



UNIVERSIDAD LA SALLE

37
2ej

**ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.**

**"SISTEMAS DE GARANTIA/CONTROL
DE CALIDAD ISO 9000 APLICADO
AL PROYECTO DE LA DOBLE VIA
ELECTRIFICADA MEXICO-QUERETARO
DE FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO"**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

PRESENTA:
JOSE IVAN PEREZ ALFARO

ASESOR DE TESIS :
ING. JOSE MANUEL CAJIGAS RONCERO

MEXICO, D.F.

1994

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE.

INTRODUCCIÓN		Página i
CAPÍTULO I.	INTRODUCCIÓN DEL CONCEPTO DE CALIDAD TOTAL	Pág. 1
I.1	Sinópsis histórica	Pág. 1
I.2	Definiciones	Pág. 2
I.3	El Control de Calidad en el desarrollo de un proyecto de ingeniería	Pág. 8
I.4	El Control de Calidad en cada una de las etapas de un proyecto de ingeniería	Pág. 9
I.5	Esquema del Control de Calidad como parte integral del desarrollo de un proyecto de ingeniería	Pág. 12
CAPÍTULO II.	GARANTÍA DE CALIDAD	Pág. 13
II.1	Justificaciones y motivos	Pág. 13
II.2	Objetivos de un Sistema de Garantía de Calidad	Pág. 14
II.3	Alcance de un Sistema de Garantía de Calidad	Pág. 14
II.4	Importancia de los manuales de calidad	Pág. 16
II.5	Procedimientos de calidad	Pág. 20
CAPÍTULO III.	CERTIFICACIÓN DE SISTEMAS DE CALIDAD	Pág. 23
III.1	Definiciones	Pág. 23
III.1.1	Objetivos de la Certificación	Pág. 23

III.2	Niveles de validez de la Certificación	Pág. 24
III.3	Organización de un sistema de Certificación	Pág. 24
III.4	Proceso de Certificación de sistemas de calidad	Pág. 25
III.5	Situación de los sistemas de Certificación de sistemas de calidad en Europa y América Latina	Pág. 25
CAPÍTULO IV.	EL SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD	Pág. 27
IV.1	Los Subsistemas de Garantía de Calidad	Pág. 27
IV.2	Las funciones de la Garantía de Calidad	Pág. 28
IV.2.1	Actividades relacionadas con la preparación para la producción y la venta	Pág. 28
IV.3	Normativa de Sistemas de Calidad	Pág. 33
IV.4	Fundamentos de un Sistema de Calidad	Pág. 35
IV.5	Costos de un Sistema de Calidad	Pág. 36
IV.6	Desarrollo de un Sistema de Calidad	Pág. 38
CAPÍTULO V.	EL PROYECTO DE DOBLE VÍA ELECTRIFICADA MÉXICO - QUERÉTARO	Pág. 48
V.1	Obra civil	Pág. 48
V.2	Electrificación	Pág. 49
V.2.1	Alcance de los subsistemas del proyecto	Pág. 50
V.2.2	Subestaciones eléctricas de tracción	Pág. 53

V.2.3	Locomotoras y Talleres	Pág. 62
V.2.4	Circuito de retorno	Pág. 64
V.2.5	Energía auxiliar	Pág. 64
V.3	Telecomunicaciones	Pág. 65
V.4	Sistema de supervisión remota	Pág. 67
V.5	Señalización y telemando	Pág. 69
V.6	Programa de protecciones	Pág. 71

CAPÍTULO VI.	PROPUESTA DE GARANTÍA DE CALIDAD PARA EL PROYECTO	Pág. 75
VI.1	Auditoría de Calidad al proveedor	Pág. 75
VI.2	Desarrollo de una Auditoría de Calidad	Pág. 75
VI.3	Plan de inspección de Control de Calidad	Pág. 105
VI.3.1	Estudios de pre-asignación	Pág. 105
VI.3.2	Prueba y verificación de materiales	Pág. 106
VI.3.3	Inspección en la planta de fabricación	Pág. 106
VI.3.4	Testimonio de prueba de funcionamiento	Pág. 107
VI.3.5	Inspección visual previa al embarque	Pág. 107
VI.3.6	Inspección de empaque y marcas	Pág. 108
VI.3.7	Supervisión de trabajo realizado en sitio	Pág. 109
VI.3.8	Informes de avance	Pág. 109
VI.3.9	Agilización de metas y actividades	Pág. 109
VI.3.10	Testimonio de pruebas de aceptación	Pág. 110

VI.4	Rutas_Críticas	Pág. 111
VI.4.1	Etapa de diseño	Pág. 112
VI.4.2	Etapa de inspección en instalaciones del proveedor	Pág. 113
VI.4.3	Etapa de inspección en sitio	Pág. 114
VI.4.4	Etapa de operación	Pág. 115
	CONCLUSIONES	Pág. 116
	BIBLIOGRAFÍA	Pág. 118

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de Tesis tiene por objeto definir un Sistema de Garantía y Control de Calidad, basado en la normativa establecida por la International Standards Organization (ISO), en su Serie ISO 9000, y que se aplica al Proyecto de Ferrocarriles Nacionales de México denominado "Doble Vía Electrificada México-Querétaro".

Asimismo se hacen ver las ventajas que ofrece el establecimiento y puesta en práctica de un Sistema de Garantía de Calidad, no solamente para un complejo proyecto de ingeniería, como lo es el presente, sino para prácticamente cualquier actividad desarrollada dentro de la industria.

El Capítulo I, corresponde a una visión general de la historia de la Garantía de la Calidad y a la definición y explicación de los términos que comunmente se manejan en el vocabulario de la Garantía/Control de la Calidad. También se indica en forma genérica, cómo puede intervenir en el desarrollo de un Proyecto de Ingeniería.

El Capítulo II, señala por qué es necesario contar con un Sistema de Garantía de la Calidad, los objetivos que se persiguen con este, y la importancia que tienen los manuales y procedimientos de calidad dentro del sistema.

El Capítulo III, hace referencia a la Certificación de Sistemas de Calidad; cuáles son los pasos para certificar un sistema y qué organismos están acreditados a nivel mundial para otorgar dicha certificación.

En el Capítulo IV, se hace una definición precisa de un Sistema de Calidad; cuáles son sus funciones, su normativa y sus fundamentos. Asimismo se hace referencia a los costos de un Sistema de Calidad.

El Capítulo V, habla íntegramente del Proyecto "Doble Vía Electrificada México-Querétaro". Se hace una breve descripción de sus diferentes subproyectos, como son:

- Obra civil
- Electrificación
- Telecomunicaciones
- Sistemas de supervisión remota
- Señalización y telemando
- Programa de protecciones

Cabe observar que este proyecto fue seleccionado muy particularmente, debido a su alto nivel de complejidad y a los diversos problemas que se han presentado en el desarrollo del mismo, ocasionados principalmente, por la falta de un sistema de calidad adecuado, y que se han reflejado en un atraso de varios años en su terminación y puesta en operación.

Finalmente, el Capítulo VI, es una aplicación de los conceptos analizados en los primeros cuatro capítulos, al proyecto de la "Doble Vía Electrificada México-Querétaro". Implica una serie de puntos y actividades por los que se sugiere debió haber pasado el proyecto, con el fin de haber hecho mas ágil y seguro su desarrollo.

I. INTRODUCCIÓN DEL CONCEPTO DE CALIDAD TOTAL

I.1. SINOPSIS HISTÓRICA

En tiempos antiguos, las relaciones entre el comprador y el proveedor se regían de acuerdo a términos sumamente sencillos, se limitaban a la confianza mutua. El comprador daba a conocer sus deseos y el proveedor hacía lo mas para complacerlo produciendo el artículo de acuerdo con su propio código de artesano. Gradualmente la concepción artesanal de "buena calidad", dio origen al concepto de Garantía de Calidad que nace hace mas de cincuenta años en los Estados Unidos de América. Hasta entonces, el comprador se conformó con verificaciones esporádicas en la línea de producción que justificaban su confianza en el proveedor.

Por esta época, los fabricantes norteamericanos comenzaron a tomar conciencia de los peligros inherentes al llamado concepto de "Buena Calidad": la carencia de requerimientos lo suficientemente detallados por parte del comprador, procedimientos no establecidos de producción o de control, inexistencia de informes de producción, la tendencia a la improvisación a falta de información, deterioro de bienes terminados durante el almacenaje o transporte, etc. Todos estos factores podían implicar serios problemas a las empresas interesadas. Algunos ejemplos de lo anterior son los siguientes:

- 1) Las turbinas del barco "Queen Elizabeth II" no fueron sometidas a pruebas exhaustivas en forma previa a su instalación. En el momento en que entraron en operación, vibraciones imprevistas causaron importantes daños en la nave.
- 2) 1974: Un avión de pasajeros se precipita a tierra. La causa: mal funcionamiento de un perno en el compartimiento de equipaje. La debilidad de esta pieza pudo haber quedado revelada durante una prueba de presurización previa. A pesar de todo, el avión contaba con un certificado de seguridad aérea.
- 3) 1969: La armada francesa decide adoptar el sistema IRIS 50 para computarizar el manejo de su personal. Desafortunadamente, el período promedio de operación de este sistema no excedía las cuatro horas cuando eran necesarias seis para hacer los pagos.
- 4) Durante varios años una pequeña fabrica productora de partes eléctricas aumentó cerca del 2 % sus costos, como resultado de reparaciones innecesarias a causa de errores sistemáticos en mediciones. El 50 % de los aparatos de calibración empleados para medición se encontraban normalmente mal calibrados; algunos elementos bien regulados eran rechazados mientras que otros deficientemente fabricados, eran aceptados.

- 5) Una empresa canadiense de gran importancia subcontrató la fabricación de elementos de tipo "Mecano" con la intención de instalar una serie de torres de conducción de energía eléctrica al norte de este país. La producción y el transporte al sitio de instalación se llevaron a cabo sin ningún problema, pero, al iniciarse la misma se encontró que era prácticamente imposible el armado de los diferentes componentes de las torres. Los agujeros para montaje en los distintos elementos se habían llevado a cabo de una forma completamente arbitraria, sin el correspondiente control de calidad del conjunto.

Inicialmente en la industria militar y posteriormente en la industria nucleoelectrónica, se vio la necesidad de lograr un producto conforme a los requerimientos programados a través de la definición de un nivel de calidad en forma previa a la asignación de la manufactura de un producto a un proveedor subcontratista. La noción de "garantía" substituyó a la confiabilidad de años atrás. Esto significó una garantía de que el producto cumpliría con el fin propuesto.

La Garantía de la Calidad se convirtió entonces en una necesidad de desarrollo, para evitar que un producto o servicio no fuera confiable.

I.2. DEFINICIONES.

Para precisar el concepto de Garantía de Calidad, es necesario conocer los conceptos más importantes que lo forman.

Con este fin, se describen a continuación, los términos expresados en la norma internacional ISO 8402.

En estas definiciones, debemos entender como "producto" o "servicio" lo siguiente:

- El resultado de actividades o procesos (producto tangible o producto intangible como un servicio, un programa de computación, un diseño, indicaciones de uso) o bien,
- Una actividad o proceso (para proporcionar algún servicio o la ejecución de un proceso de producción o manufactura).

- 1) **Calidad:** La totalidad de las particularidades o características de un producto o servicio relacionadas con su capacidad para satisfacer necesidades establecidas o implícitas.

Notas:

- a) En un ambiente contractual, las necesidades son específicas, mientras que en otros ambientes, las necesidades se deben identificar y definir con claridad

y precisión.

- b) En algunos casos, las necesidades pueden modificarse con el tiempo, lo que implica una revisión periódica de las especificaciones.
 - c) Las necesidades son normalmente traducidas a características con criterios específicos. Las necesidades pueden incluir aspectos de aplicación, seguridad, disponibilidad, confiabilidad, mantenimiento, economía y ambiente.
 - d) El termino "calidad" no se emplea para expresar un grado de excelencia en un sentido comparativo, ni se usa en un sentido cuantitativo para evaluaciones técnicas. En estos casos puede usarse un adjetivo "calificativo", por ejemplo, con los siguientes términos:
 - I. "Calidad relativa" en la que los productos o servicios se encuentran jerarquizados sobre una base relativa en términos de grado de excelencia o en sentido "comparativo".
 - II. "Nivel de Calidad" y "Medida de Calidad" en donde se llevan a cabo evaluaciones técnicas precisas en un sentido "cuantitativo".
 - e) La calidad de un producto o servicio es influida por diferentes etapas de actividades interrelacionadas como pueden ser diseño, producción u operación de servicio y mantenimiento.
 - f) El alcance económico de una calidad satisfactoria incluye todas las etapas del ciclo de calidad ("espiral" de calidad) como un todo. Las contribuciones a la calidad de las varias etapas dentro del ciclo, son identificadas algunas veces en forma separada para dar énfasis, dos ejemplos: "Calidad atribuible al diseño" o "Calidad atribuible a la implementación".
 - g) En algunas fuentes de referencia, la calidad se define como una "adecuación al uso", "adecuación al propósito", "satisfacción del comprador" o "conformidad con los requerimientos". Puesto que las anteriores representan solo algunas características de la calidad, son normalmente necesarias explicaciones mas completas que eventualmente nos conducirán al concepto definido.
- 2) Grado: Un indicador de la categoría o rango relacionado con las características con que se cubren las diferentes necesidades para productos o servicios que se intenta sean utilizados para el mismo uso funcional.

Notas:

- a) Un producto de grado elevado puede ser de calidad inadecuada en relación a su capacidad para satisfacer necesidades como por ejemplo: un hotel lujoso con

servicio deficiente o una casa de huéspedes con excelente servicio.

- b) En donde el grado sea presentado numéricamente, es común que el mas alto grado sea 1 y que los mas bajos sean 2,3,4, etc.
- 3) **Circulo de Calidad:** Modelo conceptual de actividades interactuantes que influyen en la calidad de un producto o servicio en varias etapas abarcando desde la identificación de necesidades hasta la garantía de que estas hayan sido satisfechas.
- 4) **Política de Calidad:** Las intenciones globales y la dirección de una organización en lo referente a la calidad tal como son expresadas por la Alta Gerencia.

Nota:

La política de calidad forma un elemento de la política de la empresa y es autorizada por la Alta Gerencia.

- 5) **Gerencia de Calidad:** Elemento de la Gerencia global de la empresa que determina y pone en funcionamiento la política de calidad.

Notas:

- a) El logro de la calidad deseada requiere del compromiso y participación de todos los miembros de la organización, mientras que la responsabilidad del manejo de calidad corresponde a la Alta Gerencia.
 - b) El manejo de calidad incluye la planeación estratégica, la localización de recursos y otras actividades sistemáticas relacionadas con calidad como podrían ser: planeación de calidad, operaciones, evaluaciones, etc.
- 6) **Garantía de Calidad:** Todas aquellas acciones planeadas y sistemáticas necesarias para proporcionar la seguridad de que un producto o servicio podrá satisfacer los requerimientos dados de calidad.

Notas:

- a) A menos que los requerimientos dados reflejen plenamente las necesidades del usuario, la Garantía de la Calidad no estará completa.
- b) Para proporcionar mayor efectividad, requiere normalmente de un seguimiento continuo de los factores que afecten la adecuación del diseño o especificación para las aplicaciones pretendidas, tanto de verificaciones y auditorías de producción como de instalación y operaciones de inspección.

- c) Dentro de una organización, sirve como una herramienta de manejo. En situaciones contractuales, también sirve para proporcionar confianza al proveedor.

- 7) Control de Calidad: Las técnicas de operación de las actividades empleadas para cumplir con los requerimientos de calidad.

Notas:

- a) Con el fin de evitar alguna confusión, debe tenerse el cuidado de incluir un término específico al referirse a derivados del control de calidad como puede ser: "Control de Calidad de Fabricación" o al referirse a un concepto mas amplio como: "Control de Calidad de la Empresa".
- b) El Control de Calidad involucra técnicas operativas y actividades destinadas tanto al seguimiento y verificación de un proceso como a la eliminación de causas de funcionamiento insatisfactorias en etapas trascendentes del ciclo de calidad con el fin de que conduzcan a una efectividad económica.

- 8) Sistema de Calidad: La estructura organizacional, responsabilidades, procedimientos, procesos y recursos necesarios para poner en funcionamiento la Gestión de la Calidad.

- 9) Plan de Calidad: Un documento en el que se establecen las prácticas específicas de calidad, recursos y secuencia de actividades relacionadas con un producto en particular, servicio, contrato o proyecto.

- 10) Auditoría de Calidad: Un examen sistemático e independiente con el fin de determinar si las actividades de calidad y los resultados relacionados, cumplen con las condiciones establecidas, si estas son llevadas a cabo efectivamente y resultan adecuadas para alcanzar los objetivos propuestos.

Notas:

- a) La auditoría de calidad se aplica típicamente, pero no se limita a un sistema de calidad o a sus elementos: procesos, productos o servicios. Estas auditorías son frecuentemente llamadas: "Auditoría de Sistema de Calidad", "Auditoría de Calidad de Proceso", "Auditoría de Calidad de Producto", "Auditoría de Calidad de Servicio".
- b) Las auditorías de calidad deberán ser llevadas a cabo por personal que no tenga responsabilidad directa en las áreas que son auditadas, pero, preferentemente que trabajen en cooperación con el personal correspondiente.

