratista, éste deberá presentar los ensayos actualizados realizados por el proveedor, Ej. Ensayos a pintura para señalización y otros productos terminados).
5. Análisis estadístico de los resultados obtenidos utilizando el **Método de Análisis de Nivel de Calidad-Desviación Estándar (PWL)**.
6. **Conclusiones y Recomendaciones, las cuales deberán ser acordes con los resultados obtenidos y respaldándolas técnicamente.**
7. Anexos (respaldos de ensayos realizados, hojas de control de colocación de mezcla asfáltica, control de camiones concreteros, fotografías, actualizaciones de programación y otros documentos que se considere conveniente).

### CTE-03.9. CLÁUSULAS ESPECIALES

A menos que exista autorización escrita del FOVIAL, no se iniciarán operaciones de construcción, hasta que el PCC sea aprobado en su totalidad. **Tampoco podrá efectuarse ningún pago en concepto de estimaciones hasta que dicho PCC sea aprobado en su totalidad.**

**Como parte del Seguimiento Estadístico de los Procesos Constructivo**, el contratista ingresará diariamente al Sistema de Control de Calidad en Línea de los Proyectos de FOVIAL la información y resultados de los controles diarios de la calidad de la producción, colocación y medición de calidad del producto terminado. El supervisor revisará diariamente el cumplimiento de este requisito y revisará la validez del contenido de los reportes, al cual adicionará los resultados de su evaluación del nivel de calidad de los trabajos.

### CTE-03.10. MEDICIÓN Y PAGO

No se hará ningún pago directo al Contratista por el personal, equipo, maquinaria, ensayos, muestras ó cualquier otro recurso necesario para ejecutar el PCC de la obra. El costo total de los trabajos cubiertos por esta partida será cargado a los gastos generales de las demás partidas de la oferta.

### CTE-04. SISTEMA DE ACEPTACION Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

El PCC, estará sujeto a verificación para aceptación de los trabajos por el FOVIAL a través del Supervisor, quien realizará inspecciones y ensayos para determinar el cumplimiento del PCC y de los requisitos contractuales. Asimismo, el supervisor tendrá TODA la autoridad y obligación contractual de **verificar y asegurarse** que el contratista ejecute el PCC según se requiere en los documentos contractuales. Para ello el supervisor evaluará las características de calidad mediante pruebas de contraste.

La inspección y ensayo de la obra ejecutada realizadas por la supervisión, no exime al Contratista de la realización de labores propias del PCC, y las pruebas, inspecciones y mediciones realizadas por el Supervisor, no podrán sustituir las necesarias a realizar por el Contratista.

#### **CTE-04.1. ALCANCE**

Para efectos de verificación y aceptación, el sistema de aseguramiento de la calidad incluirá, sin limitarse, lo siguiente:

1. Revisión exhaustiva del Plan de Control de Calidad y su posterior aprobación.
2. Velar por la implementación y cumplimiento por parte del contratista del Plan de Control de Calidad. Asimismo, deberá pronunciarse oportunamente ante cualquier incumplimiento.
3. Revisiones técnicas y aprobaciones de los materiales.
4. Aprobación de las Inspecciones Preparatorias, Iniciales y de Seguimiento.
5. Realización de **ensayos de contraste**.
6. Validar estadísticamente los resultados del PCC del contratista para poder usarlos en el proceso de aceptación.
7. Determinar el nivel de calidad de los lotes de trabajo del contratista.
8. Calcular del factor de pago (se computará dicho factor para las características de calidad designadas, pero no se aplicarán en este contrato).
9. Presentación de Informes de Aseguramiento de Calidad.

#### **CTE-04.2. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CALIDAD**

Aceptación es un procedimiento formal de decisión si un trabajo debería ser aceptado o rechazado. Es específicamente el método de monitoreo que se utilizará para determinar si un determinado proceso esta llenando los requisitos de calidad, y por lo tanto **no es una forma de control de calidad**. Estos procedimientos simplemente aceptan o rechazan lotes de trabajo basados en su calidad. El muestreo de aceptación utiliza técnicas estadísticas para estimar información acerca de una gran cantidad de material a partir de una muestra aleatoria pequeña.

El programa de aceptación determinará el grado de cumplimiento de los requerimientos contractuales. Para ello usará el indicador de calidad Porcentajes Dentro de Limites (PWL) en lo que es llamado **Análisis de Nivel de Calidad**.

La decisión de aceptación se basa originalmente en los resultados de ensayos de verificación de la supervisión a los cuales se podrá agregar los datos del contratista siempre que cumplan con los siguientes requisitos:

- i. Se hayan validado estadísticamente
- ii. Hayan sido realizados con los mismos métodos de prueba que la supervisión
- iii. Proviengan de muestras aleatorias tomadas **independientemente** por ambos.

Sin embargo, se establece que bajo el concepto de **Aseguramiento de Calidad**, el FOVIAL tiene la prerrogativa de usar o no los resultados del PCC para la determinación del cumplimiento de los requisitos contractuales. Si se usan los resultados del contratista como parte del plan de aceptación, debe haber un sistema de chequeo para asegurar la confiabilidad y exactitud de sus resultados. Las pruebas realizadas por la supervisión son usadas para validar las primeras.

De esta forma, el proceso de validación no es más que determinar si los resultados del contratista son consistentes con los de la supervisión.

Al usar muestras tomadas independientemente para la comparación, las pruebas de la supervisión están sujetas a la misma variación global así como las pruebas del contratista, pudiendo entonces combinarse para tomar la decisión de aceptación siempre que la validación resulte positiva.

Los resultados pueden no ser idénticos aunque provengan de la misma muestra, por lo que debe determinarse un procedimiento para identificar material proveniente de otra población. Debe aclararse que con este procedimiento estamos asegurando consistencia, no que ambos datos están correctos, lo cual proporciona una certidumbre de que de haberlos realizado una tercera parte, esta habría obtenido resultados similares.

Si los resultados no pueden considerarse similares, no significa que uno está correcto y el otro no; implica que los procedimientos de muestreo y prueba no produjeron los mismos resultados. Indicando que los resultados provienen de distintas poblaciones, o que no se emplearon los mismos procedimientos de prueba y muestreo. La razón de las diferencias será investigada con la intervención de laboratorio independiente.

La habilidad del procedimiento de validación de identificar diferencias entre resultados de dos grupos de datos depende del número de pruebas que se comparan. Inicialmente se recomienda usar muestras repartidas para verificar discrepancias en procedimiento de prueba y equipo. No es apropiado combinar los resultados de muestras independientes con los de repartidas y se permitirá únicamente en los casos que se haya demostrado consistencia en los resultados.

### **CTE-04.3. PROCEDIMIENTO CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME.**

Si como resultado de las anteriores comprobaciones, se determina que la obra realizada por el Contratista, los procedimientos utilizados por este, y/o su control de calidad no llenan los requisitos de los documentos contractuales, el Supervisor y el Contratista deben registrar la No Conformidad en los formatos respectivos.