- c) Un propósito de la Auditoría de Control de Calidad es evaluar la necesidad de mejoras o de acciones correctivas. Una auditoría no debe ser confundida con: "Vigilancia" o "Inspección", actividades relacionadas únicamente con fines de control de proceso o de aceptación de producto.
 - d) Las Auditorías de Calidad pueden ser llevadas a cabo para propósitos internos o externos.
- 11) **Vigilancia de Calidad:** El seguimiento y verificación continuos del estado de los procedimientos, métodos, condiciones, procesos, productos y servicios y el análisis de los registros relacionados con las referencias establecidas para garantizar que los requerimientos específicos de calidad están siendo cumplidos.

Nota:

La Vigilancia de Calidad puede ser llevada a cabo por o en beneficio del comprador para asegurar que se está cumpliendo con los requerimientos contractuales.

- 12) **Revisión del Sistema de Calidad:** Una evaluación formal por parte de la Alta Gerencia sobre el estado que guarda el Sistema de Calidad y su adecuación con relación a la política de calidad y los nuevos objetivos resultantes de las circunstancias cambiantes.
- 13) **Revisión de Diseño:** Un examen formal, documentado, amplio y sistemático de un diseño para evaluar las necesidades y capacidad del mismo para satisfacerlas. La identificación de problemas y propuesta de soluciones.

Notas:

- a) La revisión del diseño por sí misma no es garantía de un diseño adecuado.
 - b) Una revisión de diseño puede llevarse a cabo en cualquier etapa del proceso del mismo.
 - c) La adecuación del diseño implica aspectos tales como ajuste al propósito, factibilidad, fabricación, funcionamiento, confiabilidad, capacidad de mantenimiento, seguridad, aspectos ambientales, escala de tiempo y costo del ciclo de vida.
- 14) **Inspección:** Actividades tales como medición, exámenes, pruebas, calibración de una o más características del producto o servicio y comparación de estas con los requerimientos que se especifican para determinar su conformidad.
- 15) **Seguimiento:** La capacidad de seguir la historia, aplicación, localización de un

artículo o actividad, a través de identificaciones registradas.

Nota:

El término "Seguimiento" puede tener alguno de los tres significados siguientes:

- I) En un sentido de distribución, se refiere a productos o servicios.
 - II) En un sentido de calibración, se relaciona con equipo de medición de acuerdo con estándares nacionales o internacionales, estándares primarios o constantes físicas básicas o propiedades.
 - III) En un sentido de recopilación de datos, se refiere a cálculos y datos generados a través del ciclo de calidad a un producto o servicio.
- 16) Concesión: Autorización escrita para emplear o liberar una cantidad de material, componentes o repuestos que ya han sido producidos pero que no cumplen con los requerimientos especificados.
 - 17) Permiso de Producción; Permiso de Desviación: Autorización escrita previa a la producción o previa a la prestación de algún servicio para salir de los requerimientos específicos en una cantidad específica o por un tiempo determinado.
 - 18) Confiabilidad: La capacidad de un artículo para desempeñar una función requerida bajo condiciones establecidas por un periodo de tiempo también establecido. El término "Confiabilidad" también se usa al expresar una característica de la misma que denota la probabilidad o el factor de éxito.
 - 19) Responsabilidad del Producto; Responsabilidad del Servicio: Un término genérico empleado para describir la responsabilidad de un fabricante o de otros para restituir por pérdidas relacionadas con daño personal a la propiedad u otros perjuicios ocasionados por un producto o servicio.
 - 20) Inconformidad: El no cumplimiento de los requerimientos específicos.

Notas:

- a) La definición cubre la ausencia de una o mas características de calidad o los elementos del sistema de calidad de los requerimientos específicos.

- b) La diferencia básica entre "Inconformidad" y "Defecto" consiste en que los requerimientos específicos pueden diferir de los requerimientos de aplicación.

21) Defecto: El no cumplimiento de los requerimientos pretendidos de aplicación.

Notas:

- a) La definición cubre la ausencia de una o más características de calidad de los requerimientos pretendidos de aplicación.

- b) Ver la nota "b" del punto 20.

22) Especificación: Documento que señala los requerimientos con los que el producto debe cumplir.

Nota:

Una especificación debe hacer referencia a los planos, modelos u otros documentos relacionados indicando también el significado y criterio a través del cual se puede verificar la conformidad.

1.3. EL CONTROL DE CALIDAD EN EL DESARROLLO DE UN PROYECTO DE INGENIERÍA

Un proyecto de ingeniería comprende varias etapas:

Planeación y diseño; fabricación; puesta en operación y planes de mantenimiento correctivo y preventivo.

La mayoría de estos proyectos, incluyen una compleja gama de factores que pueden entorpecer su desarrollo y uno de ellos lo puede constituir la diversidad de fuentes de las que pueden provenir los equipos, materiales o sistemas que se adquieren para ponerlo en marcha.

El papel del Control de Calidad en este aspecto en particular, debe ser, entre otras cosas, el asegurar que estos equipos, materiales o sistemas se encuentren oportunamente en el lugar en que van a ser utilizados y que cumplan adecuadamente con las necesidades para las que fueron requeridos, debiendo asegurarse, también, de que operarán en las áreas correspondientes conforme a las necesidades y objetivos del proyecto.

El Control de Calidad deberá por tanto, ser proporcionado en todos los niveles del mismo y las inspecciones que se requieran para cumplir con él, deberán aplicarse a todas las acciones que así lo necesiten.

Esto se reflejará necesariamente en un ahorro de recursos y tiempo, en una mayor eficiencia, en una reducción en los riesgos y en un incremento en los beneficios que podrá

brindar el proyecto.

1.4. EL CONTROL DE CALIDAD COMO PARTE DE CADA UNA DE LAS ETAPAS DE UN PROYECTO DE INGENIERÍA

1) **Fase de Planeación y Diseño:**

Actividad del Control de Calidad a ser desarrollada:

REVISIÓN DEL DISEÑO.

Revisión de planos, especificaciones e instrucciones especiales para determinar si se cumple o no con los requerimientos del proyecto así como con las reglamentaciones, códigos y normas aplicables.

Revisión de todos los documentos clave y los cálculos para determinar hasta qué grado puede cumplir un equipo o material con los parámetros que se especifican en un contrato.

2) **Fase de Abastecimiento:**

Actividad del Control de Calidad a ser desarrollada:

ESTUDIO DE PREASIGNACION.

Examen minucioso de las garantías que ofrece el fabricante potencial de que su producto cumple con las especificaciones que requiere el proyecto. Podría ser de utilidad también estudiar la experiencia de la empresa, sus referencias, fuentes y posibilidades técnicas y financieras, capacidad de producción y procedimientos que emplea en el Control de Calidad.

3) **Fase de Fabricación:**

Actividad del Control de Calidad a ser desarrollada:

A) VERIFICACIÓN Y PRUEBA DE MATERIALES.

Comprobación de que los materiales, sistemas y componentes empleados para el proyecto se encuentran de acuerdo con las especificaciones contractuales.

Revisión de los reportes de prueba y certificados de origen. Se deberán llevar a cabo las pruebas y análisis mayores que el producto requiera.

B) INSPECCIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL FABRICANTE.

Visitas regulares al lugar de manufactura del fabricante y/o de sus

subproveedores verificando la conformidad de los bienes producidos con las especificaciones correspondientes.

C) ANÁLISIS DEL PRODUCTO TERMINADO.

Verificación de que todos los componentes han sido fabricados de acuerdo a los parámetros requeridos y tolerancias permitidas.

D) EJECUCIÓN DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

Ejecución de pruebas de funcionamiento asegurando que los resultados se encuentren de acuerdo con las obligaciones contractuales y con las normas que se especifican. Verificación minuciosa de los procedimientos de prueba incluyendo el ajuste y calibración de los equipos de medición.

E) INSPECCIÓN VISUAL FINAL.

Examen de los equipos y sistemas terminados en las instalaciones del fabricante en forma previa a su empaque para verificar su apariencia general y su conformidad con las especificaciones contractuales; características técnicas, acabado, limpieza, peso, cantidad, accesorios (número, localización, marcas, apariencia general, dimensiones, etc.)

**4) Fase de Embarque desde el Lugar de Fabricación:
Actividad del Control de Calidad a ser desarrollada:**

A) VERIFICACIÓN DE LA CONFORMIDAD CON LOS TÉRMINOS DEL CONTRATO.

Identificación del equipo durante el embarque. Verificación del contenido, revisión de la lista de empaque, verificación de marcas de envío en el embalaje.

Verificar que el material de empaque cumple con las especificaciones requeridas y es adecuado para el tipo de transporte a ser usado.

Verificar que los artículos sean manejados con los mecanismos adecuados tales como grúas para carga y descarga. Verificación del cumplimiento con todas las reglamentaciones de los documentos de envío.

B) SUPERVISIÓN DE CARGA.

En las operaciones de carga deberán minimizarse los riesgos de daño en el transporte y manejo, por ejemplo, la revisión de sujetadores, acuñamientos y protecciones adecuadas en el vehículo de transporte.

C) MANEJO DE TRÁFICO.

Se pueden coordinar todas las actividades necesarias para el movimiento de los bienes desde diversos puntos de partida hasta su destino final.

Esto incluiría:

Selección de la ruta óptima y del medio de transporte mas adecuado, disponibilidad de lugares de almacenaje y verificación de que los documentos de transporte y/o de aduana estén en regla.

5) Fase de Construcción y Puesta en Operación:
Actividad del Control de Calidad a ser desarrollada:

A) SUPERVISIÓN EN SITIO.

La instalación de un equipo complejo podrá requerir de la presencia y coordinación de equipos de especialistas en los campos de la ingeniería civil, eléctrica, mecánica y electrónica, automatización, soldadura, dirección de proyecto y administración. El sistema aplicado de Control de Calidad debe proporcionar una coordinación de todos los elementos del proyecto asegurando el empleo óptimo de tiempo y de recursos.

Se debe mantener una verificación permanente en la calidad y continuidad del trabajo.

B) EJECUCIÓN DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO:

Se deberán llevar a cabo pruebas de aceptación en campo, abarcando la preparación de los procedimientos de prueba, el control de la calibración de los equipos de prueba y la interpretación de los resultados.

6) Fase de Mantenimiento.

Actividad del Control de Calidad a ser desarrollada:
CONTROL DE CALIDAD EN EL MANTENIMIENTO.

El Control de Calidad en el mantenimiento en un proyecto de ingeniería se logra a través de la verificación periódica que del mismo se hace a los equipos y sistemas que intervienen en él.

7) Actividades de Control de Calidad Multi-Fase:

Estas actividades pueden incluirse en cualquiera de las etapas mencionadas previamente, entre ellas, podemos mencionar las siguientes:

A) Estudios de Garantía de Calidad.

Se logran a través de auditorías o inspecciones en las que se verifica que todas las condiciones de contrato, códigos aplicables, normas y reglamentaciones gubernamentales sean cumplidas.

Para la ejecución de un proyecto es necesario contar con la existencia de un manual de procedimientos de Control de Calidad.

B) Informe de Avance del Proyecto.

Se debe verificar el progreso del trabajo en etapas críticas tales como:

- a) Planeación.
- b) Estudios previos.
- c) Investigación y establecimiento de especificaciones.
- d) Aprobación de planos y diagramas.
- e) Emisión de órdenes de trabajo.
- f) Asignación de órdenes a subcontratistas.
- g) Fabricación.
- h) Empaque.
- i) Reservación de espacio para embarque.
- j) Informe de avance real contra avance programado.

Se deberá determinar el progreso real del proyecto comparándolo con el programa o ruta crítica determinado para el mismo, con el fin de poder detectar y analizar actividades que podrían significar retrasos.

1.5. ESQUEMA DEL CONTROL DE CALIDAD COMO PARTE INTEGRAL DEL DESARROLLO DE UN PROYECTO DE INGENIERÍA

(Ver Figuras 1. a 3.)

ESQUEMA DEL CONTROL DE CALIDAD EN EL DESARROLLO DE UN PROYECTO

ETAPA DE DISEÑO

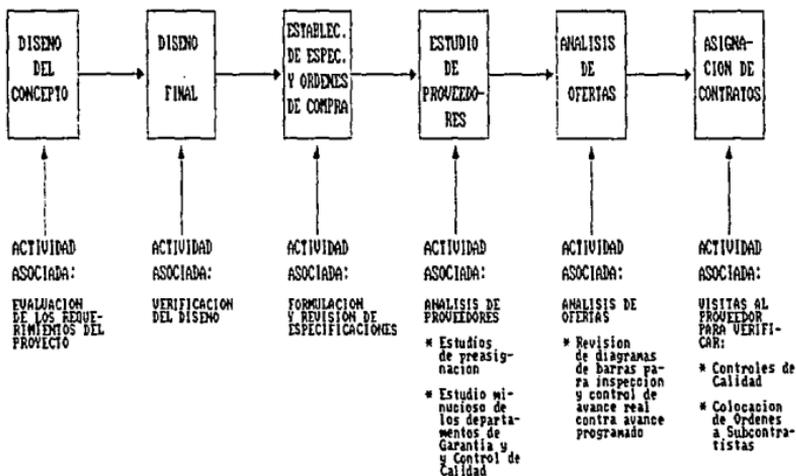


Figura 1.

ESQUEMA DEL CONTROL DE CALIDAD EN EL DESARROLLO DE UN PROYECTO

ETAPA DE CONSTRUCCION INSPECCION AL PROVEEDOR Y EN SITIO

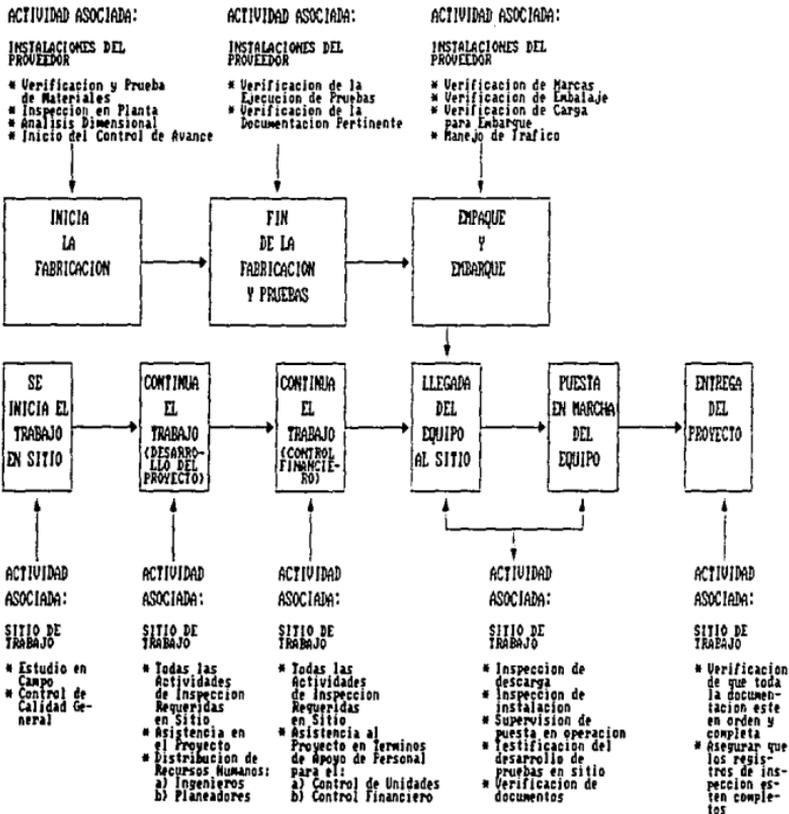


Figura 2.
Pagina 12.2

ESQUEMA DEL CONTROL DE CALIDAD EN EL DESARROLLO DE UN PROYECTO

ETAPA OPERATIVA

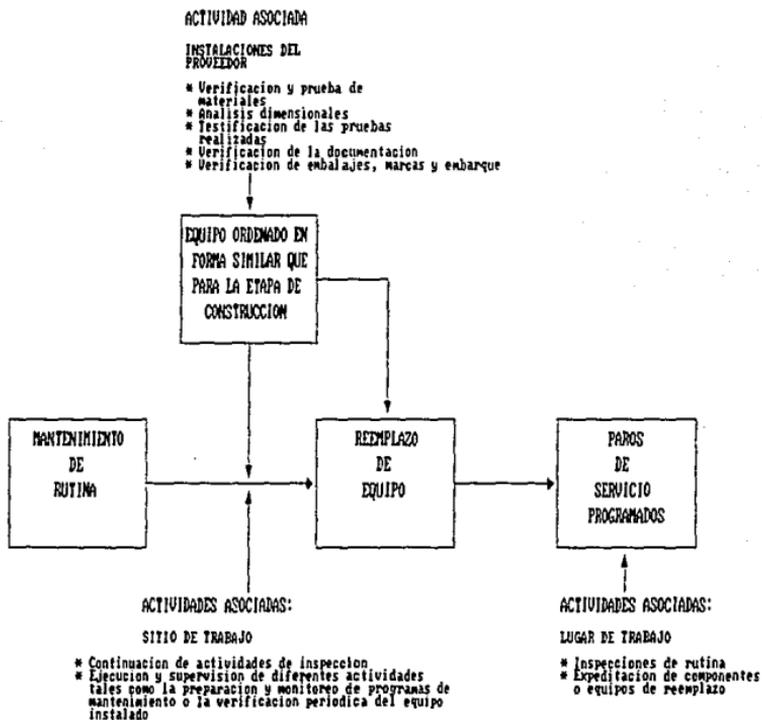


Figura 3.

II. GARANTÍA DE LA CALIDAD

II.1. JUSTIFICACIONES Y MOTIVOS.

Las mayores pérdidas que se manifiestan por la falta de calidad se reflejan principalmente en términos de tiempo y dinero.

Algunos problemas que implica la falta de calidad incluyen:

- * Fallas para cumplir con las especificaciones
- * Fallas para cumplir con los tiempos de entrega
- * Fallas en el uso

Ante el constante aumento de los costos en el mundo industrializado, la calidad se convierte en un parámetro muy significativo.

Es evidente que existe una correlación importante entre el nivel de calidad de una empresa, su participación en el mercado y los resultados obtenidos.

Además, la importancia de una supervisión cuidadosa de los costos para la garantía de la calidad deben ser considerados en base a los valores absolutos de los mismos y a su conexión con las alternativas para obtener economías.

Los tipos de costos de calidad universalmente aceptados son:

A. Costos del Sistema de Garantía de Calidad.

Costos de Prevención: Costos de planificación de la calidad, control de diseño, especificaciones, obtención y análisis de informes de calidad, adiestramiento y entrenamiento, etc.

Costos de Garantía de la Calidad, incluyendo inspección de recepción, control de procesos, inspección de producto terminado, calibración y control de instrumentación, etc.

B. Costos por Fallas.

Costos por Fallas Internas: Rechazos de partes, búsquedas, recargo en el uso de equipos y mano de obra, etc.

Costos por Fallas Externas: Costos relacionados con los reclamos, garantías, devoluciones, pérdida de prestigio y de futuras ventas.

II.2. OBJETIVOS DE UN SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD

Toda empresa establece sus objetivos y metas en cuanto a sus productos y servicios y debe considerar los siguientes aspectos para tener éxito:

- * Los productos y servicios deben satisfacer necesidades, aplicaciones y finalidades bien definidas.
- * Deben satisfacer necesidades y expectativas de los clientes, deben de estar de acuerdo con las normas y especificaciones establecidas, deben ser vendidos a un precio competitivo y producidos a un costo tal que deje utilidad.

Para alcanzar estos objetivos, toda empresa debe organizarse de tal forma que todos los factores técnicos, administrativos y humanos que puedan afectar la calidad del producto o servicio estén bajo control.

Todos estos controles apuntan a reducir y finalmente eliminar deficiencias de calidad del producto o servicio.

Una función básica de un sistema de Garantía de Calidad es prevenir las No Conformidades de calidad, detectar y corregir las mismas de forma planeada, disciplinada y sistemática.

Las intenciones y objetivos referidos a calidad son establecidos por la Alta Gerencia en la Política de Calidad de la empresa. Este documento constituye la base para todos los esfuerzos referidos a la calidad.

II.3. ALCANCE DE UN SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD

- * ¿Que es un Sistema de Garantía de Calidad?

De acuerdo con la norma ISO-8402 (Ver Capitulo de Definiciones), su significado es el siguiente:

"La estructura organizacional, las responsabilidades, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para implantar la gestión de calidad".

Por lo tanto, esta definición cubre dos aspectos básicos:

1. En qué consiste el sistema, es decir, la política de calidad, la organización, las responsabilidades y los procedimientos y procesos.
2. Los métodos para poner en práctica, verificar y corregir esta estructura.

Tan pronto como se comienzan a analizar las actividades que afectan a la calidad, se

nota que toda actividad forma parte de un proceso y muchas veces tiene relación con otros sectores y procesos.

El "CICLO DE CALIDAD" de la norma ISO-9004 demuestra claramente el alcance e interdependencia de las diferentes actividades:

(Ver Figura 4.)

La misma norma dice:

"Un sistema de calidad se aplica típicamente, e interactúa con todas las actividades pertinentes a la calidad de un producto o servicio. Involucra a todas las etapas desde la identificación inicial hasta la satisfacción final de los requisitos y expectativas del cliente".

La importancia de las interfases internas y externas queda mas clara aún en el Círculo de Calidad para servicios (de acuerdo con ISO-9004-2):

(Ver Figura 5.)

La calidad de servicios es en gran parte función de la calidad de tres procesos principales: mercadeo, proyecto y ejecución de servicios.

La definición de Garantía de Calidad esclarece su alcance y los tipos de actividades que involucra:

"La Garantía de Calidad abarca todas las acciones planeadas y sistemáticas necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio satisface los requisitos de calidad establecidos".

Esta definición permite las siguientes interpretaciones:

- * Las acciones deben ser planeadas, es decir, la secuencia y los métodos deben de ser definidos antes de la ejecución.
- * Sistemática, es decir que todas las actividades que afectan a la calidad están interrelacionadas en un sistema que abarca las actividades comerciales, administrativas y operacionales.
- * Los requisitos de calidad deben ser claramente definidos y mutuamente acordados; el sistema debe permitir la verificación del cumplimiento con estos requisitos.
- * Todas las acciones deben ser proyectadas para prevenir problemas, mientras tanto el sistema debe ser capaz de identificarlos cuando ocurren y corregirlos de tal manera que no se repitan.

EL CICLO DE LA CALIDAD

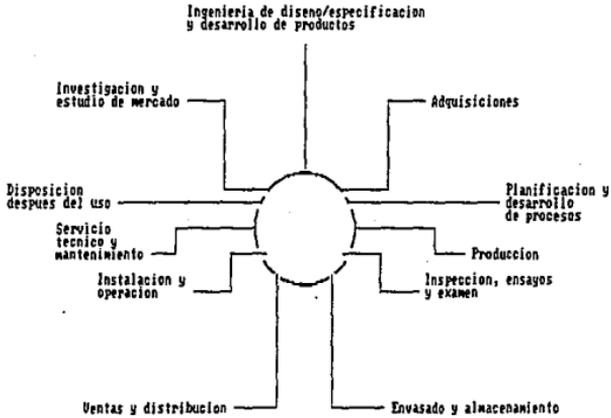


Figura 4.
Pagina 15.1

CICLO DE LA CALIDAD DEL SERVICIO

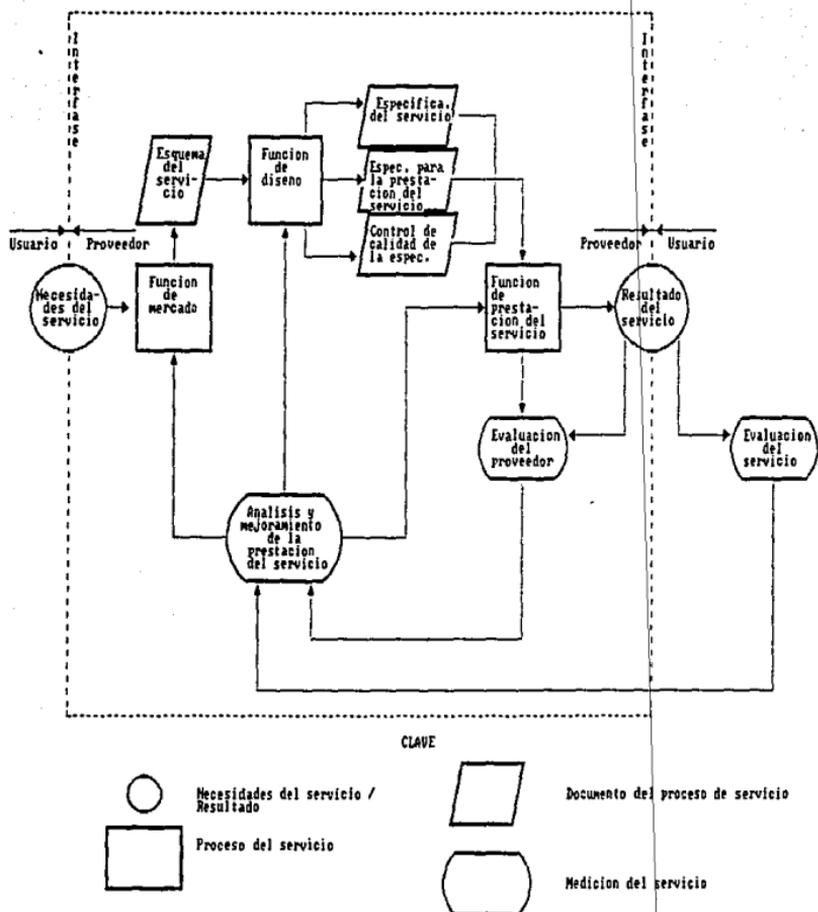


Figura 5.

II.4. IMPORTANCIA DE LOS MANUALES DE CALIDAD

Es necesario documentar un sistema formal de calidad.

A través de esto, se "racionaliza" y especifica el trabajo de un departamento de calidad y es una forma efectiva de promocionar el conocimiento de la calidad en la empresa. Asimismo, demuestra la capacidad de ésta, para operar un sistema eficiente de Garantía de Calidad, el cual resultará en la entrega de bienes o servicios con la calidad especificada.

II.4.1. CONTENIDO DEL MANUAL DE CALIDAD.

Cada manual es único pues describe el sistema de calidad en una organización específica, pero por norma general debe contener al menos lo siguiente:

1. TITULO

2. ALCANCE

Descripción de las operaciones de la organización y cuáles oficinas o lugares son cubiertos por este manual.

3. REVISIONES

Se deben mencionar las revisiones hechas desde su primera edición.

4. TABLA DE CONTENIDO /ÍNDICE

La tabla de contenido o índice facilitan la identificación de un tema y proporcionan la información específica sobre donde se encuentra este en el manual.

5. LISTA DE DISTRIBUCIÓN

Favorecen al control del manual al mostrar el número de manuales en existencia y los poseedores de cada una de las copias numeradas.

6. RESPONSABILIDAD DE LOS POSEEDORES DE LOS MANUALES EN LA ACTUALIZACIÓN

Debe establecerse claramente que los poseedores de los manuales deben incorporar las revisiones o los nuevos documentos en los manuales bajo su control inmediatamente sean estos recibidos por ellos.

7. ESTABLECIMIENTO DE LA POLÍTICA DE CALIDAD

En las primeras páginas del manual se debe establecer la política de calidad de la organización. La política debe ser aprobada y firmada por el ejecutivo de mas alto rango en la empresa.

8. ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN PARA GARANTÍA DE CALIDAD

Para asegurar la operación eficiente de un sistema de calidad en una organización, es necesario, y la norma específicamente establece que, "el representante de la Gerencia" sea nombrado para "coordinar los asuntos de calidad". Esta sección incluirá la organización general de la empresa mostrando la estructura organizacional de las secciones o departamentos, la organización de departamentos o secciones específicamente relacionados con la determinación de la calidad y sus relaciones con los otros departamentos.

Esta sección puede también incluir una descripción de las funciones del Departamento de Garantía de Calidad.

9. ESPECIFICACIONES DEL TRABAJO

Debe existir una descripción de trabajo para todo el personal que tenga una función dentro del Departamento de Control de Calidad.

Además, cuando la organización sea muy grande, deberá existir una especificación de trabajo para los jefes de departamento no relacionados exclusivamente con la calidad, en la que se muestre su responsabilidad en la contribución a las tareas relacionadas con la calidad.

10. NOTAS SOBRE EL CONTROL DEL MANUAL

Puesto que el manual de calidad es un documento controlado, se deberán describir los siguientes puntos:

- * Quién autorizará y emitirá copias del manual.
- * Quién autorizará y emitirá cambios en el manual.
- * Quién revisará el manual y examinará su importancia a la luz de revisiones y cambios en tipos de trabajo, responsabilidades y variaciones en el manejo del sistema.

Normalmente, estos tres elementos principales serán responsabilidad del Gerente de Calidad y deberá hacerse referencia en su especificación de trabajo.

11. DESCRIPCIÓN DEL CONTROL DE PROCEDIMIENTOS

Normalmente los procedimientos de calidad se mantienen en manuales diferentes por razones de confidencialidad. Sin embargo una sección del manual de calidad debe ser asignada a la descripción de estos procedimientos, que detallan como opera el sistema de calidad.

Sin embargo, hay ciertos procedimientos que todos los manuales deben tener en común:

- * Revisión Gerencial del sistema de calidad
- * Revisión de contratos
- * Control de diseño
- * Control de documentos
- * Control de compras
- * Identificación del producto y seguimiento
- * Inspección y pruebas
- * Inspección de los equipos de medición y prueba
- * Acciones correctivas
- * Manejo, empaque y despacho
- * Registros de calidad
- * Auditorías internas de calidad
- * Entrenamiento

12. DOCUMENTACIÓN

Esta sección del manual debe contener una copia de todas las formas que estén en uso en el departamento de calidad.

13. ÍNDICE DE PROCEDIMIENTOS DE CALIDAD

14. INSTRUCCIONES DE TRABAJO

Todas las empresas tienen formas específicas para comunicar sus instrucciones de trabajo.

Para cumplir con los requisitos de las normas de Garantía de Calidad, los sistemas empleados deben ser formales, documentados e implantados de una manera ordenada.

Las instrucciones de trabajo incluyen planos, listas de partes, cartas de rutina, instrucciones de operación, planes de inspección, procedimientos de inspección, etc. Es un requisito que los documentos de instrucción sean revisados y aprobados de acuerdo con los procedimientos establecidos antes de la emisión y, por supuesto, debe ser posible verificar que esto ha sido realizado.

Los sistemas para emisión y distribución de estos documentos de instrucción deben estar en forma tal que si cualquier documento ha sido cambiado después de su emisión, se pueda tener la certeza de que todas las copias han sido corregidas y el usuario del documento está enterado del cambio o modificación.

15. PROGRAMA DE CALIDAD

Es el conjunto documentado de actividades, recursos y eventos que sirven para implementar el sistema de calidad de una organización.

Esto quiere decir, que si el trabajo que se va a realizar exige operaciones que requieren procedimientos extras de control, adicionales a los ya existentes o reemplazar los existentes en el manual, se necesitaría escribirlos e incorporarlos en el Programa de Calidad para este trabajo en particular. Por ejemplo, un oscilador puede necesitar reunir requisitos de operación conforme a parámetros extranjeros, necesitando pruebas no aplicadas normalmente a los elementos producidos. No todos los trabajos demandan la preparación de programas de calidad. La introducción de un programa de calidad normalmente se hace con el fin de facilitar el control.

16. PLAN DE CALIDAD

Es una descripción de las operaciones que se van a realizar e incluye los procedimientos y documentos de referencia, los medios de verificación acordados y los registros generados con respecto a un proyecto específico.

Además contiene los procedimientos de calidad; códigos, normas, especificaciones, planos, etc., los cuales se aplican a un trabajo en particular y permiten que las operaciones y actividades propias se realicen de tal manera que se asegure el cumplimiento satisfactorio de la calidad; las verificaciones que serán hechas por el contratista o por el cliente en relación con las aprobaciones; los registros que deben ser mantenidos, el lugar donde deben ser mantenidos y los procedimientos escritos que definen quién es el responsable de realizar una o varias tareas.

Las guías del plan dependen en gran parte de la complejidad de las actividades o del proyecto, pero usualmente los planes deben ser aprobados antes de

comenzar el trabajo, después de lo cual el plan forma parte del contrato.

II.5. PROCEDIMIENTOS DE CALIDAD

Un procedimiento de calidad es una exposición formal de las acciones necesarias para obtener un control y una calidad adecuados. El procedimiento de calidad es una serie de instrucciones escritas que son aplicadas a una operación específica para tratar de asegurar la obtención de un nivel establecido de calidad. El procedimiento debe establecer claramente lo siguiente:

QUÉ es lo que debe hacerse si un objetivo de calidad en particular no se cumple.

QUIÉN debe controlar el equipo, materia prima e información a ser usada; probar el producto específico, completar un documento, etc.; autorizar la liberación de los productos al paso siguiente o distribuir el documento a otro departamento.

CÓMO debe ser probado el producto, evaluado el servicio y la recolección de datos registrada.

CUÁNDO debe tener lugar la operación y deben ser realizadas las pruebas.

Por ejemplo, si tuviéramos que compilar un procedimiento para la calibración de equipos de prueba, tendríamos la necesidad de decidir:

1. Los equipos a los que se aplica este procedimiento.
(La exactitud de algunos puede ser crítica, mientras que la aplicación de otros no justifica los costos de calibración).
2. Cómo van a identificarse los equipos individualmente.
(Si deberían existir números, etiquetas, etc.).
3. Cómo debe ser registrada la información de cada equipo.

Otros factores que deben ser controlados podrían ser:

- Qué información debe ser registrada.
- Estado de calibración.
- Quién realiza la calibración.
- Frecuencia de calibración incluyendo mención de cuándo debe ser hecha la siguiente.

4. **Cómo se debe llevar a cabo la calibración para cada tipo de equipo.**
(Debe estar de acuerdo con algún requisito en especial, con las especificaciones del fabricante o alguna otra técnica).
5. **Quién debe estar autorizado para hacer la calibración.**
6. **Cómo deben ser marcados los equipos "buenos".**

La siguiente información debe estar siempre presente en un procedimiento:

- TÍTULO:** Muestra las tareas que cubre el procedimiento.
- NÚMERO:** Debe ser el mismo que se colocó en el Manual de Calidad.
- ESTADO DE EMISIÓN:** Muestra qué revisión está en uso.
- FECHA DE EMISIÓN:** Fecha en la que la presente emisión fue entregada.
- NÚMERO DE PÁGINAS.**
- AUTORIDAD EMISORA:** Se debe detallar quién es el responsable por el contenido de un procedimiento. Normalmente será el Jefe de un Departamento, Gerente de División o Gerente General.
- AUTORIDAD PARA LA APROBACIÓN:** Es aquella persona que investiga que el procedimiento cumpla con el sistema de Garantía de la Calidad.
Normalmente es una persona nominada por el Departamento de Garantía de Calidad.
- FECHA DE APROBACIÓN.**
- INTRODUCCIÓN:** Es un resumen breve que clarifica las tareas cubiertas por el procedimiento.