Desarrollo:

Responsable	Actividad
Cualquier funcionario Autorizado de FOVIAL, Contratista o Supervisor.	1. Identifica el producto NO Conforme. Si es el supervisor, lo registra en el Formato CTE-06.8, ESTADO DE NO CONFORMIDADES.
Encargado de Control de Calidad del Contratista/Consultor	2. Registra la No Conformidad en el formato CTE-06.7, "CONTROL DE NO CONFORMIDADES".
(Contratista/Consultor)	3. Realiza el análisis de "Causa-Raíz" y estable las acciones para superar la NO CONFORMIDAD. 4. Describe la corrección y la acción correctiva en el formato "CONTROL DE NO CONFORMIDADES". 5. Ejecuta la corrección y la acción correctiva. 6. Verifica nuevamente la conformidad del producto con los requisitos.
Supervisor o funcionario responsable de FOVIAL	7. Verifica la eficacia de las acciones tomadas aprobando con su firma en el formato "CONTROL DE NO CONFORMIDADES".
Contratista	8. Anexa copia de formatos Control de NO CONFORMIDADES y de Estado de NO CONFORMIDADES en estimación mensual correspondiente y en informe mensual de Control de Calidad.
Supervisor	9. Anexa copia de formatos Control de NO CONFORMIDADES y de Estado de NO CONFORMIDADES en Informe Mensual de Aseguramiento de Calidad. 10. Elabora nota certificando que todo el producto pagado en la estimación mensual correspondiente es conforme y la anexa a la estimación del contratista.

#### CTE-04.4. ENSAYOS DE CONTRASTE

Como método para definir el cumplimiento de los requisitos de la sección "SISTEMA DE ACEPTACION Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD" se realizarán ensayos de contraste por parte del Supervisor.

Para efectuar los Ensayos de Contraste, el delegado del Supervisor utilizará los mismos puntos de muestreo del contratista y realizará el ensayo o toma de muestra "conjuntamente o en forma independiente", es decir, tratando que las condiciones sean semejantes, siguiendo los mismos criterios y normas establecidas. Cuando no sea posible usar los mismos métodos de prueba, se determinarán **factores de correlación** entre las pruebas de contratista y de la supervisión.

El Supervisor efectuará el ensayo de las muestras tomadas y los resultados serán informatizados e ingresados para su estudio estadístico y contraste con los ensayos realizados por el Contratista.

Si los ensayos realizados por el Supervisor contradicen los resultados del Contratista, referentes a las mismas muestras, el Supervisor tiene la obligación de emitir una NO CONFORMIDAD. Se podrá realizar un nuevo grupo de pruebas por ambas partes. Si la diferencia persiste, se podrán realizar ensayos de contraste de terceros previa aprobación del FOVIAL, cuyo costo correrá por cuenta del que tuviere el resultado desfavorable a este último.

#### CTE-04.5. ARCHIVOS Y REGISTROS DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

El Supervisor mantendrá registros impresos actualizados y debidamente archivados de todas las actividades de aseguramiento de la calidad. Este registro deberá tener como máximo, un atraso de un (1) día hábil, la ausencia de este registro o alguno de los documentos que complementan el sistema de aseguramiento de la calidad será causal penalidad de acuerdo a las CG. Estos registros deberán de contar con las firmas y sellos de respaldo correspondientes y comprenden como mínimo, los siguientes:

1. Copias de Inspecciones Preparatorias, Iniciales y de Registro Diario (Seguimiento).
2. Registro del Laboratorio (Calibraciones, resultados de las inspecciones, mediciones, registro de muestreos realizados, resultados de ensayos de contraste).
3. El registro del **Seguimiento Estadístico de los Procesos Constructivos**, SEPC.
4. Copias de Registro del Control del Producto No Conforme.
5. Estado de No Conformidades (actualizado).

El Supervisor tendrá estos archivos disponibles para su revisión por parte del FOVIAL, en cualquier momento a lo largo del plazo contractual, hasta que sea firmada la liquidación del mismo. La falta al cumplimiento de este requerimiento será causa de penalidad para el supervisor.

Como apoyo a los trabajos de verificación que realice el supervisor, se deberá poseer en el laboratorio, una copia de las normas de ensayos aplicables en el proyecto.

#### CTE-04.6. INFORME DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

En cumplimiento con el Sistema de Aseguramiento de la Calidad, el Supervisor presentará mensualmente un Informe de Aseguramiento de la Calidad. El incumplimiento a la adecuada y oportuna presentación de dicho informe será causal de penalidad.

El informe mensual de Aseguramiento de la calidad debiera de contener como mínimo:

- 1- Actividades realizadas por control de calidad
- 2- Actividades realizadas por aseguramiento de la calidad
- 3- Actividades realizadas por el laboratorio y personal de inspectoría
- 4- Resumen de resultados obtenidos durante el periodo en cada uno de los rubros ejecutados
- 5- **Análisis de los resultados obtenidos** (contratista y supervisión), tomando como base los parámetros mínimos de aceptación establecidos en las Especificaciones Técnicas del Proyecto y/u otros Documentos contractuales.
- 6- Análisis estadístico de los resultados obtenidos utilizando el **Método de Análisis de Nivel de Calidad-Desviación Estándar (PWL)**.
- 7- **Conclusiones y Recomendaciones, las cuales deberán ser acordes con los resultados obtenidos y respaldándolas técnicamente.**
- 8- Anexos (respaldos de ensayos realizados debidamente identificados y respaldados por medio de membrete, firma y sello del laboratorio responsable del ensayo, hojas de control de colocación de mezcla asfáltica, control de camiones concretos, fotografías y otros documentos que se considere conveniente)

## **CTE-05. PROGRAMA DE ASEGURAMIENTO INDEPENDIENTE**

El FOVIAL podrá verificar los procedimientos constructivos, calidad de mano de obra, calidad del equipo de ejecución, calidad de los procesos y equipos de laboratorio por medio de un laboratorio independiente de contraste. Este programa tiene por objeto verificar las pruebas de la supervisión y el contratista.

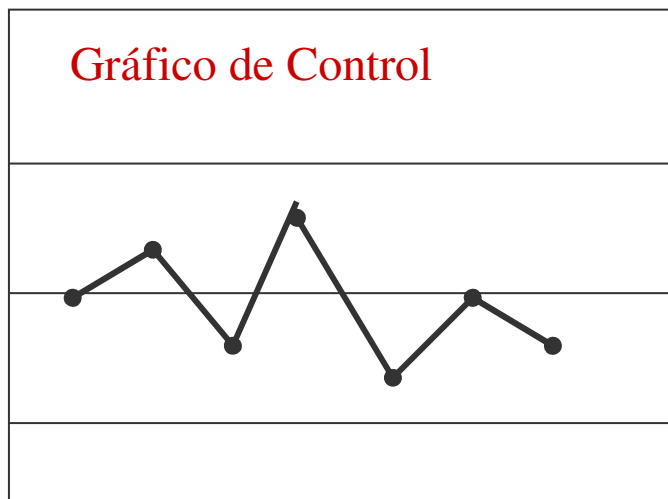
**CTE-06. ANEXOS**

## CTE-06.1. ANEXO 1: GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE GRÁFICAS DE CONTROL.

### Usos de los Gráficos de control

Los gráficos de control o cartas de control son una importante herramienta utilizada en control de calidad de procesos y su importancia radica en que permite visualizar si un proceso esta dentro de control previniendo así **no-conformidades** o tomar **acciones correctivas** antes que se acumule una gran cantidad de producto con demasiadas fallas.

Básicamente, una **Carta de Control** es un gráfico en el cual se representan los valores de algún tipo de medición realizada durante el funcionamiento de un proceso continuo, y que sirve para controlar dicho proceso. Nos permite además estimar los parámetros (media, variación) de un proceso y así predecir el resultado y la variabilidad del producto terminado.



Los valores ploteados se mueven alrededor de un valor central (El promedio de los datos), la mayor parte del tiempo cerca del mismo. Pero en algún momento puede ocurrir que aparezca uno o más valores demasiado alejados del promedio. Cómo podemos distinguir si esto se produce por la fluctuación natural del proceso o porque el mismo ya no está funcionando bien? Las graficas de control estadístico son la herramienta por excelencia.

Todo proceso tiene dos tipos de variación: variación debida al azar, la cual es inherente de cada proceso y no puede ser controlada, y la variación debida a causas asignables.

Cualquier proceso que opera con variación debida únicamente al azar se dice que esta **en un estado de control estadístico**. En este estado se pueden hacer ajustes que busquen minimizar esa variación aleatoria, mejorando así el proceso. La variación debida a causas asignables es aquella controlada por alguna influencia externa o causas especiales como cambios en materiales, operadores, desperfecto de equipos etc. Tales procesos se encuentran fuera de control, y son las graficas de control las que nos permiten identificar y controlar esas influencias.



Hay dos tipos de cartas de control: De variables y de atributos. Las graficas de variables se usan para monitorear características de calidad de un proceso las cuales son medibles como temperatura, grado de compactación, etc. Su limitación es que pueden medir solamente una característica a la vez.

**Regla de uso:**

La gráfica de promedios monitorea la variabilidad “entre muestras”. Las graficas de variación estándar(S) y rango(R=max-min) miden la variabilidad dentro de la muestra, y cuál usar depende del tamaño de la muestra tomada. Si el tamaño de la muestra es menor de 10 usar la carta (R), y si la muestra es mayor usar la grafica (S)

La grafica de valores individuales se usa para monitorear la media cuando el tamaño de la muestra es 1. Ya que el tamaño de la muestra es uno, no existe rango, por lo que se debe establecer un rango móvil, el cual se determina dentro de un grupo de números sucesivos. Si el tamaño del rango móvil es 2, entonces el rango móvil se obtendrá tomando la diferencia entre el primer y segundo numero, luego entre el segundo y tercero, luego entre el tercer y cuarto numero. El ASTM recomienda un tamaño de sub-grupo de 2 para determinar los rangos móviles.

Recapitulando, los factores a considerar a la hora de decidir las gráficas de variables a usar son:

1. Elección de la característica de calidad
2. Tamaño y número de muestras
3. Frecuencia de muestreo
4. Sub-grupos (lotes de trabajo)
5. Elección de limites de control

Grafica	Limites de control 3 sigma	Línea central
X	$\bar{X} \pm \frac{3M\bar{R}}{d^2}$	$\bar{X}$
$\bar{X}$ ( usando R)	$\bar{X} \pm A_2\bar{R}$	$\bar{X}$
$\bar{X}$ (usando S)	$\bar{X} \pm A_3\bar{S}$	$\bar{X}$
R	$UCL = D_4\bar{R}$	$\bar{R}$
	$LCL = D_3\bar{R}$	
MR	$UCL = D_4M\bar{R}$	$M\bar{R}$
	$LCL = D_3M\bar{R}$	
S	$UCL = B_4\bar{S}$	$\bar{S}$
	$LCL = B_3\bar{S}$	

$\bar{X}$  = Promedio de las medias muestrales.

$\bar{R}$  = Rango promedio de los rangos muestrales.

$\bar{S}$  = Promedio de las desviaciones estándar muestrales

UCL, LCL= Limites de control superior e inferior

Las gráficas de atributos pueden tener únicamente dos valores: Conforme y no conforme. Su ventaja es que permiten manejar múltiples características.

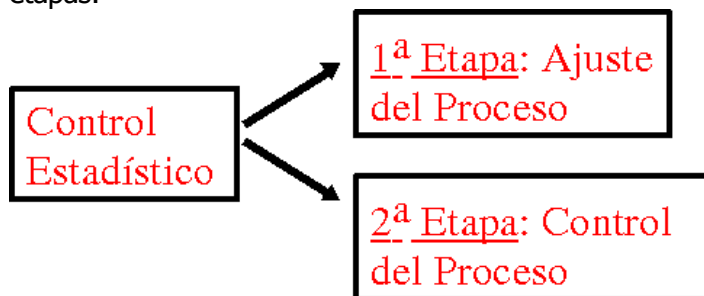
La grafica P identifica los porcentajes de unidades no conformes de un grupo de inspección. El beneficio derivado del uso de esta grafica es poder observar en el tiempo la mejora que el control de los procesos proporciona.

**Suposiciones del control estadístico de la calidad:**

El uso del control estadístico de procesos lleva implícitas algunas hipótesis que describiremos a continuación:

- 1) Una vez que el proceso está en funcionamiento bajo condiciones establecidas, se supone que la variabilidad de los resultados en la medición de una característica de calidad del producto se debe sólo a un sistema de causas aleatorias, que es inherente a cada proceso en particular.
- 2) El sistema de causas aleatorias que actúa sobre el proceso genera un universo hipotético de observaciones (mediciones) que tiene una Distribución Normal
- 3) Cuando aparece alguna causa asignable provocando desviaciones adicionales en los resultados del proceso, se dice que el proceso está fuera de control.

La función del control estadístico de procesos es comprobar en forma permanente si los resultados que van surgiendo de las mediciones están de acuerdo con las dos primeras hipótesis. Si aparecen uno o varios resultados que contradicen o se oponen a las mismas, es necesario detener el proceso, encontrar las causas por las cuales el proceso se apartó de su funcionamiento habitual y corregirlas. La puesta en marcha de un programa de control estadístico para un proceso en particular implica dos etapas:



Antes de pasar a la segunda etapa, se verifica si el proceso está ajustado. En caso contrario, se retorna a la primera etapa.