ALCANCE:

Explica la extensión de la materia objeto en el procedimiento.

MÉTODO:

Explica como es llevada a cabo la calibración.

III. CERTIFICACION DE SISTEMAS DE CALIDAD

III.1. DEFINICIONES:

¿Qué es la certificación?

En términos generales podemos decir que es una "Declaración de una Institución Reconocida de que algo o alguien cumple con ciertos requisitos".

Interpretando esto:

- * "Institución reconocida" Significa que alguna entidad esté acreditada por alguien. Esta acreditación puede ser en diferentes niveles: por las partes interesadas, a nivel nacional o internacional.
- * "Algo" puede referirse a:
 - Lotes de productos.
 - Productos.
 - Procesos.
 - Sistemas de calidad.
 - Patrones.
 - Sistemas de metrología.
 - Ensayos y análisis.
- * "Alguien" se refiere a personas en función de (por ejemplo):
 - Auditores vinculados a empresas o independientes.
- * "Ciertos requisitos" significa la referencia para la certificación, por ejemplo: para la certificación de un sistema de calidad la base son las normas ISO 9001, 9002 o 9003.

III.1.1. OBJETIVOS DE LA CERTIFICACIÓN:

Un certificado constituye una especie de pasaporte para ejercer ciertas actividades o para el libre tránsito de productos o servicios.

En el caso de certificados de Sistemas de Calidad, estos se vuelven prerrequisitos para ciertos productos. Además remueven las barreras comerciales o técnicas entre los países a partir de la existencia de un mutuo reconocimiento.

La gran ventaja de la certificación de un Sistema de Calidad para las empresas es la reducción y en el caso ideal, la eliminación de auditorías múltiples de su Sistema de Calidad para cada cliente a partir de que el certificado sea reconocido por todos.

III.2. NIVELES DE VALIDEZ DE LA CERTIFICACIÓN

Certificación "Internacional":

El caso ideal sería la existencia de un sistema de certificación único reconocido por todos los países del mundo.

Existen pocos acuerdos de reconocimiento mutuo entre países (por ejemplo el que existe entre Inglaterra y Holanda).

Certificación "Nacional":

En este caso la validez de un certificado es reconocida en el ámbito de un país. Por ejemplo Inglaterra opera con un Sistema de Certificación de Sistemas de Calidad y de Auditores de estos y ya han sido certificadas mas de 16 000 empresas.

Operar un sistema de certificación a nivel nacional exige una estructura organizacional bastante compleja.

Certificación con reconocimiento de los interesados:

En este caso la validez del certificado es mucho mas reducida pues se limita solamente a las dos partes (comprador y proveedor), grupos de empresas o sectores de la industria y el comercio.

"Autocertificación":

Consiste en la declaración de conformidad emitida por el propio proveedor.

En resumen, antes de considerar cualquier tipo de certificación es necesario investigar el nivel de validez que el mercado o el cliente exige.

III.3. ORGANIZACIÓN DE UN SISTEMA DE CERTIFICACIÓN

En base al modelo inglés, a continuación se explica la organización de un sistema de certificación de Sistemas de Calidad a nivel nacional:

ORGANISMO DE ACREDITACIÓN

ORGANISMOS DE CERTIFICACIÓN DE SISTEMAS DE CALIDAD (18 EMPRESAS)

CERTIFICACIÓN DE AUDITORES (IQA)

EMPRESAS QUE REQUIEREN CERTIFICACIÓN DE SUS SISTEMAS DE CALIDAD

AUDITORES CERTIFICADOS

El National Accreditation Council for Certification Bodies (NACCB) acredita a los organismos de Certificación para certificar Sistemas de Calidad de empresas de ciertos sectores.

El NACCB delega la administración de la Certificación de Auditores de Sistemas de Garantía de Calidad en el Institute for Quality Assurance (IQA).

Las empresas que quieren certificar sus Sistemas de Calidad a uno de los 18 organismos de certificación que tienen la acreditación para certificar en el ramo de la empresa candidata.

Las auditorías de los Sistemas de Calidad de las empresas candidatas a la certificación por el IQA.

III.4. PROCESO DE CERTIFICACIÓN DE SISTEMAS DE CALIDAD

En el flujograma siguiente se indican las etapas principales del proceso de certificación:

(Ver diagrama)

III.5. SITUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN DE SISTEMAS DE CALIDAD EN EUROPA Y AMÉRICA LATINA

Europa:

Varios países operan Sistemas de Certificación Nacionales, por ejemplo: Inglaterra, Holanda, Francia, Alemania, Suiza, etc.

La base normativa para un sistema unificado de Europa existe parcialmente a través

PROCESO DE CERTIFICACION DE UN SISTEMA DE CALIDAD

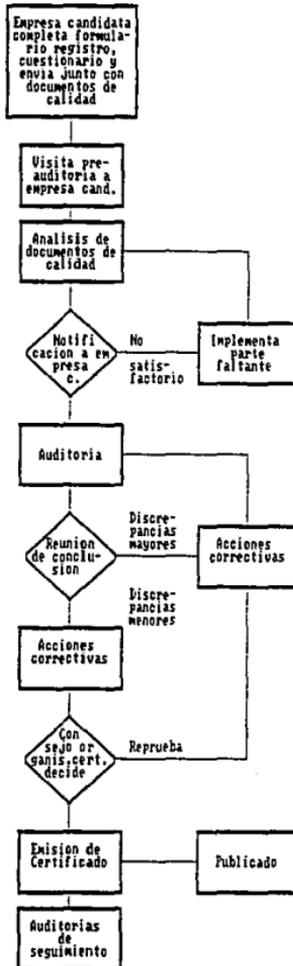


Figura 6.
Pagina 25.1

de las normas en:

- * La EN 45012 "General Criteria for Certification Bodies Operating Quality Systems Certification" es la base para la acreditación de Organismos de Certificación de Sistemas de calidad (por ejemplo: la acreditación de 18 empresas por parte del NACCB).
- * Las ISO 9001, 9002 y 9003 son la base para certificar Sistemas de Calidad.
- * La EN 45013 "General Criteria for Certification Bodies Operating Certification of Personnel" es la base para acreditar organismos de Certificación de Auditores (por ejemplo, la acreditación del IQA por parte del NACCB).

Las bases para la certificación de auditores aun no están definidas.

Existe como guía la ISO 10011. Parte 2 - "Guidelines for Auditing Quality System Auditors". La European Organization for Quality (EOQ) está trabajando en una norma específica para la certificación.

La base para la ejecución de auditorías está definida en la ISO 10011. Parte 1 - "Guidelines for Auditing Quality Systems, Part 1: Auditing".

Dos organismos están empeñados en armonizar los sistemas nacionales a nivel Europa:

La "European Organization for Testing and Certification" (EOTC) y el "European Committee for Quality System Assessment and Certification" (EQS).

América Latina:

Solamente Brasil y Colombia operan un Sistema de Certificación de Sistemas de Calidad, pero hasta el momento, ninguno de los dos esta en condiciones de ser reconocido por el Sistema Europeo (Situación a Noviembre de 1991).

Hasta el momento, ningún país ha establecido un Sistema de Certificación de Auditores.

Las empresas latinoamericanas recurren normalmente a la certificación de Sistemas de Calidad de acuerdo con Sistemas Nacionales Europeos o Estadounidenses.

IV. EL SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD

IV.1. LOS SUBSISTEMAS DE GARANTÍA DE CALIDAD

El concepto de calidad puede ser subdividido en tres partes:

Calidad de diseño
Calidad de Fabricación
Calidad de Venta / Servicio

De igual manera, el concepto de Garantía de Calidad puede también subdividirse en tres partes:

I.- Garantía de Calidad del Diseño o Proyecto.

Esto es, la planificación, especificación y control de las características de calidad de productos, procesos productivos, métodos de decisiones básicas relacionadas con los medios para asegurar el uso previsto, mantenimiento, servicio, etc.

II.- Garantía de Calidad de Fabricación.

Esto es, la planificación, especificación y control del grado de conformidad del producto final con respecto al diseño.

III.- Garantía de la Calidad de la Venta y Servicio.

Esto es, la planificación, especificación y control de los principios, métodos y niveles de: venta, mantenimiento, servicio y aspectos similares que preocupan a los usuarios al utilizar el producto.

Estas tres partes de la Garantía de la Calidad originan tres sistemas importantes dentro del Sistema Total de Garantía de Calidad.

Estos tres sistemas, pueden a su vez, desglosarse en subsistemas.

De acuerdo con el concepto de sistemas de control como mecanismo con realimentación, el proceso de decisión de los subsistemas tiene el carácter, ya sea de planificación y especificación o de control/verificación, esto es: inspección, análisis y comparación, formando de esta manera la base de decisiones para las acciones correctivas y/o de ajuste de las especificaciones.

Debe observarse que se ha hecho una distinción entre el control directo e indirecto. El "Control Directo" significa el control de productos y procesos de fabricación de acuerdo con las especificaciones. El "Control Indirecto" significa la verificación de lo apropiado y correcto de las especificaciones.

Las decisiones tomadas dentro de un Sistema de Garantía de Calidad, en varios niveles de jerarquía de la empresa difiere en cuanto a su frecuencia, nivel de detalle, etc.

A "Nivel Estratégico" se toman decisiones sobre metas, objetivos y políticas.

Los ejemplos de esto pueden ser los objetivos y políticas de calidad, necesidades del mercado a ser satisfechas, nivel de calidad de los productos, la ponderación de los distintos parámetros de calidad, distribución de recursos del Sistema de Garantía de Calidad, etc.

A "Nivel Táctico", las funciones principales son las de preparar procedimientos y reglas por las cuales puedan lograrse los objetivos y metas propuestos, sujetos a determinadas restricciones.

Decisiones relacionadas con las actividades de Garantía de Calidad de la Ingeniería (proyecto y producción), evaluación de proveedores, etc.

Decisiones a nivel operativo, son de naturaleza más rutinaria y de programación, se relacionan, por ejemplo, con actividades de inspección, mantenimiento de los instrumentos de medición, etc.

IV.2. LAS FUNCIONES DE LA GARANTÍA DE CALIDAD

La función de la Garantía de la Calidad puede ser descrita por medio de tareas o actividades generales, cada una de las cuales es esencial y depende del tipo y objetivos de cada empresa.

El número total de actividades puede ser clasificado dentro de los tres grupos siguientes:

- a) Actividades relacionadas con la preparación para la producción y la venta.
- b) Actividades relacionadas con el flujo de materiales y productos.
- c) Actividades generales.

IV.2.1. ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA PREPARACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN Y LA VENTA

FIJAR LAS METAS Y NIVELES PARA LOS NUEVOS PRODUCTOS

Esta actividad incluye el análisis del mercado e identificación de necesidades, que son la base para determinar la calidad del diseño. Se incluyen también las decisiones sobre los niveles de calidad para los nuevos productos y la determinación de los parámetros de calidad.

Igualmente contienen decisiones relacionadas con aspectos de calidad referentes a la venta e instalación, uso, mantenimiento, servicio y la verificación de todo lo anterior.

GARANTÍA DE CALIDAD PREVENTIVA

Esta actividad cubre todos los esfuerzos para "construir la calidad dentro del producto", comprende:

- Desarrollo y diseño del producto
- Preparación de la producción, esto es, la planificación de métodos y procesos
- Determinación de principios y procedimientos para la venta y el servicio
- Evaluación del producto final

Durante las distintas etapas del desarrollo del producto, deben realizarse análisis y pruebas con el fin de definir las distintas características de calidad que el producto debe satisfacer para así cumplir con las exigencias de los usuarios, es decir, los requerimientos de análisis de defectos potenciales, revisiones de diseño y confiabilidad.

Estas actividades cubren también los esfuerzos para asegurar la compatibilidad de las características del diseño y los correspondientes niveles de calidad con la capacidad real de fabricación, incluyendo la determinación y eliminación de los problemas eventuales de fabricación antes de comenzar la producción formal. Esto implica también, entre otras cosas, la comprobación (o control indirecto) de los métodos de producción en relación a las exigencias de calidad.

Decisiones en cuanto a los aspectos de venta, incluyendo los principios relacionados con los distintos temas asociados con el producto (propaganda, mantenimiento, servicio, etc.) deben formalizarse por medio del desarrollo de procedimientos, instrucciones, etc., necesarios para asegurar el uso o aplicación adecuados.

La evaluación de lo adecuado de dichos lineamientos es importante a efectos de asegurar la satisfacción del usuario.

La verificación de la "calidad final" de un nuevo producto, basado en ensayos y revisión de diseños anteriores y en ensayos adicionales, debería realizarse en forma previa a su autorización para la producción y la venta.

PREPARACIÓN PARA EL CONTROL

Esta función cubre tres actividades principales:

- Elaboración de las especificaciones de calidad
- Planificación de la inspección
- Determinación de técnicas y equipos de medición

La determinación de las especificaciones de calidad, son la base de la Garantía de la Calidad de fabricación. Una parte de esta actividad es la de clasificar y fijar los niveles de calidad de las distintas características de un producto.

Esta clasificación incluye una evaluación de la importancia y los riesgos originados por defectos en los materiales en sus diferentes etapas desde la condición de materia prima, hasta el producto terminado.

La especificación y planeamiento de la inspección conjuntamente con la especificación de la calidad, constituyen la totalidad en que basar las actividades de inspección.

La evaluación de las especificaciones y de los planes de calidad de inspección es un proceso continuo a fin de determinar si se hacen necesarias modificaciones.

Una buena Garantía de la Calidad dependerá en alto grado de la cuantificación de las características de procesos y productos.

La preparación de este control implica la determinación de los métodos de ensayos y mediciones, la compra de instrumentos de control y su mantenimiento.

A fin de mantener la exactitud de las mediciones, a menudo se requiere de un sistema de control de la calibración.

EVALUACIÓN Y VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE LOS PROVEEDORES E INSPECCIÓN DE RECEPCIÓN

La vigilancia de la calidad de los proveedores cubre la necesidad de confirmar su aptitud en cumplir los requerimientos en cuanto a calidad. La evaluación implica o cubre a sus sistemas de Garantía de la Calidad, procedimientos, instalaciones y equipos.

La relación con los proveedores se extiende a veces a la cooperación y planificación conjunta sobre aspectos de la Garantía de la Calidad.

Esta cooperación puede incluir la asistencia para poner "a punto" un programa efectivo de control de calidad.

El control de los materiales que ingresan es lo que normalmente se realiza como inspección de los materiales y componentes adquiridos. Su propósito es evaluar si cumplen con las especificaciones y si no proceder a su rechazo. Un método muy utilizado son los planes de muestreo, según normas MIL-ST-105D (Estados Unidos), similar a la ISO 2959.

Además de dicho control, que se hace directamente con el ingreso del insumo, este tipo de actividades puede incluir el "control de calidad indirecto" a través del registro y evaluación del "nivel de calidad" de cada proveedor.

CONTROL DE CALIDAD DURANTE LA PRODUCCIÓN

La aprobación de "conjuntos", que comprende el armado de máquinas, herramientas, instrumentos y materiales. Dicho armado debe ser ajustado de tal manera que el producto conforme lo que se ha especificado.

La aprobación podrá basarse en el resultado de la inspección sobre la primer pieza.

La inspección de proceso, implica la inspección "continua" del proceso productivo. Su objetivo es asegurar que el mismo está "bajo control" a fin de "prevenir" una producción defectuosa.

"Herramientas Estadísticas" tales como los gráficos de control, son comunes de encontrar en esta etapa.

Los resultados de la inspección del proceso, constituyen una base muy importante para evaluar las especificaciones y los métodos productivos.

La inspección de lotes de componentes semiterminados necesita trasladarse de una zona a otra pudiéndose usar, aquí también, planes de muestreo.

El Control de Calidad durante la producción cubre además varios tipos de análisis. Tal es el caso de las "inconformidades" que se detecten para lo cual la "resolución", es decir, el análisis con el propósito de restaurar la "normalidad" cuando se ha "salido de control".

El "análisis de la capacidad del proceso" es importante para la selección del equipo adecuado de fabricación y en la determinación "realista" de las especificaciones de calidad (en especial, las tolerancias), para lo cual se emplean los gráficos de control en los procesos de inspección que sustentarán "estadísticamente" las decisiones y criterios.

CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO

La inspección de los productos terminados, es la última oportunidad de que se dispone para detectar "disconformidades/defectos", antes de su venta o despacho. Una cierta cantidad de "propiedades funcionales" del producto deberán ser por primera vez medidas u observadas luego del armado final, por ejemplo, los ensayos de "confiabilidad" y "medio ambiente".

Aquí se utilizan con mucha frecuencia "planes de muestreo de aceptación".

En algunos casos es necesario requerir de un 100% de inspección/verificación, es decir, inspeccionar cada unidad producida.