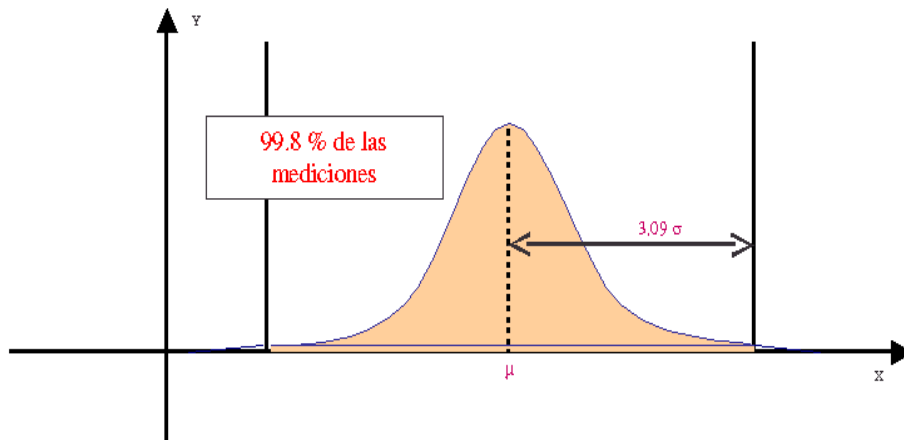
Hay que tomar en cuenta que los lotes de prueba se pueden definir como una cantidad de producción o por tiempo. Si se especifica frecuencia de muestreo por tiempo, el tamaño del lote variara de uno a otro. Si se especifica por producción, dos lotes pueden no ser del mismo día. Cuando por distintas condiciones la producción sea baja o intermitente regirá la especificación por tiempo y no por cantidad. Para alta producción definir por cantidad

En la 1a etapa se recogen unas 25-50 mediciones, con las cuales se calcula el promedio y la desviación standard:

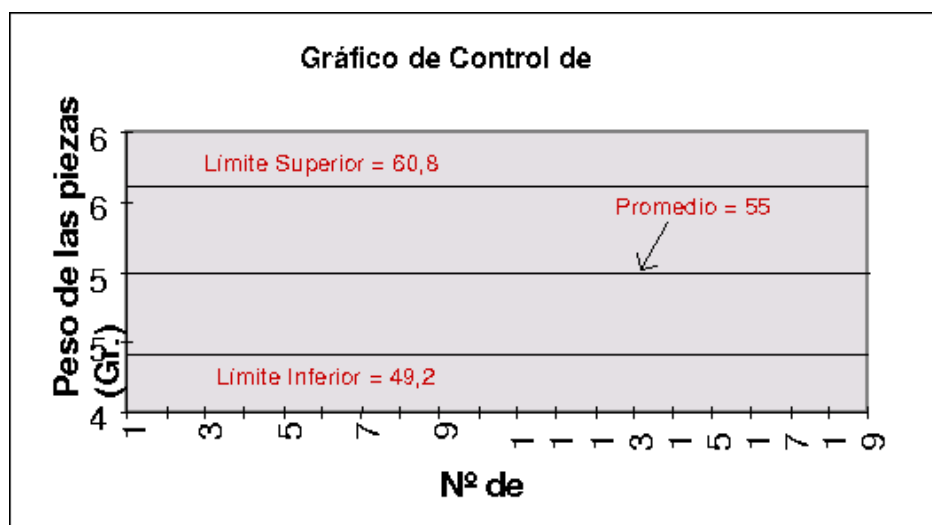
$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N}}$$

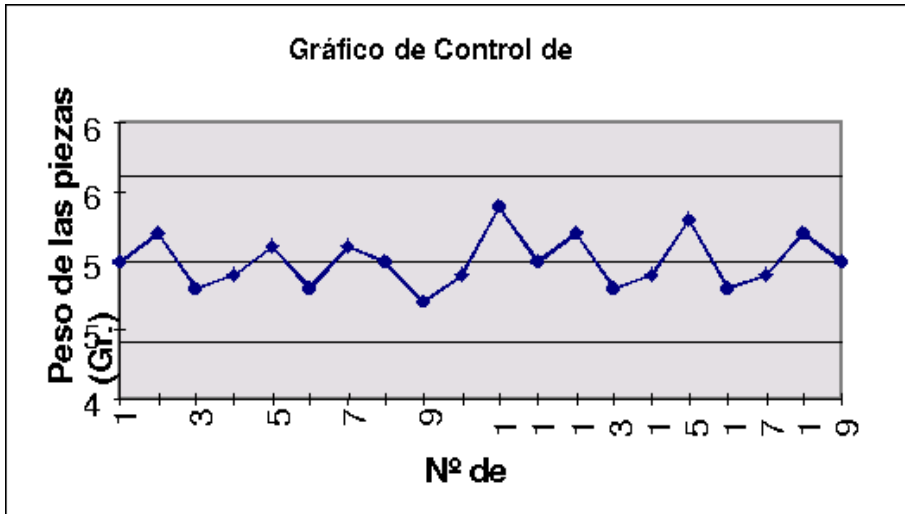
Luego se calculan los Límites de Control para 3 desviaciones a partir de la media. Estos límites surgen de la hipótesis de que la distribución de las observaciones es normal. En general se utilizan límites de 2 sigmas ó de 3 sigmas alrededor del promedio. En la distribución normal, el intervalo de 3,09 sigmas alrededor del promedio corresponde a una probabilidad de 0,998.



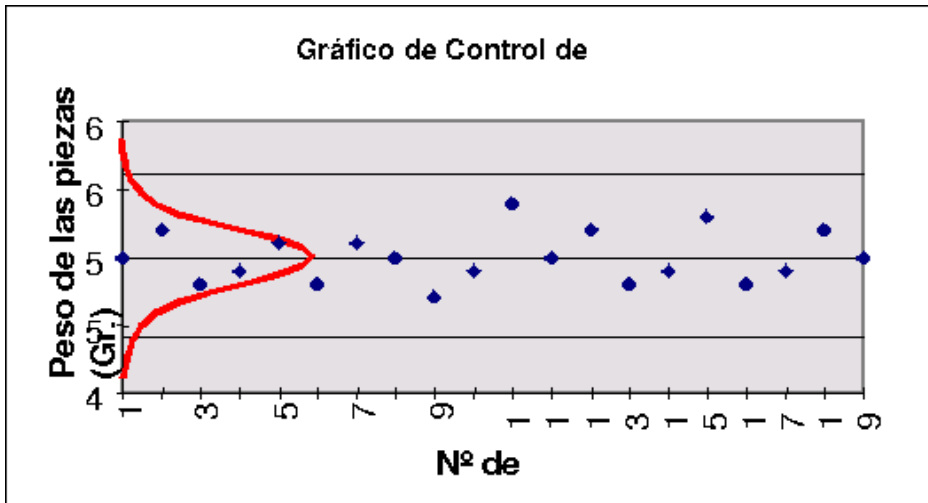
Entonces, se construye un gráfico de prueba y se traza una línea recta a lo largo del eje de ordenadas (Eje Y), a la altura del promedio (Valor central de las observaciones) y otras dos líneas rectas a la altura de los límites de control:



En este gráfico se representan los puntos correspondientes a las observaciones con las que se calcularon los límites de control:



Este gráfico de prueba se analiza detenidamente para verificar si está de acuerdo con la hipótesis de que la variabilidad del proceso se debe sólo a un sistema de causas aleatorias o si, por el contrario, existen causas asignables de variación. Esto se puede establecer porque cuando la fluctuación de las mediciones se debe a un sistema constante de causas aleatorias la distribución de las observaciones es normal:



Cuando las observaciones sucesivas tienen una distribución normal, la mayor parte de los puntos se sitúa muy cerca del promedio, algunos pocos se alejan algo más y prácticamente no hay ninguno en las zonas más alejadas.

Si no se descubren causas asignables entonces se adoptan los límites de control calculados como definitivos, y se construyen cartas de control con esos límites.

Si sólo hay pocos puntos fuera de control (2 ó 3), estos se eliminan, se recalculan la media, desviación estándar y límites de control con los restantes, y se construye un nuevo gráfico de prueba. Cuando las observaciones no siguen un patrón aleatorio, indicando la existencia de causas asignables,

se hace necesario investigar para descubrirlas y eliminarlas. Una vez hecho esto, se deberán recoger nuevas observaciones y calcular nuevos límites de control de prueba, comenzando otra vez con la primera etapa

**El 99,8 %** de las observaciones deben estar dentro de los límites de 3,09 sigmas alrededor de la media. Esto significa que sólo 1 observación en 500 puede estar por causas aleatorias fuera de los límites de control. Entonces, cuando se encuentra más de 1 punto en 500 fuera de los límites de control, esto indica que el sistema de causas aleatorias que provocaba la variabilidad habitual de las observaciones ha sido alterado por la aparición de una causa asignable que es necesario descubrir y eliminar.

En ese caso, el supervisor del proceso debe detener la marcha del mismo e investigar con los que operan el proceso hasta descubrir la o las causas que desviaron al proceso de su comportamiento habitual. Una vez eliminadas las causas del problema, se puede continuar con la producción normal

## TIPOS DE GRAFICAS DE CONTROL

### Gráficos X-R

Los gráficos X-R se utilizan cuando la característica de calidad que se desea controlar es una variable continua. Para realizar estos gráficos es necesario agrupar las mediciones que se obtienen de un proceso, de acuerdo a algún criterio racional formando subgrupos. Los subgrupos se realizan agrupando las mediciones de tal modo que haya la máxima variabilidad entre ellos y la mínima variabilidad dentro de cada subgrupo. Por ejemplo, si hay dos turnos o dos frentes de trabajo en un día, las mediciones de cada turno/frente podrían constituir un subgrupo.

A partir de esta tabla, se calculan el promedio general de promedios de subgrupo y el promedio de rangos de subgrupo:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}_i}{N}$$

$\bar{X}_i$  Promedio de Subgrupo  
N Número de Subgrupos

o también:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum x_i}{N \cdot n}$$

$x_i$  Mediciones individuales  
N Número de Subgrupos  
n Número de mediciones dentro del Subgrupo

$$\bar{\bar{R}} = \frac{\sum R_i}{N}$$

$R_i$  Rango del Subgrupo

La desviación estándar del proceso se puede calcular a partir del rango promedio, utilizando el coeficiente  $d_2$ , que depende del número de mediciones en el subgrupo:

$$s = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Con esto podemos calcular los Límites de Control para el gráfico de X:

$$\text{Línea Central} = \bar{\bar{X}}$$

$$LSC = \bar{\bar{X}} + 3 \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$LIC = \bar{\bar{X}} - 3 \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}$$

La desviación estándar del rango se puede calcular utilizando el coeficiente  $d_3$ , que también depende del número de mediciones en el subgrupo:

$$s_R = \frac{d_3 \cdot \bar{R}}{d_2}$$

Y así podemos calcular los Límites de Control para el Gráfico de R:

$$\text{Línea Central} = \bar{\bar{R}}$$

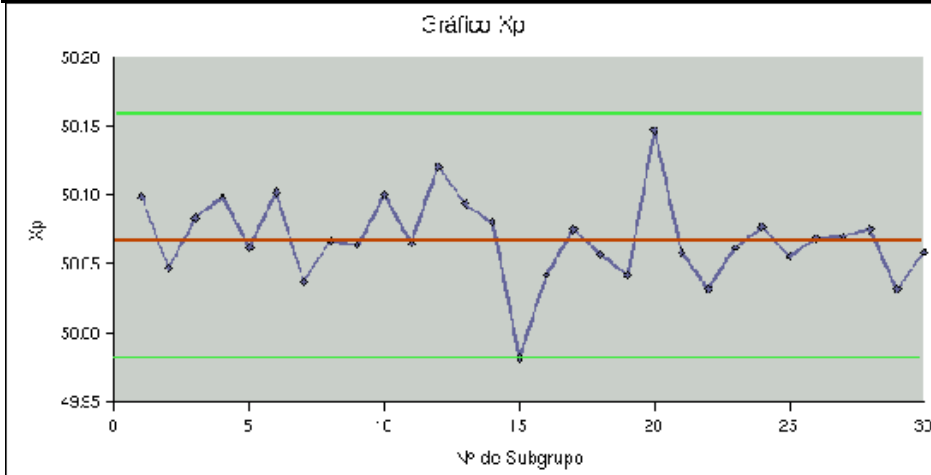
$$LSR = \bar{\bar{R}} + 3 \cdot s_R$$

$$LIR = \bar{\bar{R}} - 3 \cdot s_R$$

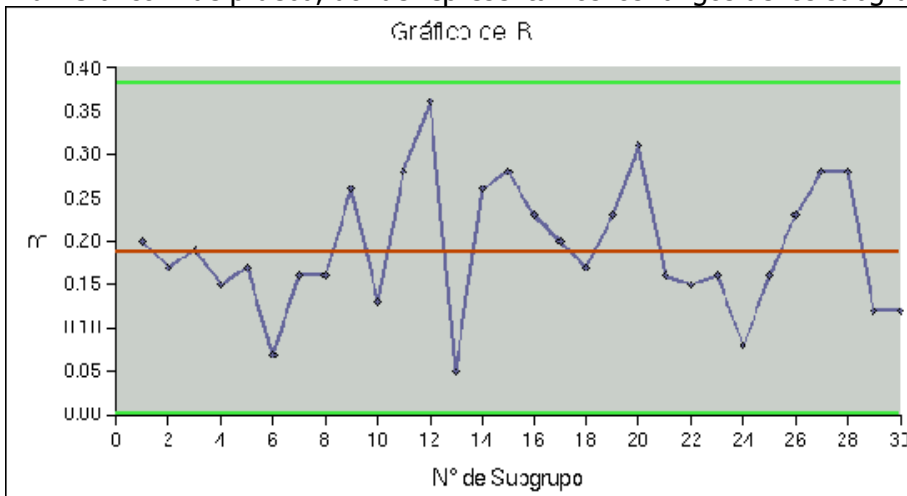
La tabla siguiente muestra los coeficientes  $d_2$  y  $d_3$  para subgrupos de hasta 10 mediciones:

$n$	$d_2$	$d_3$
<b>2</b>	1 . 128	0 . 853
<b>3</b>	1 . 693	0 . 888
<b>4</b>	2 . 059	0 . 880
<b>5</b>	2 . 326	0 . 864
<b>6</b>	2 . 534	0 . 848
<b>7</b>	2 . 704	0 . 833
<b>8</b>	2 . 847	0 . 820
<b>9</b>	2 . 970	0 . 808
<b>10</b>	3 . 078	0 . 797

Construimos entonces un Gráfico X de prueba y representamos los promedios de los subgrupos:



Y un Gráfico R de prueba, donde representamos los rangos de los subgrupos:



Si no hay puntos fuera de los límites de control y no se encuentran patrones no aleatorios, se adoptan los límites calculados para controlar la producción futura.