CONTROL DE CALIDAD RELACIONADO CON LA VENTA/SERVICIO

La función del Control de Calidad incluye la vigilancia y evaluación de problemas que se presentan luego de la venta del producto/servicio. Esto implica observar las reacciones del cliente, es decir, si el uso le brinda menor satisfacción que la prevista al fijarse los niveles y parámetros de calidad.

Por lo tanto, la vigilancia cubre los tres conceptos de Garantía de Calidad, es decir: Diseño, Fabricación y Ventas/Servicio.

Las fuentes de información, sobre la aparición de defectos a nivel de ventas, podrán ser:

- Informes de quejas de los usuarios
- Informes del personal de servicio
- Informes de los distribuidores y análisis del mercado

Esta actividad también incluye el tratamiento de reclamos y todos aquellos casos relacionados con "responsabilidad legal" sobre el producto.

FORMULACIÓN DE LAS METAS/OBJETIVOS Y POLÍTICA DE CALIDAD

Los objetivos y la política constituyen la base del programa de Garantía de Calidad de una empresa.

Las metas y objetivos de calidad implican decisiones fundamentales sobre los niveles de calidad de los productos y también incluyen la interacción de los tres conceptos de calidad, es decir:

- Calidad del Diseño
- Calidad de la Fabricación
- Calidad de Ventas/Servicio

Partiendo de los objetivos y metas de calidad se derivan un conjunto de políticas que a su vez constituyen lineamientos de acuerdo a los cuales las principales funciones deberán conducir al logro de dichas metas.

CONTROL DE LOS COSTOS/INGRESOS DE LA CALIDAD

Las actividades relacionadas con un control adecuado del presupuesto de la Garantía de la Calidad, incluyen distintos tipos de análisis económicos y la preparación y control de dicho presupuesto.

Los análisis cubren, por ejemplo, la evaluación de los efectos de una Garantía de la Calidad ineficiente.

También se realizan estos análisis con el propósito de localizar áreas críticas y

causas de costos elevados, brindando además respaldo informativo para reducir costos en determinados proyectos.

Como herramienta presupuestaria, el control del costo de la calidad permite optimizar costos y planificación, y lo que es mas importante, contribuir a mejorar el rendimiento teniendo presente las metas y objetivos buscados.

En definitiva, el costo de la calidad debe ser cuidadosamente presupuestado y periódicamente informado para su evaluación por los distintos niveles gerenciales.

EDUCACIÓN Y ENTRENAMIENTO SOBRE LA CALIDAD Y SU CONTROL

Debido a que el Control de Calidad afecta a casi todos los niveles de la empresa, es esencial que la educación y entrenamiento sean efectuados paralelamente.

La planificación e implementación de esas actividades, que pueden diferenciarse en la forma y su contenido, incluye frecuentemente a todas las áreas de la compañía y a todos sus niveles jerárquicos. Pueden implementarse actividades educativas dentro y/o fuera de la empresa que abarquen desde seminarios para el máximo nivel de dirección, a enseñanza programada para técnicas específicas, por ejemplo, inspección dimensional.

IV.3. NORMATIVA DE SISTEMAS DE LA CALIDAD

Son varias las normas internacionales sobre Sistemas de la Calidad. Podemos mencionar los siguientes:

- | | | |
|---|----------------|---|
| - | Spec. API Q1 | American Petroleum Institute |
| - | CSA Z-299 | Canadian Standard Association |
| - | IAEA 50-C-QA | Organismo Internacional de la Energía Atómica |
| - | ASME NCA 4000 | Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos |
| - | ISO Serie 9000 | International Standard Organization |

Todas ellas se encuentran actualmente en vigencia, pero a raíz de la unificación europea existe una tendencia a la adopción de ISO como único organismo internacional de normalización.

Las ISO Serie 9000 son normas referidas a Sistemas de la Calidad y se denominan:

ISO 9000 - NÓRMAS PARA LA GESTIÓN Y GARANTÍA DE LA CALIDAD. PAUTAS PARA LA SELECCIÓN Y UTILIZACIÓN.

Son dos los objetivos de esta norma:

- a) Clasificar las diferencias e interrelaciones entre los principales conceptos de la Calidad.
- b) Proveer pautas para la selección y uso de la serie de normas internacionales ISO sobre Sistemas de Calidad que pueden ser utilizadas con dos propósitos:
 1. La ISO 9004 para la Gestión Interna de la Calidad.
 2. Las ISO 9001, 9002 y 9003 para garantizar la Calidad a los clientes.

La ISO 9000 especifica que la serie de Normas Internacionales (ISO 9001 a 9004) está destinada a ser utilizada en dos situaciones diferentes: contractual y no contractual.

De esta manera, tenemos la siguiente estructura para estas normas sobre Sistemas de la Calidad.

La norma ISO 9000, de consulta obligada, establece en términos generales las reglas para el empleo de las normas precitadas:

Norma ISO 9004 de Gestión de la Calidad y elementos del Sistema de Calidad.

Normas ISO 9001, 9002 y 9003 de Sistemas de Calidad ante situaciones contractuales.

La norma establece para estos casos las recomendaciones para la selección de los modelos de Garantía de la Calidad.

El siguiente es en síntesis el alcance y utilización de cada una de las normas ISO mencionadas.

NORMA ISO 9004 - GESTIÓN DE LA CALIDAD Y ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CALIDAD - LINEAMIENTOS

Esta norma describe una serie de elementos básicos con los cuales se pueden desarrollar e instrumentar Sistemas de Calidad.

Esta concebida para situaciones no contractuales y para el caso en que un proveedor requiera orientaciones para instalar y mantener un Sistema de Calidad que torne a la empresa mas competitiva y le permita obtener la calidad deseada en una forma económica.

NORMA ISO 9001 - SISTEMAS DE CALIDAD - MODELO PARA LA GARANTÍA DE LA CALIDAD EN DISEÑO/DESARROLLO, PRODUCCIÓN, INSTALACIÓN Y SERVICIO

Este modelo es para ser utilizado cuando la conformidad con requisitos especificados debe ser garantizada por el proveedor durante varias etapas que pueden incluir diseño/desarrollo, producción, instalación y servicio. .

NORMA ISO 9002 - SISTEMAS DE LA CALIDAD - MODELO PARA LA GARANTÍA DE LA CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN E INSTALACIÓN

Este modelo es para ser utilizado cuando la conformidad con requisitos especificados debe ser garantizada por el proveedor durante la producción e instalación.

NORMA ISO 9003 - SISTEMAS DE CALIDAD - MODELO PARA LA GARANTÍA DE LA CALIDAD EN INSPECCIÓN FINAL Y PRUEBAS

Este modelo es para ser utilizado cuando la conformidad con requisitos especificados debe ser garantizada por el proveedor únicamente en control y pruebas finales.

Es de destacar que los requisitos establecidos en estas normas complementan los requisitos técnicos a su vez especificados para el producto o servicio y que están destinados a ser utilizados en condiciones contractuales.

IV.4. FUNDAMENTOS DE UN SISTEMA DE CALIDAD

En un Sistema de Calidad deben estar claramente definidos los objetivos de la calidad y la organización necesaria para poder implementar dichos objetivos. Esta responsabilidad es atribuible al mas alto nivel directivo.

Un Sistema de Calidad debe ser diseñado para satisfacer las necesidades y expectativas del cliente al mismo tiempo que proteger los intereses de la organización.

Este sistema debe contemplar dos aspectos interrelacionados:

- a) Las necesidades e intereses de la organización.

Existe una necesidad de alcanzar y mantener un nivel de calidad a un costo óptimo. Este aspecto tiene que ver con la utilización planificada y eficiente de los recursos tecnológicos, humanos y materiales de los que disponga la empresa.

b) Las necesidades y expectativas del cliente.

Existe una necesidad de confianza en la capacidad de la empresa para proveer la calidad deseada, así como también el mantenimiento de dicha calidad.

Estas necesidades implican la provisión de evidencias objetivas acerca de la calidad de los productos o servicios proporcionados.

Los alcances de un Sistema de Calidad son tales que debe contemplar todas las actividades que afectan a la calidad en el desarrollo de una Orden de Compra o Contrato.

Los controles en un Sistema de Calidad deben orientarse hacia la prevención de deficiencias de calidad.

Esto requiere de que la organización tenga la estructura adecuada para poder documentar un programa con políticas, procedimientos e instrucciones escritas y proveer los registros que son la evidencia objetiva de la calidad.

Las funciones del Sistema de Calidad son tales que deben garantizar:

- * el cumplimiento de los objetivos establecidos en la Política de Calidad de la Empresa
- * el correcto desarrollo de todas las actividades
- * la verificación de que tanto los materiales como la ejecución de los trabajos cumplen con los requisitos establecidos
- * que provea la evidencia objetiva del cumplimiento de todas las actividades desarrolladas
- * que pueda reducir, eliminar y fundamentalmente prevenir los problemas relativos a la calidad

IV.5. COSTOS DE UN SISTEMA DE CALIDAD.

Los costos que implica la puesta en marcha de un Sistema de Calidad son relativamente altos al inicio del programa. Esto es debido a que la eficiencia es menor durante la fase inicial de desarrollo e implantación.

A medida que el tiempo transcurre, la eficiencia aumenta ya que los costos de implementación son solventados por la reducción de los costos de desecho, retrabajos, reparaciones y reclamos de garantía.

Adicionalmente, el fabricar un producto con calidad garantizada, normalmente genera

un incremento en las ventas o adjudicaciones con el consiguiente incremento de beneficios.

Los costos de calidad se pueden clasificar en tres categorías:

1) Costos de Prevención

- costos en los que se incurre a fin de prevenir la ocurrencia de no conformidades
- planificación de la calidad
- vigilancia de proveedores y subcontratistas
- programas de entrenamiento del personal
- auditoría del Sistema de Calidad, etc.

2) Costos de Verificación

- costos en los que se incurre como producto de evaluaciones de calidad y detección de discrepancias
- inspecciones y pruebas
- pruebas de laboratorio
- calibración de equipos de inspección, medición y ensayos

3) Costos por Fallas

- costos en los que se incurre como resultado de no conformidades, es decir:
 - * internos (antes de ser entregados al cliente)
 - reprocesamiento
 - rechazos
 - reparaciones
 - * externos (después de la entrega al cliente)
 - servicios del producto

garantías

pérdidas de prestigio

proceso de reclamos

Aumentando levemente los costos de prevención y verificación se pueden producir beneficios al reducir los costos por fallas.

IV.6. DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CALIDAD.

Este se establece en base al análisis de las tareas que han de ejecutarse, la selección y la capacitación del personal, la utilización del equipo adecuado, las condiciones ambientales donde se desarrollan las actividades y la correcta definición de las responsabilidades de la persona a quien corresponde la ejecución de cada tarea.

Tomando como ejemplo la Norma ISO 9001, esta establece los siguientes requisitos:

1. Revisión del Contrato
2. Control de Diseño
3. Control de la Documentación
4. Control de Compras
5. Productos suministrados por el Cliente
6. Identificación y Rastreo
7. Control de Procesos
8. Procesos Especiales
9. Inspección y Pruebas
10. Equipos de Inspección, Medición y Pruebas
11. Condición de Aceptación
12. Productos No Conformes
13. Acciones Correctivas
14. Manipuleo, Preservación, Almacenaje, Embalaje y Envío
15. Registros de Calidad
16. Auditorías Internas de Calidad
17. Capacitación y Entrenamiento
18. Servicio Post-venta
19. Métodos Estadísticos.

A continuación revisaremos algunos de estos puntos:

REVISIÓN DEL CONTRATO

Todo documento recibido o emitido por la Empresa del fabricante relacionado con Contratos u Ordenes de Compra deberá ser controlado por personal calificado.

Tal verificación deberá efectuarse de acuerdo con procedimientos escritos.

El objetivo que persigue el control es el de asegurar que:

- a) todos los requisitos estén perfectamente definidos y documentados
- b) todo alejamiento con respecto a la oferta original sea resuelto
- c) el fabricante está en condiciones de cumplir con los requisitos contractuales

Las actividades de verificación de los documentos contractuales deberán ser registradas y las evidencias adecuadamente mantenidas por un tiempo previamente establecido.

CONTROL DE DISEÑO

Las diferentes etapas que involucra el proceso de diseño, por su importancia sobre el proceso global, hacen necesaria la utilización de personal calificado en cada una de las etapas.

Deberán establecerse medidas de control de manera que se garantice que todos los requisitos contractuales (códigos, especificaciones, normas, etc.) estén disponibles y sean correctamente incorporados a los documentos de diseño (planos, memorias de cálculo, listas de verificación, especificaciones, procedimientos, instrucciones, etc.).

La documentación de diseño deberá cumplir con los mismos controles (identificación, aprobación, distribución, modificación y archivo) que el resto de la documentación del Sistema (Manual de Calidad, procedimientos, instrucciones, planes de inspección y pruebas, registros de la calidad, etc.) garantizando su empleo en las revisiones aplicables.

Revisión del Diseño.

La Revisión deberá garantizar que:

- a) el diseño cumpla con los requerimientos de las normas, códigos y cualquier otro documento aplicable
- b) los criterios de aceptación y las características del diseño, comentarios sobre la seguridad y el desempeño
- c) las interrelaciones organizativas y técnicas entre grupos diferentes estén bajo control

La revisión y la aprobación de la documentación de diseño deben quedar evidenciadas en dicha documentación a través de la firma e identificación de las personas

responsables.

Verificación del Diseño.

La verificación del diseño debe ser realizada por medio de controles tales como:

- a) Listas de verificación
- b) Pruebas de calificación y demostración sobre prototipos
- c) Cálculos alternativos
- d) Comparación del nuevo diseño con otro similar ya probado

Cambios del Diseño.

Las modificaciones del diseño deben ser sometidas al mismo nivel de control que se aplique a los originales. Tales modificaciones deben ser verificadas y aprobadas por los mismos organismos que verificaron y aprobaron los originales.

IDENTIFICACIÓN Y RASTREO

Deberán establecerse metodologías apropiadas (procedimientos) para el control de la identificación y métodos a ser usados para dar seguimiento a los materiales, desde su recepción hasta el uso, a través de la fabricación e instalación.

La metodología deberá garantizar que la identificación de los materiales se mantenga, ya sea en el material mismo o en registros.

Cuando sea posible deberá de utilizarse una identificación física.

Las medidas de identificación y control deberán establecerse de modo tal que impidan la utilización inapropiada de materiales o el uso inadvertido de materiales defectuosos.

De usarse el sistema por marcas, estas deberán ser claras, precisas e indelebles y se aplicaran de forma tal que no afecten las características del material.

Deberá existir una correlación positiva entre el material y su documentación correspondiente de modo tal que permitan la trazabilidad.

MANEJO, PRESERVACIÓN, ALMACENAMIENTO, EMBALAJE Y ENVÍO

Deberán establecerse medidas apropiadas (procedimientos) para asegurar la adecuada

preservación, manipuleo y almacenamiento de todos los materiales a fin de prevenir maltratos, daños, deterioros o pérdidas.

Esto significa tomar en cuenta factores tales como temperatura, humedad, medio ambiente, tipos de transporte, duración del transporte, identificación, terminación superficial, izaje, condiciones de seguridad, etc.

Cuando sea necesario deberán estipularse embalajes especiales, equipo especial de mantenimiento, ambientes de protección especial y deberá verificarse el mantenimiento a través del tiempo de tales condiciones.

CONTROL DE PROCESOS

Los requisitos de las especificaciones y normas de Garantía de la Calidad exigen que los procesos se produzcan o sean llevados a cabo bajo condiciones controladas.

Estas condiciones controladas deben incluir:

- a) Documentación aplicable, como pueden ser:
 - especificaciones técnicas
 - instrucciones operativas o procedimientos
 - tipos de equipamiento
 - condiciones de calificación del personal
 - criterios de aceptación o de rechazo
 - planes de producción o instalación
- b) Un adecuado control y seguimiento del producto durante la duración completa del proyecto, incluyendo, de ser posible o necesario, elementos como Hojas de Ruta, Flujogramas o cualquier otro tipo de medios gráficos.
- c) La adecuada aprobación de las distintas etapas como paso necesario para la siguiente.

En general puede decirse que el Control de Procesos es una actividad propia de los sectores productivos.

Muchas veces se confunde "Control de Procesos" con "Control de Calidad durante el Proceso"; a este respecto, debe tomarse en cuenta que quien efectúa el Control de Calidad debe ser independiente de quien produce o supervisa la producción.

PROCESOS ESPECIALES

La Norma ISO 8402 define los PROCESOS ESPECIALES de la siguiente manera:

"SON AQUELLOS CUYOS RESULTADOS SON FUERTEMENTE DEPENDIENTES DEL CONTROL DEL PROCESO O DE LA HABILIDAD DE LOS OPERARIOS O DE AMBOS Y EN LOS CUALES, LA CALIDAD ESPECIFICADA NO PUEDE SER DIRECTAMENTE DETERMINADA POR INSPECCIÓN O PRUEBA DEL PRODUCTO"

Los procesos especiales deben ser identificados en la documentación empresarial.

Estas actividades deberán realizarse de acuerdo con procedimientos escritos siguiendo especificaciones o normas preestablecidas.

Algunos de estos procedimientos deben ser calificados y ejecutados, a su vez, por personal calificado.

INSPECCIÓN Y PRUEBAS

Las actividades de inspección y prueba de productos deben ser verificadas para poder asegurar que estas actividades han sido adecuada y responsablemente ejecutadas.

Se deberán generar planes para asegurar la identificación, ejecución y documentación de todas las inspecciones y pruebas.

Las inspecciones y pruebas deberán, también, llevarse a cabo por personal distinto al que realiza las actividades que sean objeto de la inspección.

Si la tarea de inspección y pruebas no es suficiente, o se advierte la imposibilidad de inspeccionar, se deberá utilizar un control de proceso para garantizar la calidad.

Se deberán indicar puntos de detención o espera obligatoria mas allá de los cuales no se podrá avanzar con los trabajos sin la aprobación de la inspección o prueba correspondiente.

Asimismo, se deberá verificar que los equipos utilizados para inspección y prueba estén en condiciones adecuadas.

Se deberán utilizar procedimientos escritos que incluyan:

- a) criterios de aceptación
- b) pre-requisitos
- c) condiciones ambientales

- d) personal calificado
- e) instrumentos y sus calibraciones

Los materiales no conformes deberán ser convenientemente señalados.

Se deberán establecer y mantener los registros de las inspecciones y pruebas realizadas.

INDICACIÓN DE LOS RESULTADOS DE INSPECCIONES Y PRUEBAS - ESTADO DE ACEPTACIÓN

Se deberá indicar el estado de inspección de los materiales a fin de señalar la aceptabilidad o no conformidad de estos como resultado de las pruebas o inspecciones.

Se deberán usar tarjetas, marcas, etiquetas u otro método para identificar claramente los estados/resultados de las inspecciones.

La identificación debe ser mantenida, si es necesario, a lo largo de los distintos procesos con el fin de garantizar que solamente se utilicen, instalen o pongan en funcionamiento los productos que hayan sido inspeccionados y probados satisfactoriamente.

EQUIPOS DE MEDICIÓN, INSPECCIÓN Y PRUEBAS

Se deberá establecer una metodología para garantizar que los equipos de medición, inspección y pruebas sean controlados, calibrados y mantenidos a fin de que se pueda determinar la conformidad con los criterios de aceptación referidos a patrones primarios o constantes físicas.

Se deberá generar un programa de calibración de los equipos de medición y pruebas.

Se deberán establecer y documentar los procesos de calibración que incluyen:

- * identificación del equipo de medición y pruebas
- * tipo y características
- * jerarquía del contraste
- * método del contraste
- * criterio de aceptabilidad
- * acción correctiva ante una no conformidad

- * frecuencia de calibración

Cada instrumento debe de contar con una identificación, de ser posible sobre si mismo o en su embalaje, indicando número y fecha de la próxima calibración.

PRODUCTOS NO CONFORMES

Existen dos tipos de no conformidades, del producto y del sistema.

Para el producto se realiza el tratamiento de las no conformidades de modo tal que se garantice que todos los materiales no conformes, es decir, aquellos que presentan diferencias de características, documentación o procedimientos respecto de los requisitos especificados, sean identificados y controlados a fin de evitar que se instalen o utilicen en forma inadvertida.

El sistema de control incluye:

- * documentación
- * evaluación
- * separación
- * disposición
- * notificación al cliente

La evaluación de no conformidades determinará las disposiciones a adoptar, que podrán ser:

RECTIFICAR:	significa procesar un material no conforme para que cumpla con los requisitos especificados
REPARAR:	significa procesar un material no conforme para que pueda funcionar adecuada y correctamente, aunque dicho material siga sin cumplir con los requisitos originales
ACEPTAR:	el material no conforma los requisitos de la empresa, pero si cumple con los requisitos originalmente especificados
USAR:	el material no conforma los requerimientos de la empresa y no cumple con los requerimientos originalmente especificados
RECHAZAR:	el material no conforma ni los requerimientos de la empresa ni los requisitos originales, no pudiendo ser reparado o usado como está

RECLASIFICAR: destinar el material o producto no conforme para usos alternativos

Los materiales deben ser reinspeccionados, vueltos a probar, etc. para verificar que la disposición fue ejecutada correctamente.

Las personas que evalúen y efectúen disposiciones de las no conformidades, deben estar calificadas, y sus responsabilidades y autoridades definidas.

Se debe implementar un sistema de seguimiento para verificar el cumplimiento de las disposiciones adoptadas.

Se deberá utilizar un sistema de marcación, tarjetas o segregación física cuando sea posible, con el fin de prevenir el uso inadecuado del material no conforme.

ACCIONES CORRECTIVAS

Definimos acciones correctivas como:

"MEDIDAS TOMADAS PARA RECTIFICAR CONDICIONES ADVERSAS A LA CALIDAD Y EVITAR REPETICIONES"

El objeto de su estudio obedece a la necesidad de establecer pautas generales para evitar y eventualmente eliminar aquellas no conformidades cuyas apariciones sistemáticas indican fallas de métodos, de procesos, de capacitación o de organización cuya existencia afecta a la calidad.

Las acciones correctivas deberán aplicarse cuando aparezcan no conformidades en:

- materiales, productos o servicios debido a fallas repetitivas de procesos o procedimientos
- actividades relacionadas con la implementación del programa de calidad debidas a desajustes en la organización o al grado de capacitación del personal

La necesidad de iniciar acciones correctivas específicas será aplicable a las actividades internas de la organización, así como a las de sus proveedores.

Su importancia es fundamental, pues constituye la realimentación continua del sistema de calidad implementado.

Se deberá confeccionar un registro de no conformidades, de modo de permitir su estudio en forma tal que su análisis sistemático permita identificar las no conformidades repetitivas y/o significativas que pudieran implicar la existencia de no conformidades del sistema.

REGISTROS DE LA CALIDAD

Los registros de la calidad representan la evidencia objetiva de la calidad y son usados para demostrar en forma documentada el cumplimiento de las actividades.

Los registros de la calidad deberán comprender los resultados de:

- revisiones
- inspecciones
- ensayos
- auditorías
- control de ensayos
- calificaciones del personal
- procedimientos

Todos los registros deberán ser legibles y completos y deberán indicar claramente el material o proceso al que se refieren.

El sistema de registros deberá ponerse en práctica de conformidad con procedimientos e instrucciones escritas.

El sistema deberá prever la identificación, compilación, clasificación, archivo, conservación y eliminación de los registros.

Los registros de la calidad deberán localizarse fácilmente y conservarse en instalaciones apropiadas para reducir todo riesgo de deterioro, daño o pérdida.

Se deberá indicar el tiempo que deberá conservarse cada registro.

MATERIALES SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE

Fundamentalmente hay que tener en cuenta lo siguiente:

- * **EL CLIENTE** es el responsable por la calidad de los productos que provee (no el fabricante)
- * **EL FABRICANTE** es responsable por:
 - la verificación del material (cantidad y registro, identificación, daños por el manipuleo y transporte)

- el almacenamiento y conservación
- los mismos controles que ejerce sobre sus propios productos durante el proceso y hasta la entrega al cliente
- informar al cliente acerca de cualquier pérdida, daño o sobre aquel material suministrado, que resulte inútil para el uso previsto

V. EL PROYECTO DE DOBLE VÍA ELECTRIFICADA MÉXICO - QUERÉTARO.

V.1. OBRA CIVIL.

GENERALIDADES

La Línea electrificada México-Querétaro, contará con dos vías troncales (AQ y BQ) de 245 kilómetros cada una, con las siguientes características:

Grado máximo de curvatura	2 Grados
Pendiente máxima al norte	1.50 %
Pendiente máxima al sur	0.75 %
Ancho de corona en terraplén	11.50 m
Talud en terraplén	1.5:1
Cama en cortes	13.80 m
Talud en cortes	variable (1/4:1 a 1:1)

La vía que se construye para este tramo, es doblemente elástica, con riel continuo soldado de 115 lb/yard y durmiente de concreto monolítico presforzado y sujeción "RN". Los laderos se encuentran espaciados cada 20 kilómetros en promedio.

Para la operación de estas vías, se construyeron las estaciones de Tula, Polotitlán y San Juan del Río, así como dos conjuntos habitacionales ubicados en Tula (60 casas, 2 escuelas y zona comercial) y en San Juan del Río (54 casas) para el personal de conservación de las mismas. Adicionalmente se trabaja en el reforzamiento y adaptación de los andenes de la estación Buenavista para garantizar su seguridad estructural y que permitan alojar las instalaciones necesarias para las líneas electrificadas y en la remodelación de algunas zonas de esta estación.

Se construyeron además los edificios para los Centros de Control Centralizado (CTC) en la Terminal del Valle de México (2 000 m²) y en la ciudad de Querétaro (1 700 m²).

La construcción de la obra civil para esta línea ha representado una compleja problemática ya que por atravesar la zona metropolitana de la Ciudad de México, se han afectado con la construcción, instalaciones de PEMEX, Teléfonos de México, Compañía de Luz y Fuerza del Centro, Comisión Federal de Electricidad y de los propios Ferrocarriles Nacionales de México, lo que ha significado la reubicación de un gran número de tuberías, líneas telefónicas, líneas telegráficas y líneas de conducción de energía eléctrica. Esta situación aunada a la realización de trabajos de construcción en vías en operación con

alta intensidad de tráfico, ha complicado en forma importante la realización de los trabajos, en los que los rendimientos han sido sumamente bajos por ser necesario el desarrollo de la obra en tramos discontinuos y de muy corta longitud.

V.2. ELECTRIFICACIÓN

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

El Sistema de electrificación de la vía férrea México - Querétaro, esta integrado por los siguientes subsistemas; cuyas características generales e interrelaciones se describen a continuación:

- Catenaria
- Subestaciones de tracción
- Señalización
- Telecomunicaciones
- Equipo tractivo

El suministro de la energía eléctrica será proporcionado por un conjunto de siete subestaciones, las que a su vez son alimentadas por la Comisión Federal de Electricidad (6) y la Compañía de Luz y Fuerza del Centro (1); transformarán voltaje de 230 kV a 27.5 kV con los que se alimentará la catenaria. El grupo de las subestaciones se complementa con seis puestos de seccionamiento (PS), ubicados entre dos subestaciones consecutivas y quince puestos de subseccionamientos (PSS) ubicados entre los PS y las subestaciones para la distribución y control de la energía eléctrica a lo largo de este tramo.

El voltaje eléctrico transformado de las subestaciones, se distribuirá a lo largo de las vías troncales AQ y BQ por medio de la catenaria, que corre a 6.40 metros de altura sobre las vías y se integra a base de conductores, aisladores y estructuras de soporte.

Los cables principales de este sistema son el hilo de contacto, a través del cual circula la corriente, el cable portador que permite la posición horizontal del hilo de contacto, el hilo de guarda que constituye la protección contra descargas eléctricas de la atmósfera y complementa el circuito de retorno y por ultimo el "feeder" que evita el calentamiento del cable de contacto a la salida de las subestaciones.

El sistema de cables es sostenido por un conjunto de postes metálicos, espaciados regularmente a lo largo de las vías (60 metros máximo) y con marcos metálicos sobre los juegos de cambio; para la sujeción de los cables se utilizan elementos (consolas) para posicionar correctamente la catenaria sobre la vía. Tanto los postes como las columnas de los marcos requieren de una cimentación a base de concreto hidráulico (macizos) en la que

se ahogan después de un colado previo con sección variable, según lo exija el terreno natural.

Para la operación eficiente de los trenes en una vía electrificada, es necesario diseñar y construir sistemas especiales de señalización y telecomunicaciones, protegidos contra las inducciones electromagnéticas producidas por la energía que circula a través de la catenaria y que pudiera ocasionar distorsiones, fallas e incluso el colapso de estos sistemas.

Las telecomunicaciones para esta doble vía electrificada, irán en un cable principal blindado que se enterrará en una zanja paralela a la vía a lo largo de todo el tramo; de este cable principal, se harán las derivaciones locales que permitan la perfecta comunicación en todos los puntos necesarios de la línea, el sistema transmitirá voz y códigos de señales, permitiendo la supervisión y el control de la señalización y de la energía, enlazando y activando los subsistemas automáticos.

Para la señalización de estas vías y con objeto de controlar el tráfico de trenes, se han establecido enclavamientos con mando centralizado y tramos de bloques automáticos a base de circuitos de vía. Estos dispositivos transmitirán y recibirán información (voz y mandos) sobre la posición de los trenes y la configuración de la vía, aprovechando el cable de telecomunicaciones en el cual tiene reservados cuatro cuadretes.

Todas las operaciones en esta vía serán controladas por dos Centros de Control (CTC) ubicados en el Valle de México y en Querétaro, los cuales estarán equipados para el despacho de trenes y la supervisión, control y manejo de la energía eléctrica suministrada por las subestaciones. Su funcionamiento será a través de los sistemas de telecomunicaciones y señalización, apoyados en equipo de cómputo, pantallas panorámicas y consolas de mando.

El equipo tractivo seleccionado para operar en este tramo lo constituyen locomotoras eléctricas "General Electric" con potencia de 4 400 kW (6000 HP), las que tomarán la energía de la catenaria a través de un "pantógrafo", que a su vez alimenta seis motores eléctricos de tracción en cada una de ellas.

V.2.1. ALCANCE DE LOS SUBSISTEMAS DEL PROYECTO.

CATENARIA

El sistema de catenaria está básicamente constituido por una línea de transmisión de configuración especial, que sirve para alimentar de energía a locomotoras de tracción eléctrica.

La catenaria tiene capacidad para alimentar locomotoras cuya velocidad máxima sea 160 km/hr, sin modificación alguna. Conjuntamente con sus postes de perfil H, aisladores, interruptores y soportes en general, forma un sistema dividido en sectores de tracción, los que a su vez se dividen en subsectores, de manera que desde el centro de control, el operador de energía puede con sus telemandos aislar o enlazar los sectores o subsectores por medio de los puestos de seccionamiento y subseccionamiento estratégicamente localizados. De igual

forma todos los laderos y vías auxiliares electrificadas están enlazados con los sistemas troncales de catenaria, a través de los interruptores de línea telecomandados desde el C.T.C. correspondiente. Para absorber las caídas de tensión, las catenarias de ambas vías (AQ y BQ) se pueden poner en paralelo por medio de un interruptor telecomandado. Una sección neutra de catenaria instalada en los puestos de seccionamiento, divide las fases de energía de las subestaciones, evitando así un corto circuito. La catenaria tiene regularizada su tensión mecánica por medio de poleas y contrapesos, manteniéndola prácticamente horizontal al absorber, con este sistema, contracciones y dilataciones debidas a los cambios de temperatura.

Esta catenaria es del tipo poligonal ya que no se encuentra alineada con el eje de la vía sino que va descentrada formando un "zig-zag" que permita el barrido completo del área superficial del pantógrafo con el hilo de contacto.

Las líneas de contacto se alimentarán con corriente alterna 25 kV - 60 Hz y el aislamiento de las partes que se encuentran bajo tensión, en relación al cuerpo que las sostiene, se realizará mediante cadenas de aisladores para los elementos sometidos únicamente a esfuerzos de tracción (aisladores de anclaje, de suspensión de Catenaria o de "feeder") y aisladores de caja maciza para los elementos sometidos a esfuerzos de tracción o de compresión y de flexión (aisladores de consola, de tirante, de seccionador, para aislador de sección, etc.).

Los elementos bajo tensión estarán a una distancia suficiente de los elementos de masa, para evitar cualquier riesgo de atracción teniendo en cuenta sus desplazamientos eventuales.

Los valores mínimos serán de 0.27 m entre partes fijas y 0.24 m entre partes móviles.

La catenaria del tipo poligonal esta constituida por un portador de cable de cobre duro de 78.9 mm², con 98 % de conductibilidad, un alambre de contacto de cobre duro de 107 mm², con 98 % de conductibilidad (para reservar cualquier posibilidad de aumento de la sección, la infraestructura debe de ser determinada para soportar la instalación de un "feeder" de cobre de 152 mm², de sección sobre el conjunto de la línea (este se encuentra instalado solo en una distancia de 4 km a ambos lados de las subestaciones) y un cable de suspensión "y" de cobre duro de 33.63 mm² de sección y 98 % de conductibilidad.

En tangente, el alambre de contacto está descentrado alternativamente de cada lado del eje de la vía 0.20 m y en curva esta descentrado, en relación al eje del material rodante 0.24 m hacia el exterior de la curva.

En vía normal, la altura del plano de contacto debe permitir que se reserve una distancia suficiente con relación al gálibo del material rodante (5.48 m), teniendo en cuenta las oscilaciones de la Catenaria, sus variaciones de altura con la temperatura, el margen de aislamiento y el margen de seguridad que se debe reservar por el levantamiento de la vía. Esta altura debe ser normalmente de 6.40 m en los puntos de suspensión. Al franquear los pasos a nivel, la altura mínima del alambre de contacto por encima del suelo o calzada es de 6.20 m.

El alambre de contacto será pendulado sobre el portador y sobre el cable "y", de manera que, en posición estática, el plano de contacto tenga, dentro de la distancia entre postes, una flecha igual a 1/1000. La distancia máxima entre dos péndulos es de 9.00 m.

La tensión del portador y la del alambre de contacto es de 1000 daN; esta tensión debe mantenerse constante a todas las temperaturas, mediante un aparato tensor. La tensión del cable "y" es de 300 daN.

El portador de la Catenaria se fija sobre una consola atrantada, aislada y orientable, que permita eventualmente los desplazamientos del portador debidos a las variaciones de la temperatura. El alambre de contacto es mantenido mediante un brazo de fijación colocado sobre un antibalace, el cual está fijo en la consola y permite que se desplace eventualmente el alambre de contacto.