---

## CTE-06.2. ANEXO 2: PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CALIDAD.

### DETERMINACION DEL NIVEL DE CALIDAD CON EL METODO DE VARIABILIDAD DESCONOCIDA

#### Definiciones:

**Muestreo aleatorio:** Es aquel muestreo en el que cualquier fracción del material a muestrear tiene igual probabilidad de ser muestreado. El muestreo aleatorio estratificado es un tipo de muestreo en el que lotes de trabajo se dividen en sublotos, de los cuales se obtienen muestras aleatorias, es decir sin consideración particular del muestreador y sin atención a patrones pre-establecidos.

**Frecuencia de muestreo:** Para aplicar el procedimiento de evaluación estadística, se requiere un mínimo de cinco muestras por lote.

**Tamaño del lote:** un lote es una cantidad discreta de trabajo, que será determinado de común acuerdo entre el supervisor y el Contratista, al cual se le aplicara el procedimiento de evaluación estadística. Un lote de muestras normalmente representa la cantidad total del trabajo producido en una jornada. Puede requerirse el análisis de más de un lote si ocurren cambios en los valores fijados en las fuentes de materiales, o si se piden por escrito cambios en la fórmula de trabajo de la mezcla o ajustes en ella.

**Límites de especificación:** los límites de especificación para las características de calidad se indican en los requisitos del contrato y son generalmente consistentes con los límites establecidos por las normas para pruebas y ensayos de materiales. Regirán los valores establecidos en las especificaciones contenidas en estos términos.

Un lote que contenga un porcentaje de material fuera de las especificaciones puede ser aceptado siempre que no existan defectos aislados identificados por el supervisor. Si existiesen defectos aislados, deberán ser corregidos o sustituidos con material nuevo en forma satisfactoria.

Todo el material rechazado deberá ser removido de la obra, incluyendo todas las partes de la obra en las cuales se haya utilizado el material no conforme con las especificaciones.

Cuando el número de muestras de un lote concluido sea inferior a 5,0 o si, por otras razones, el lote no se concluyó, no se aplicará el procedimiento estadístico.

#### Procedimiento de validación

##### COMPARACION DE VARIANZAS

**Paso 1.** Obtener/revisar las desviaciones estándar tanto del contratista ( $S_C$ ) como del supervisor ( $S_S$ )

**Paso 2.** Obtener el parámetro estadístico F calculado =  $S_C / S_S$



**Paso 3.** Obtener el valor de F crítico de la tabla de distribución de probabilidades de Fisher y los grados de libertad (GL) asociados a cada conjunto de resultados.

**Paso 4.** Comparación de varianzas

Si  $F_{calculado} < F_{critico}$ : No existe razón para creer que las varianzas del contratista y la supervisión son significativamente diferentes.

Si  $F_{calculado} > F_{critico}$ : Se rechaza la hipótesis de que las varianzas del contratista y supervisor no son significativamente diferentes

**Paso 5.** Comparación de los promedios del contratista ( $\bar{X}_C$ ) y del supervisor ( $\bar{X}_S$ )

**Paso 6.** Calculo del Parámetro estadístico t calculado.

Si  $F_{calculado} < F_{critico}$ , se utiliza una Desviación Standard combinada para el calculo de t

$$S_{comb} = \sqrt{S_C^2(n_C - 1) + S_S^2(n_S - 1) / (n_C + n_S - 2)}$$

$$t_{calculada} = \frac{|\bar{X}_C - \bar{X}_S|}{\sqrt{(S_{comb}^2 / n_C) + (S_{comb}^2 / n_S)}}$$

Grados de libertad

$$GL = n_C + n_S - 2$$

Intervalo De confianza

$$\bar{X}_C - \bar{X}_S \pm t_{(\alpha/2, GL)} S_{Comb} / \sqrt{n_C + n_S}$$

Si  $t_{calculada} < t_{critico}$ : No existe razón para creer que las dos medias sean significativamente diferentes

Si  $t_{calculada} > t_{critico}$ : Se determina que los resultados tienen promedios significativamente diferentes.

Si  $F_{calculado} > F_{critico}$  se utilizan las varianzas de cada muestra por separado.

$$t_{calculada} = \frac{|\bar{X}_C - \bar{X}_S|}{\sqrt{(S_C^2 / n_C) + (S_S^2 / n_S)}}$$

Grados de libertad

$$A = S_i^2 / n_i$$

$$GL = \frac{(A_C + A_S)^2}{(A_C^2 / n_C + 1) + (A_S^2 / n_S + 1)}$$

Intervalo de confianza

$$\overline{X}_C - \overline{X}_S \pm t_{\alpha/2} \sqrt{A_C + A_S}$$

Si t calculada < t crítico: No existe razón para creer que las dos medias sean significativamente diferentes

Si t calculada > t crítico: Se determina que los resultados tienen promedios significativamente diferentes.

En caso de que no se encuentre la fuente de error de las diferencias en los resultados, los resultados del laboratorio independiente serán usados para determinar el nivel de calidad. Si la validación es positiva, se establece nivel de calidad con datos del contratista y el supervisor. El nivel de calidad determinará la aceptación o rechazo de los lotes de trabajo

### Determinación del nivel de calidad

El Método de Variabilidad-Desconocida/ Desviación Estándar será usado para determinar el porcentaje estimado del lote que está fuera de los límites de las especificaciones. La cantidad de números significativos usada en los cálculos estará de acuerdo con AASHTO R 11, método absoluto.

El porcentaje estimado de trabajo que está fuera de los límites de las especificaciones para cada característica de la calidad, se determina como sigue:

**Paso 1.** Calcular la media aritmética ( $\overline{X}$ ) de los valores de los ensayos (incluirán los del supervisor si las muestras se tomaron independientemente):

Donde:

$\sum$  = Suma de X valores de los ensayos individuales

n = número total de valores de la muestra en consideración

**Paso 2.** Calcular la desviación estándar (s):

$$\sqrt{\sum (X - \overline{X})^2 / (n - 1)}$$

**Paso 3.** Calcular el Índice Superior de Calidad

El índice de calidad es un valor estadístico que se utiliza para estimar el área de la curva de distribución normal entre los límites de la especificación.

$$Q_U = (USL - \bar{X}) / S$$

Donde: USL = límite superior de la especificación

**Nota:** USL es igual al límite de la especificación del contrato o el valor meta más la desviación permisible.

**Paso 4.** Calcular el índice inferior de calidad ( $Q_L$ ):

$$Q_L = (\bar{X} - LSL) / S$$

Donde: LSL = límite inferior de la especificación

**Nota:** LSL es igual al límite de la especificación del contrato o al valor meta menos la desviación permisible.

En los casos en que sea posible predefinir los límites superior e inferior, estos se incluirán.