Los soportes de la Catenaria se realizan por medio de postes independientes, pórticos flexibles o pórticos rígidos cuando las condiciones de las vías no permitan colocar postes independientes.

Cada uno de los postes de Catenaria, lleva indicado en el alma del mismo, el número de poste y de kilometraje para una identificación exacta. La distancia entre postes es de 63 m (normal para tangentes) y en curva hasta 34 m reduciéndose la distancia interpostal en función del radio.

Los conductores de la Catenaria tienen una tensión regulada mediante un mecanismo tensor; la distancia entre dos mecanismos tensores consecutivos es de 1500 m.

La Catenaria cuenta con 103 interruptores de línea que permiten separar dos tramos consecutivos de Catenaria, con objeto de facilitar los trabajos de mantenimiento y la reparación de fallas.

La alimentación de las líneas de contacto la proporcionarán las subestaciones; los sectores de Catenaria situados a cada lado de las subestaciones, se separan eléctricamente y son alimentados a partir de un disyuntor, mediante un interruptor de vía. Las secciones de separación, deben puentearse para permitir la alimentación de emergencia en caso de falla de una subestación.

Para la protección de las instalaciones, todos los soportes de líneas de contacto (postes, herrajes, equipos de los puentes viales y de túneles, etc.), están conectados al circuito de retorno (riel); esta conexión se realiza mediante un cable de tierra.

Se colocarán letreros de protección en postes, muros, escaleras, pasos peatonales, edificios, etc., para asegurar la protección del público o del personal, indicándose en dichos letreros "Peligro de muerte".

Las partes energizadas serán puestas fuera del alcance del público mediante rejas de protección alrededor de ellas. Los postes llevarán una indicación que especifique la ubicación mas próxima de los teléfonos de alarma.

V.2.2. SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE TRACCIÓN

Las subestaciones del sistema eléctrico ferroviario México-Querétaro, tienen como objetivo proporcionar la energía eléctrica a la catenaria, transformando el voltaje de suministro, 230 kV, a 27.5 kV, cumpliendo además con las siguientes funciones:

- * Regulación de voltaje
- * Libramiento de fallas
- * Flexibilidad de operación

El sistema de alimentación seleccionado para las subestaciones de tracción es el de dos transformadores monofásicos de 20 MVA c/u conectados en delta abierta "V". El desequilibrio resultante en el sistema, se minimiza cerrando la conexión de la delta, alternando las fases en las seis subestaciones restantes a lo largo de la línea.

La tensión primaria o de suministro en 230 kV se seleccionó debido a su disposición en todo el territorio nacional, garantizando el crecimiento del sistema eléctrico ferroviario.

La utilización de 27.5 kV como tensión nominal de alimentación de la catenaria se seleccionó por haber demostrado alta eficiencia en los países europeos que la han utilizado a lo largo de muchos años. Ofrece además, las siguientes ventajas:

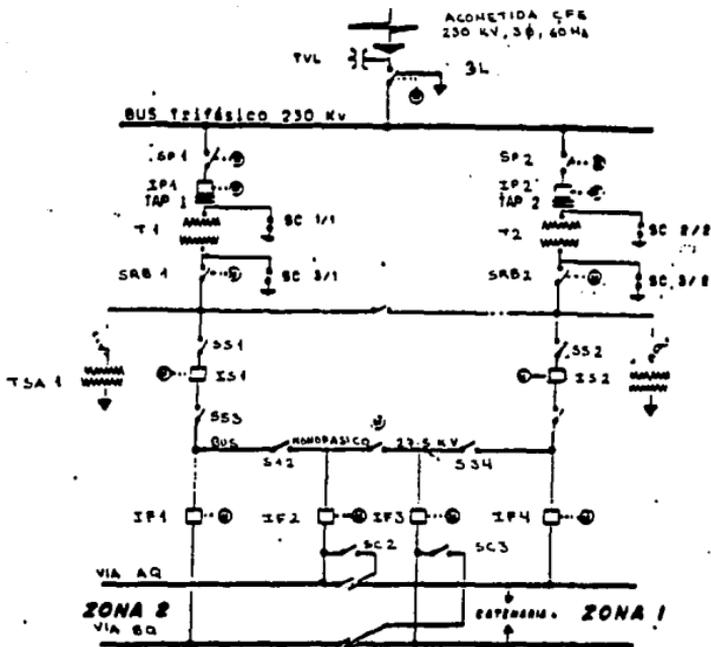
- * Reducción de caídas de tensión
- * Utilización de conductores con secciones reducidas
- * Estructuras ligeras

Estas subestaciones, están proyectadas para operar por telemando, a través de dos terminales denominadas Centros de Control de Tráfico, localizadas una en el Valle de México y la otra en la Ciudad de Querétaro.

Con el propósito de dar flexibilidad al sistema, así como para asegurar la continuidad de servicio, se cuenta con puestos de seccionamiento y puestos de subseccionamiento, los cuales están diseñados para aislar o enlazar diferentes zonas de tracción, permitiendo además, que se proporcione el mantenimiento en cualquier sector de la vía sin que se interrumpa el servicio.

El esquema funcional de las subestaciones se incluye en su conjunto, la protección, medición y control del equipo propio de la subestación, así como del sistema en su concepción integral.

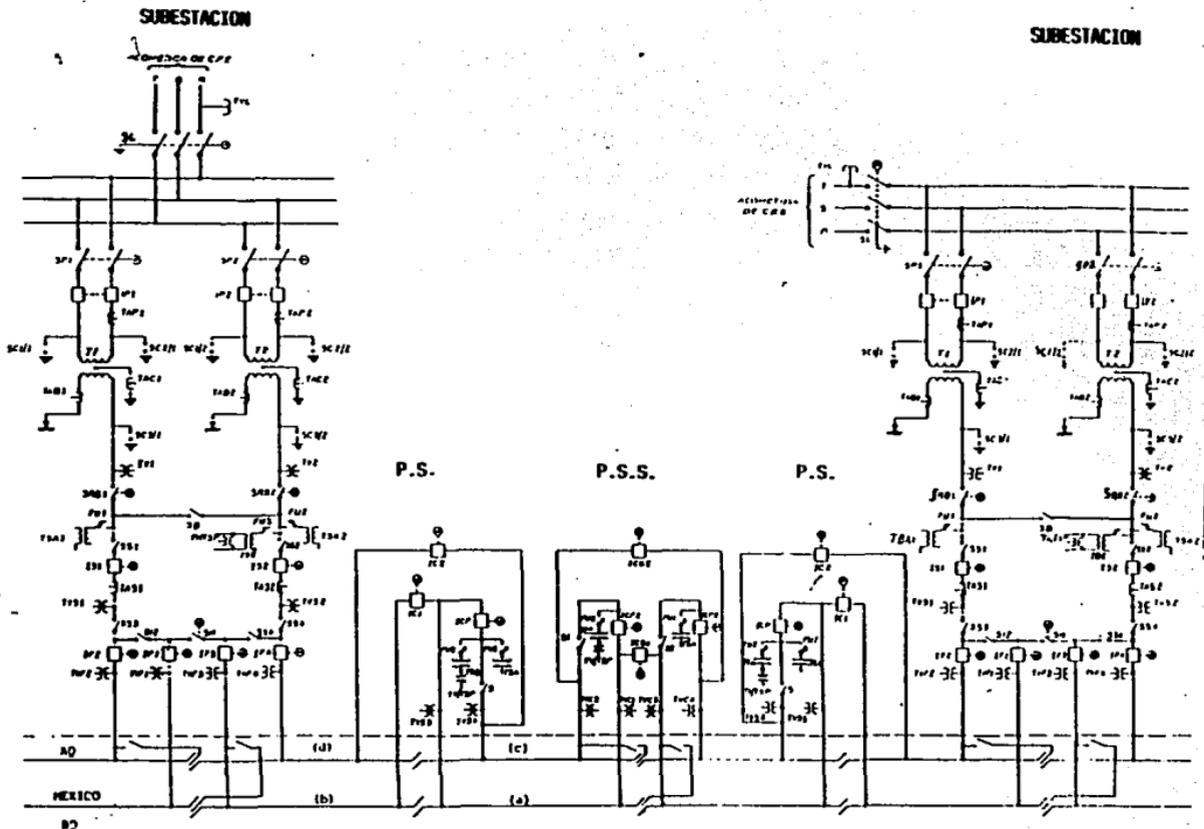
(Ver Diagrama Unifilar Tipo de una Subestación de Tracción).



S I M B O L O G I A

- TVL TRANSFORMADOR DE POTENCIAL CAPACITIVO
 SL SECCIONADOR TRIPOLAR CON CUCHILLAS DE PUESTA A TIERRA
 SP1,2 SECCIONADOR BIPOLAR 230 Kv
 IP1,2 INTERRUPTOR BIPOLAR EN HEXAFLUORURO DE AZUFRE 230 Kv
 TAP1,2 TRANSFORMADOR DE CORRIENTE EN ALTA TENSION (230 kv)
 SC2/1,2 APARTARRAYOS 230 Kv
 T1,2 TRANSFORMADOR DE TRACCION MONOFASICO 20 MVA 230/27.5 Kv 60 Hz
 SC3/1,2 APARTARRAYOS 27.5 Kv
 SRB1,2 SECCIONADOR UNIPOLAR DE RUPTURA BRUSCA 27. Kv 1250 A
 SS1,2,3,4,12,34 SECCIONADOR UNIPOLAR MANDO MANUAL 27.5 Kv 1250 A
 IS1,2 INTERRUPTOR UNIPOLAR SECUNDARIO EN HEXAFLUORURO AZUFRE 27.5 Kv 1600 A
 SM SECCIONADOR UNIPOLAR CON MANDO ELECTRICO 27.5 Kv. 1250 A (TELAMANDADO)
 IF1,2,3,4 INTERRUPTOR UNIPOLAR DE CIRCUITO 27.5 Kv 1250A (TELAMANDADO)
 TSA1,2 TRANSFORMADOR DE SERVICIOS 30 kVA 27.5 Kv/220-127 v 60 Hz
 SC2,3 SECCIONADOR UNIPOLAR 27.5. Kv, 800 A

Diagrama unifilar tipo de una subestacion de tracción



ESQUEMA DE POTENCIA DE LA ALIMENTACION A UN TRAMO DE VIA.

EQUIPO PRIMARIO

Transformador de Potencial Capacitivo (TVL):

Este dispositivo provee una fuente de bajo voltaje utilizada en el sistema de protección y medición de la subestación.

Cualquier variación en el voltaje de alimentación, es detectada a través de este instrumento, que tiene las siguientes características:

- * Tensión primaria nominal: 230 / 3 kV
- * Tensión secundaria nominal: 100 / 3 Volts
- * Clase de precisión: 0.5

Seccionador Tripolar con Cuchillas de Puesta a Tierra (SL):

Son el enlace entre la compañía suministradora y la SE de tracción. Es un dispositivo de seccionamiento que responde a la necesidad de desconectar la subestación en el punto de recepción con propósito de mantenimiento integral; las cuchillas auxiliares de puesta a tierra refuerzan la seguridad.

Las características de operación son las siguientes:

- * Tensión nominal: 245 kV
- * Frecuencia: 60 Hz
- * Corriente: 1250 A
- * Operación: En grupo a través de motor eléctrico

Sección Bipolar (SP1,SP2):

Con el mismo principio de operación del seccionador tripolar, este dispositivo sirve para aislar eléctricamente un transformador en caso de falla, mantenimiento o conveniencia de operación; sus características son:

- * Tensión nominal: 245 kV
- * Frecuencia: 60 Hz
- * Corriente en servicio continuo: 1250 A
- * Operación: Por mando eléctrico a motor

Interrupción Bipolar en Hexafluoruro de Azufre (SF₆) (1P1,1P2):

Su función es interrumpir o restablecer la continuidad en el circuito eléctrico. Esta operación, al efectuarla bajo carga, nos permite sacar de circuito el transformador de tracción en caso de falla, ya sea en el equipo propio de la subestación, en la catenaria o por sobrecarga del sistema. Sus características son:

- * Tensión nominal: 362 kV
- * Corriente nominal permanente: 3150 A
- * Corriente nominal de interrupción: 40 KA

Transformador de Corriente en Alta Tensión (TAP1,TAP2):

Suministra una fuente de corriente de baja intensidad para utilizarse en instrumentos de control, medición y protección. Su función principal es detectar corrientes de falla, en cuyo caso, la señal se transmite a los dispositivos de protección ordenando la apertura de los interruptores primarios. Sus características principales son:

- * Tensión mínima de servicio: 245 kV
- * Relación de transformación: 150-300 A / 5 A
- * Clase de precisión: 5 P 20

Apartarrayos 230 kV (SC3/1,SC3/2):

Su función es proteger a los transformadores de eventuales descargas atmosféricas por el lado primario, ya que las ondas de sobretensión que se presentan durante una descarga atmosférica dañarían al equipo si no existiera un dispositivo que limitará su magnitud a valores que no sean perjudiciales para el equipo. Tiene las siguientes características:

- * Frecuencia nominal: 60 Hz

* Corriente nominal de descarga:	10 kA (choque 8/20 ms) servicio extenso
* Tensión de cebadura al choque de rayo (onda 1.2/59 ms)	
Valor mínimo:	460 kV cresta
Valor máximo:	615 kV cresta

Los pararrayos utilizados en estas subestaciones son del tipo de resistencia variable, que basan su principio de funcionamiento en la formación de un arco eléctrico entre dos explosores (cuya separación está determinada de antemano de acuerdo a la tensión de operación) conectados en serie a una resistencia variable.

(Diagrama de apartarrayos tipo resistencia variable)

Transformadores Monofásicos de 20 MVA (T1,T2):

Son el principal elemento de las subestaciones. Su función es transformar la tensión de suministro en una tensión de utilización. En este caso, la tensión primaria es de 230 kV y la tensión de utilización nominal de 27.5 kV.

Las características de los transformadores utilizados en las subestaciones de tracción, son:

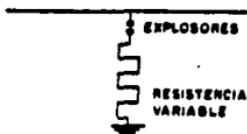
* Potencia nominal:	20 MVA
* Tensión primaria:	230 kV
* Tensión secundaria:	27.5 kV
* Frecuencia:	60 Hz
* Fases:	1 (monofásico)
* Enfriamiento natural mediante radiadores (ONAN)	

EQUIPO SECUNDARIO

Apartarrayos 27.5 kV

Su función es proteger al equipo de eventuales descargas atmosféricas por el lado

APARTARRAYOS TIPO
RESISTENCIA VARIABLE



LINEA

secundario.

Seccionador Unipolar de Ruptura Brusca (SRB,SRB2):

Equipo secundario de seccionamiento. Opera sin carga y tiene la función de aislar eléctricamente el ramal correspondiente al transformador de potencia que lo precede, permitiendo alimentar este ramal a través de un transformador de potencia adjunto mediante un seccionador de amarre.

Características:

* Tensión nominal:	52 kV
* Corriente nominal:	1250 A
* Corriente de corta duración admisible:	20 kA 1 s 50 kA cresta

Seccionador Unipolar con Mando Manual (S B, SS1, 2, 3, 4, 12, 34):

Tiene como propósito dar elasticidad al sistema.

Características:

* Tensión de operación entre catenaria y rieles:	27.5 kV
* Tensión nominal:	40 kV
* Corriente nominal:	1250 A
* Corriente de corta duración admisible:	20 kA 1 s 50 kA cresta

Interruptor Unipolar Secundario (IS2):

Este dispositivo tiene la función de seccionar un ramal de dos alimentadores en caso de falla en el circuito de carga, o por conveniencia en la operación.

Características:

- * Medio de Extinción: Hexafluoruro de Azufre (SF6)
- * Tensión nominal: 72.5 kV
- * Corriente nominal: 1600 A
- * Poder de corte: 31.5 kA - eficaz
- * Operación a través de mando neumático.

Seccionador Unipolar con Mando Eléctrico (JM):

Su función es dar flexibilidad al sistema en el lado secundario, zona de alimentadores.

Características:

- * Tensión nominal: 40 kV
- * Corriente nominal: 1250 A
- * Corriente de corta duración admisible: 20 kA 1 s
50 kA cresta

Interrupor Unipolar de Circuito (IF1, 2, 3, 4):

Este equipo tiene la función de seccionar el alimentador que protege en caso de fallas en el lado de la carga.

Características:

- * Tensión nominal: 40 kV
- * Corriente nominal: 1250 A
- * Tensión al choque: 190 kV
- * Frecuencia: 60 Hz
- * Medio de extinción: Hexafluoruro de azufre (SF6)

- * Operación electromecánica (resorte)

PUESTOS DE SECCIONAMIENTO

Se encuentran localizados entre dos subestaciones consecutivas (aproximadamente a la mitad) y permiten a través de sus componentes establecer circuitos en paralelo en cada tramo sobre las vías y a su vez impiden la conexión eléctrica de ambos tramos a través del interbloqueo del tramo neutro de la catenaria.

Mediante la operación adecuada de los interruptores que los conforman, se pueden aislar las fallas en el sistema, dando la oportunidad de asegurar la continuidad del servicio con el corto circuito.

Componentes:

Interruptor Unipolar en SF6 (ICS1, ICS2, ICP1, ICP2):

Las operaciones de apertura o cierre de estos interruptores aíslan, enlazan y ponen en paralelo sus correspondientes tramos de catenaria.