**Paso 5.** De la Tabla 106-1, determinar PU (porcentaje estimado del trabajo fuera del USL). PU corresponde a una  $Q_U$  dada. Si no se especifica un USL, PU es igual a 0.

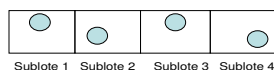
**Paso 6.** De la Tabla 106-1, determinar PL (porcentaje estimado del trabajo fuera del LSL). PL corresponde a un  $Q_L$  dado. Si no se especifica un LSL, PL es 0.

**Paso 7.** Calcular el porcentaje total estimado del trabajo fuera del USL y LSL (porcentaje defectuoso):  $PU + PL$

Repetir los pasos 1 a 7 en cada característica de calidad enumerada para la evaluación estadística.



Lote de trabajo



Ejemplo de muestreo estratificado

---

**CTE-06.3. ANEXO 3: CALCULO DEL FACTOR DE PAGO POR CALIDAD**

El factor de pago por calidad estará dado por la siguiente expresión:

$$FP = 55 + 0.5 \text{ PWL.}$$

La siguiente tabla muestra un ejemplo de asignación de los factores de importancia asignados a las características de calidad para carpeta asfáltica.


<b>Característica</b>	<b>Factor de Importancia</b>
Estabilidad Marshall	15%
Estabilidad Retenida	25%
Contenido de Asfalto	20%
Grado de Compactación	20%
Espesor	20%
<b>TOTAL =</b>	<b>100%</b>

**CTE-06.4. ANEXO 4: FORMATO DE INSPECCIÓN PREPARATORIA**

Logo del Contratista	Formato de Inspección Preparatoria		 Nos mantiene conectados	
Proyecto: _____				
Supervisor: _____				
Contratista: _____				
Actividad: _____			Código: _____	
			Fecha: _____	
N°	Asistentes	Cargo	Empresa	Firma:
<b>I. REVISIÓN DE MATERIALES:</b>				
A: TODOS los materiales ya fueron previamente aprobados? SI _____ NO: _____				
Si <b>NO</b> , cuales materiales no han sido aprobados?				
1.				
2.				
3.				
4.				
B: Estan TODOS los materiales accesibles? SI: _____ NO: _____				
Si <b>NO</b> , cuales materiales no estan accesibles?				
1.				
2.				
3.				
4.				
<b>II. REVISIÓN DE PLANOS:</b>				
A: Cuales son planos que aplican a esta actividad?				
B: Comentarios y observaciones: (Discrepancias contra especificaciones o condiciones naturales, etc)				

<b>III. REVISIÓN DE ALMACENAJE DE MATERIALES:</b>					
A: Estan TODOS los materiales almacenados y/o protegidos adecuadamente? SI: ___ NO: ___					
Si NO, cuales no están protegidos y/o almacenados adecuadamente? (incluir observaciones)					
1.					
2.					
3.					
Observaciones (Acciones a tomar)					
<b>IV. REVISIÓN DE ESPECIFICACIONES:</b>					
A: Estan las especificaciones presentes en obra? SI ___ NO ___					
B: Descripción del proceso constructivo por parte del contratista (incluye inspección del sitio)					
C: Rendimientos requeridos:					
N°	Material/actividad	Cantidad/ día	Rendimiento por equipo	Equipo necesario	
				Tipo	Cant
<b>V. REVISIÓN DE PRUEBAS DE LABORATORIO REQUERIDAS Y PROPUESTAS</b>					
N°	Nombre	Norma	Frecuencia	Cantidad total	Responsable
Observaciones:					
<b>VI. REVISIÓN DE MEDIDAS Y EQUIPOS DE SEGURIDAD OCUPACIONAL</b>					
A: Revisión de medidas de seguridad ocupacional:					
B: Revisión de equipo de seguridad ocupacional:					
F: _____ Ing. de Control de Calidad		F. _____ Ing. Superintendente		F. _____ Ing. de Aseguramiento de Calidad	

**CTE-06.5. ANEXO 5: FORMATO DE INSPECCIÓN INICIAL.**

<b>Logo del Contratista</b>		<b>Formato de Inspección Inicial</b>		 Nos mantiene conectados	
Proyecto: _____					
Supervisor: _____					
Contratista: _____					
Actividad:			Código:		Fecha:
N°	Asistenets	Cargo	Empresa	Firma:	
<b>I. REVISIÓN DE MATERIALES:</b>					
TODOS los materiales que se están usando son los aprobados? SI _____ NO:_____					
Observaciones					
<b>II. REVISIÓN DE PROCESOS DE EJECUCIÓN:</b>					
A: Los proceso de ejecución son los aprobados y cumplen con las especificaciones y resultados?					
<b>III. REVISIÓN DE CALIDAD DE LA OBRA:</b>					
A: Es la calidad aceptable? SI___ NO___					
<b>VI: REVISIÓN DE MEDIDAS Y EQUIPOS DE SEGURIDAD OCUPACIONAL</b>					
A: Revisión de medidas y equipo de seguridad ocupacional:					
F: _____ Ing. de Control de Calidad		F. _____ Ing. Superintendente		F. _____ Ing. de Aseguramiento de Calidad	

**CTE-06.6.ANEXO 6. FORMATO DEL REGISTRO DE INSPECCIÓN DIARIA (SEGUIMIENTO)**

<b>REPORTE DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DEL CONTRATISTA</b>		1. Fecha:	2. Reporte No.
3. <b>PROYECTO:</b>		4. No. de Contrato	
5. Contratista:		6. Supervisor:	
7. Clase De Clima: A ___ B ___ C ___ D ___ E ___ F ___		8. Temperatura ambiente :	9. Temperatura promedio del material durante su colocación:
10. <b>TRABAJO REALIZADO HOY:</b> (indique la ubicación tipo de trabajo y encargado de producción)			
11. <b>CLASE DE INSPECCIÓN</b>  Preparatoria ___ Inicial ___ Seguimiento ___			
12. <b>RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN:</b> (describa el trabajo satisfactoriamente completado y las deficiencias encontradas)			
13. <b>ENSAYOS REQUERIDOS POR EL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD, ENSAYOS EJECUTADOS Y RESULTADOS OBTENIDOS (INDIQUE NORMA DEL ENSAYO)</b>			



**14. INSTRUCCIONES RECIBIDAS:**

(Liste los comentarios o instrucciones del Supervisor, el FOVIAL o sus delegados, respecto a la calidad de la obra, y las acciones a llevar a cabo)

**15. NO CONFORMIDADES DETECTADAS.** Hacer referencia a registro de formatos de "Control de NO Conformidades"

N°	Descripción (breve)	Causa que la origino	Fecha de cierre propuesta

**16. CERTIFICACION DEL CONTRATISTA:**

Certifico que el presente reporte es completo y correcto, y que los materiales y mano de obra suministrados, así como el trabajo realizado, y los ensayos de materiales llevados a cabo durante el período cubierto por este reporte, están en estricta conformidad con los planos y especificaciones, excepto por las porciones descritas en los numerales anteriores de este reporte.

F. \_\_\_\_\_  
Ing. \_\_\_\_\_  
**Ingeniero de Control de Calidad**

F. \_\_\_\_\_  
Ing. \_\_\_\_\_  
**Ing. de Aseguramiento de Calidad**

NOTA 1: Llene cada numeral del formato, utilizando hojas adicionales, si se requiere de más espacio.

NOTA 2: CLASES DE CLIMA:

Clase A: No hubo interrupciones debido al clima de hoy.

Clase B: Las labores fueron interrumpidas en su totalidad debido a los efectos del clima de hoy


Clase C: Las labores fueron interrumpidas parcialmente debido a los efectos del clima de hoy

Clase D: Las labores fueron interrumpidas en su totalidad debido a los efectos del clima de la jornada anterior


Clase E: Buen clima, pero las labores fueron interrumpidas parcialmente debido a los efectos del clima de la jornada anterior

Clase F: Otro (describa).

**CTE-06.7. ANEXO 7: FORMATOS DE CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME**

Logo de Contratista.	F-GCMC-07 R4 febrero 2007	CONTROL DE NO CONFORMIDADES	
<b>PROYECTO:</b> _____ <b>SUPERVISOR:</b> _____ <b>CONTRATISTA:</b> _____			
Actividad:	Responsable de La Actividad:	Fecha de No Conformidad:	N° de No Conformidad.
NO CONFORMIDAD DETECTADA POR: SUPERVISOR <input type="checkbox"/> CONTROL DE CALIDAD <input type="checkbox"/> OTRO: _____ (Nombre e Institución)			
<b>ORIGEN DE LA NO CONFORMIDAD:</b>			
EJECUCION DE ENSAYOS	<input type="checkbox"/>	IMAGEN INSTITUCIONAL	<input type="checkbox"/>
RESULTADOS DE ENSAYO(S)	<input type="checkbox"/>	ESTIMACIONES	<input type="checkbox"/>
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	<input type="checkbox"/>	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	<input type="checkbox"/>
MAQUINARIA O EQUIPO DEFECTUOSO	<input type="checkbox"/>	CONTROL DE CALIDAD EN LINEA	<input type="checkbox"/>
LOGISTICA (RECURSOS DISPONIBLES)	<input type="checkbox"/>	DOCUMENTACIÓN Y REGISTROS	<input type="checkbox"/>
OTROS (Especificar):	<input type="checkbox"/>	TENDENCIA DE PRODUCTO NO CONFORME	<input type="checkbox"/>
<b>DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DE LA NO CONFORMIDAD:</b>			
<b>CAUSA RAIZ:</b>			
<b>DESCRIPCIÓN Y FECHA DE LA CORRECCIÓN (ACCIÓN INMEDIATA) (Que, quien, cuando):</b>			
<b>DESCRIPCIÓN Y FECHA DE LA ACCIÓN CORRECTIVA/PREVENTIVA (PARA RESOLVER LA CAUSA RAIZ). (Que, quien, cuando,)</b>			
<b>CIERRE DE LA NO CONFORMIDAD</b>			
FECHA:			
FIRMA SUPERVISOR:		FIRMA CONTRATISTA:	

**CTE-06.8. ANEXO 8: FORMATO ESTADO DE NO CONFORMIDADES**

Logo de Supervisor	F-GCMC-08	ESTADO DE NO CONFORMIDADES				
PROYECTO: _____ SUPERVISOR: _____ CONTRATISTA: _____						
Nº de NO CONFORMIDAD	Descripción	Fecha de emisión	Fecha de cierre	Estimacion en que se pago la obra.	Firma de Supervisor	

## CTE-06.9. ANEXO 9: FORMATO DE AUDITORIA DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS (EJEMPLO).

Determinación del Valor Relativo de Soporte  
(AASHTO T193)

Proyecto:-----  
Técnico Inspector:-----  
Fecha de Verificación:-----

EQUIPO	SI	NO
1. Molde de capacidad 1/30 p3( diámetro 6", altura 7") collarin de 2" de altura.Plato base perforado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Disco espaciador(diam 5 15/16, 2.416" altura)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Martillo(peso 10 lb) y 18" de caída libre)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Ranurador, espátula o navaja?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Sobrecargas de 5 lb c/u?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.Disco perforado con vastago ajustable?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Tripode con dial medidor de esfuerzp?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Piston de penetracion(diam 1.954" y 3" area, 4"long.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Maquina para aplicar carga de penetracion?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	SI	NO
1. Se ha tamizado el material por tamiz de 3/4"?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Se ha humedecido y curado el suelo adecuadamente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Se ha pesado el molde?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Se ha colocadp base perforada y disco espaciador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Se ha compactado el espécimen en cinco capas con espesores iguales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.Se han compactado tres especimens a 10, 25 y 56 golpes respectivamente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Los golpes han sido distribuidos correctamente en la superficie del suelo en cada capa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. El espécimen compactado es de aproximadamente de 5" de altura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Durante la compactacion el molde descansa sobre una superficie rigida y uniforme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Se ha pesado correctamente el molde+muestra?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.Se voltea el espécimen y se ha colocado el filtro?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Se ha colocado placa con extension y sobre cargas de 10 lb. Y es sumergido el espécimen en agua?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Se armo el dispositivo de deformaciones e inicia el procedimiento de tomar lecturas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Se ha saturado el espécimen durante 96 horas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15.Finalizado el periodo de curado se han dejado escurrir los especimenes por 15 min.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Se han pesado los especimenes antes de ser sometidos a penetracion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Se han alineado el eje del espécimen con el eje de la maquina de carga del ensayo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Se ha colocado el sobre peso indicado en la norma(10lb) y los dispositivos de medicion?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Se penetro el espécimen a una razon de 0.05"/min?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20Se tomaron las lecturas que especifica la norma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Se tomaron las cantidades correctas de suelo para determinar el contenido de humedad de la muestra?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. Se registraron los datos del ensayo en un formato adecuado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23.Se lleva un registro de todos los ensayos efectuados?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>


Material ensayado:  
Ubicación de la muestra

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

RESULTADOS DE LA VERIFICACION:  
CONFORME  NO CONFORME

Nota: Esta guía contiene el procedimiento de ensayo para determinar el CBR de laboratorio

**CTE-06.10. ANEXO 10: FORMATO DE INSPECCIÓN DE EQUIPOS**

<b>Logo del Contratista</b>	Formato de Inspección de Equipos	 Nos mantiene conectados
Contratista: _____ Supervisor: _____ Proyecto: _____		N° Correlativo: _____
<b>I. EQUIPO:</b>		
Fecha de entrada a proyecto:		Fecha de Revisión:
Tipo:		Código de equipo:
Marca:		
Modelo:		
Operador:		
<b>II. REVISIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO:</b>		
Observaciones:		
<b>III. REVISIÓN DEL SISTEMA MECANICO:</b>		
Observaciones:		
<b>IV. REVISIÓN DEL SISTEMA ELECTRICO</b>		
Observaciones:		
<b>VI: REVISIÓN DE SISTEMAS DE SEGURIDAD:</b>		
Observaciones:		
F: _____ Ing. de Control de Calidad	F. _____ Ing. Superintendente	F. _____ Ing. de Aseguramiento de Calidad