Características:

- | | |
|---------------------------------------|------------------------------|
| * Medio de extinción: | Hexafluoruro de azufre (SF6) |
| * Tensión nominal: | 40 kV |
| * Tensión de operación: | 27.5 kV |
| * Corriente nominal: | 1250 A |
| * Operación electromecánica (resorte) | |

Transformadores de Potencial con Devanado Resistente (TVC1, 2, 3 y 4):

Son los transformadores de instrumento que monitorean las variaciones de voltaje en los tramos de catenaria que controlan. Transforman el voltaje de línea en voltaje apropiado al sistema de control y protección, generalmente entre 100 y 125 V.

Características:

- | | |
|-----------------------------|---------|
| * Tensión primaria nominal: | 27.5 kV |
|-----------------------------|---------|

- * Tensión secundaria nominal: 100 V
- * Clase de precisión: 3 P

Seccionador Unipolar Mando Manual (S1, S2):

Este equipo permite conectar en paralelo tramos correspondientes de las vías AQ y QP. Su operación manual impide maniobras inseguras.

Características:

- * Tensión de operación entre catenaria y rieles: 27.5 kV
- * Tensión nominal: 40 V
- * Corriente nominal: 800 A

Corta Circuitos Fusible (FU1, FU2):

Son el medio de conexión de los transformadores de servicio y están provistos de fusibles como medio de protección de las instalaciones.

Características:

- * Tensión de operación: 27.5 kV
- * Tensión nominal: 34.5 kV como mínimo
- * Corriente nominal: 100 A (fusible)

Transformador de Servicios Auxiliares (TSA):

Provee la fuente de voltaje en baja tensión para los servicios propios del puesto de seccionamiento.

Características:

- * Tensión nominal: 27.5 kV / 220 - 127 V
- * Potencia nominal: 15 kVA

Transformador de Servicio para Señalización (TSE):

Provee la fuente de energía para el equipo de señalización.

Características:

- * Tensión nominal: 27.5 kV / 220 - 127 V
- * Potencia nominal: 20 kVA

PUESTOS DE SUBSECCIONAMIENTO

Se localizan entre una subestación y puesto de seccionamiento y, a través de sus componentes, permiten seccionar y poner en paralelo tramos de catenaria para reducir las caídas de tensión.

Operativamente son parte del grupo que, al igual que los puestos de seccionamiento, dan oportunidad de aislar las fallas en el sistema, asegurando la continuidad del servicio.

Componentes:

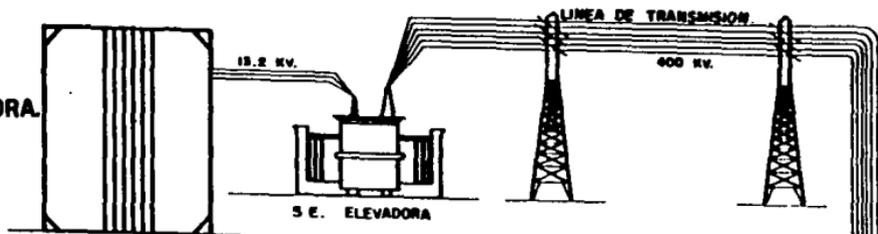
- * Interruptor Unipolar de Circuito (IC1, IC2, ICP)
- * Seccionador Unipolar de Mando Manual (S)
- * Corta Circuitos - fusible - (FU1, FU2)
- * Transformador de Potencial con Devanado (TVS1, TVS2)
- * Transformador de servicios auxiliares (TSA)
- * Transformador para Señalización (TSE)

Las características de estos equipos son idénticas a las de los equipos instalados en los puestos de seccionamiento.

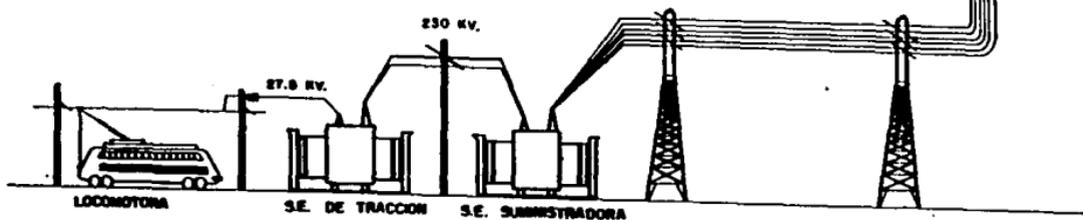
(Ver Diagrama Unifilar y Diagrama Esquemático)

Por lo que se refiere a las características eléctricas, el circuito de potencia de la locomotora tiene un transformador principal, cuyo elemento primario toma corriente de la catenaria al voltaje nominal de 25 kV - 60 Hz. El elemento secundario toma corrientes a 555 V en seis devanados, uno para cada motor de tracción (dos grupos de tres). Cada uno de los circuitos de alimentación de los motores de tracción pasa por un puente de rectificación por

PLANTA
GENERADORA.



RESUMEN ESQUEMATICO
DE LA FUNCION DE LAS
SUBESTACIONES.



tiristores; la corriente rectificada pasa por un reactor suavizador, que la convierte en corriente sensiblemente continua con que es alimentado el motor de tracción.

En el elemento secundario del transformador principal existen otros devanados con sus fuentes de rectificación y reactores para alimentar en 190 V y 240 A a 850 rpm al compresor de aire y el otro devanado al motor del ventilador necesario para el enfriamiento de los circuitos de control, el cual funciona a 545 V, 260 A y 2450 rpm. De este mismo devanado se deriva el elemento primario de un transformador auxiliar cuyo elemento secundario tiene tres devanados, uno toma corriente a 240 V que, convertida a corriente sensiblemente continua, pasa por un regulador de voltaje para ser utilizada en la carga de baterías a 75 V. El segundo devanado toma corriente a 240 V y alimenta corriente alterna principalmente al motor de la bomba de aceite del transformador principal y el tercer devanado de 120 V, alimenta la corriente alterna auxiliar de la locomotora como son tomacorrientes, alumbrado interior, luces de marcha, fanales, instrumentos y controles varios.

Existe además un transformador potencial que toma corriente de la catenaria, con un devanado secundario con voltaje de 104.2 V, para alimentar aparatos de medición de voltaje de la catenaria y para medición de potencias.

Las 39 locomotoras eléctricas que fueron adquiridas para este proyecto, han sido preparadas por el fabricante para almacenamiento prolongado, por lo que, todos sus componentes principales se encuentran protegidos y resguardados de las inclemencias del tiempo; tanto las locomotoras como sus refacciones, se encuentran dentro de un cobertizo construido especialmente para ello en Salinas, San Luis Potosí. Estas locomotoras requerirán ser reacondicionadas previamente a su entrada al servicio.

La casa de máquinas para locomotoras eléctricas, fue proyectada para el mantenimiento de rutina de estas unidades y comprende las inspecciones de fin de recorrido, las mensuales, las trimestrales, las semestrales y las anuales. Esta casa de máquinas está ubicada en el Valle de México por ser terminal de la línea electrificada.

V.2.3. LOCOMOTORAS Y TALLERES

El proyecto considera para la operación de la línea electrificada el mismo tipo de locomotora para los servicios de carga y pasajeros. Para definir este tipo de locomotora, se tomaron en consideración los siguientes aspectos:

- Composición y tonelaje de los trenes mas importantes que se mueven en los tramos representativos de la línea.
- Los resultados obtenidos en la investigación de las modalidades óptimas de explotación del sistema, considerando los incrementos del trafico.
- Las características físicas y geométricas de la vía, las condiciones climáticas del relieve, el gálibo a respetar, las características del equipo remolcado, las condiciones de alimentación de energía, el tipo de señalización prevista, los

límites de adhesión, el esfuerzo tractivo, la velocidad máxima prevista y la velocidad en régimen continuo.

Las características principales de las locomotoras son las siguientes:

* Potencia Nominal:	4400 kW
* Designación AAR:	C-C (3 ejes motrices por truck)
* Velocidad Máxima:	110 kph
* Velocidad Mínima continuada:	43 kph
* Fuerza tractiva en el arranque:	520 kN
* Fuerza tractiva continuada:	365 kN
* Peso nominal:	168 Tons

Energía de alimentación:

* Voltaje nominal:	25 kV
* " Máximo:	29 kV
* Mínimo continuo:	19 kV
* Frecuencia:	60 Hz

Para dos locomotoras acopladas:

- * Radio mínimo de curvatura 190 m (6 Grados)
- * Radio mínimo de curvatura a velocidad reducida 80 m (12 Grados)

En el proyecto de la casa de máquinas, se tomaron en cuenta las recomendaciones del fabricante (General Electric) para este tipo de locomotoras, así como las operaciones a efectuarse en cada inspección con base en las prácticas usualmente adoptadas en empresas ferroviarias que cuentan con locomotoras eléctricas.

La casa de máquinas cuenta con 4 puestos de mantenimiento para inspecciones menores y 2 puestos para inspecciones anuales. Un puesto de mantenimiento para inspecciones menores, podrá atender a 19 locomotoras y un puesto para la inspección anual, a 52 unidades.

Esta casa de máquinas cuenta con fosas y plataformas para la inspección a diferentes niveles de la locomotora, además de los departamentos indispensables para el mantenimiento que contarán con, los equipos, herramientas e instrumentos de pruebas necesarios y con una mesa de descenso para cambios de trucks, además de taller mecánico, local para reparación de frenos, taller electrónico, taller para reparación de pantógrafo y taller eléctrico.

V.2.4. CIRCUITO DE RETORNO

El circuito de retorno es parte integrante del circuito eléctrico de tracción. Esta constituido fundamentalmente por:

- * Los rieles de las vías y su continuidad longitudinal
- * Las ligaduras eléctricas transversales
- * Conexión a la subestación de las vías
- * Dispersión de corriente por la tierra

Los fenómenos eléctricos derivados por las grandes potencias absorbidas por las locomotoras eléctricas, causan daños a otros subsistemas, por tal motivo se ha previsto disminuir esta influencia eléctrica con la utilización del cable de guarda de la catenaria como parte del circuito de retorno, complementado con la instalación de un cable de tierra enterrado. Lo anterior, además del fin enunciado, garantiza el retorno seguro de la corriente de tracción, evitando la aparición de tensiones peligrosas en caso de que fuera interrumpida la continuidad de los rieles.

Para asegurar que no existe diferencia de potencial entre riel y suelo, entre vías electrificadas y vías no electrificadas o entre estructuras metálicas y suelo, se conectarán al cable de tierra las vías adyacentes, las estructuras metálicas, los postes de catenaria y las cercas de alambre, con ello se evitarán posibles daños a personas que transitan en las áreas adyacentes a las vías electrificadas. Además, habrá ligaduras transversales entre vías adyacentes.

V.2.5. ENERGÍA AUXILIAR

Consiste fundamentalmente en suministrar energía en corriente alterna de baja tensión para la operación de cierre y apertura de los interruptores de línea, que están ubicados a lo largo de la vía. Estos interruptores seccionan las catenarias para aislar un tramo que tenga alguna falla, permitiendo la circulación de los trenes por otra vía o ladero, también para efectuar labores de mantenimiento preventivo y correctivo en caso de fallas.

La energía será obtenida de los puestos de tracción por medio de transformadores (25 kV / 1 kV), especialmente instalados para ello y a través de un cable enterrado se distribuirá la corriente a cada uno de los transformadores (1000 V / 127 V) que proporcionarán corriente a los interruptores.

El proyecto considera el telecontrol, y telemando de los interruptores por medio de

localidades auxiliares llamadas AL, las cuales reciben la señal codificada por medio del cable principal de telecomunicaciones, la decodifica y selecciona el interruptor que se desee operar, mismo que se cierra o se abre según el caso. De esta manera, el Supervisor de Energía ubicado en el centro de control, tiene a su disposición el telemando y telecontrol de cada uno de los interruptores de líneas, además del manejo de la energía de los puestos de tracción.

V.3. TELECOMUNICACIONES.

Las comunicaciones asociadas con los Ferrocarriles Electrificados, debe cumplir con todos los requerimientos de comunicación necesarios, para cubrir todas las áreas que forman parte de la electrificación. El Supervisor de Energía requiere de comunicación en cada uno de los lugares donde se controlan las subestaciones, puestos de tracción e interruptores de línea para efectuar las conexiones o desconexiones necesarias. Las cuadrillas de reparación y mantenimiento requieren tener comunicación con el Centro de Control, para la coordinación de sus labores. El despachador requiere de comunicación tanto de voz, como de transmisión de códigos de mando, con las cuadrillas de mantenimiento y con las casetas de señalización, para transmitir las instrucciones para la adecuación de rutas, control de señales en enclavamientos que le permitirán el adecuado control de los trenes.

Todos estos telecontroles, teleindicaciones y comunicaciones telefónicas son transmitidas por medio de un sistema de telecomunicación.

El sistema de telecomunicación cuenta con los siguientes subsistemas:

- 1) Sistema de cables de Telecomunicaciones, que servirán como medio de transmisión y que estarán suficientemente protegidos para evitar interferencias y peligros por voltajes inducidos desde la catenaria.
- 2) Sistema de Regulación de Transporte, que es la comunicación del despachador con todas las estaciones de ferrocarril y casetas de señales.
- 3) Sistema de Regulación de Subestaciones, que permite la comunicación del Supervisor de Energía con las subestaciones y puestos de seccionamiento.
- 4) Sistemas Telefónicos para Mantenimiento, uno para cada área: Subestaciones, Catenaria, Vía, Señales y Telecomunicaciones.
- 5) Sistemas de Intercomunicación entre los Centros de Control.

- 6) Sistema de Transmisión de Onda Portadora por Cable, mediante el cual se transmitirán todos los mandos.
- 7) Sistema de Supervisión Remota, que sirve para vigilar la operación correcta del sistema de telecomunicaciones.
- 8) Sistema de Comunicación para los Jefes de Despachadores.
- 9) Sistema de Grabación en cinta Magnética de las Comunicaciones que se efectúen por las distintas consolas de regulación, llamadas hacia la consola y desde la consola.

En la electrificación de una línea férrea, el problema mas importante es atenuar la tensión producida por inducción magnética en la línea de telecomunicaciones y que interfiere en el sistema y afecta a los operadores.

Para atenuar la tensión inducida, se utilizará un cable blindado con capas de aluminio y de acero, con un elevado factor de apantallamiento, además, se instalarán dispositivos de protección a ambos extremos del circuito.

El cable de telecomunicaciones tiene las propiedades eléctricas que satisfacen los requerimientos de transmisión y calidad con mínimas interferencias electromagnéticas. Se utilizan conductores aislados con polietileno tipo 4 alambres en estrella, como medio de transmisión para la frecuencia portadora y conductores aislados con polietileno solido tipo estrella de 4 cables, para los circuitos de voz.

Los conductores aislados con polietileno son de colores de manera que se facilite la identificación de los circuitos de voz, los cuales presentan varios puntos de empalme a lo largo de la ruta del cable.

El cable principal consta de 16 sectores que son utilizados para:

* Regulación de transporte	1/2 sector
* Regulación de tracción	1/2 sector
* Mantenimiento de tracción	1/2 sector
* Mantenimiento de señalizaciones	1/2 sector
* Mantenimiento de catenaria	1/2 sector
* Mantenimiento de la vía	1/2 sector
* Supervisión de las telecomunicaciones	1 sector
* Alarma de tracción	1/2 sector
* Extensión de teléfonos	1/2 sector
* Línea A. Teléfono de despacho	1/2 sector
* Reserva	1/2 sector
* Circuito de C.T.C.	1/2 sector

* Circuito de C.S.C.	1/2 sector
* Circuito para los detectores de cajas calientes	1/2 sector
* Sistemas de onda portadora	2 sectores
* Alimentación de energía a los teléfonos A1	1/2 sector
* Reserva para onda portadora	1 sector
* Circuito telegráfico futuro	1/2 sector
* Mantenimiento de telecomunicaciones	1/2 sector
* Reserva	4 sectores
TOTAL	16 sectores

El sistema de transmisión de portadora por cable, está configurado por los siguientes equipos:

- * Equipo de portadora
- * Equipo de multiplex
- * Equipo de supervisión remota
- * Equipo de línea de ordenes
- * Equipo de telealimentación de energía a los repetidores

V.4. SISTEMA DE SUPERVISIÓN REMOTA

La supervisión remota tiene el propósito de mantener con una alta calidad y estabilizado el sistema de transmisión. Con el uso de este sistema, en caso de fallas, es posible la reparación con una alta eficiencia.

El sistema de regulación de transporte está compuesto por una Consola de Transporte (T.C.), instalada en el Centro de Control del Valle de México y en el Centro de Control de Querétaro. Los teléfonos instalados en cada estación, y los teléfonos tipo exterior para llamada local instalados cerca de los semáforos de señalización y en el exterior de las estaciones y toneles.

El sistema de regulación de subestaciones esta compuesto por una consola de subestaciones de tracción (TSC), instalada en el Centro de Control del Valle de México y en el Centro de Control de Querétaro, los teléfonos instalados en cada una de las subestaciones, PS y PSS, el sistema telefónico de alarma y el sistema de comunicación directa.

El sistema de comunicación para los Jefes de Despachadores servirá para que estos den sus órdenes a los despachadores, al personal responsable de la regulación del tráfico de la energía.

Forman parte de este sistema:

- * Consolas de los Jefes de Despachadores
- * Consolas del personal permanente

Cualquiera de estas consolas tendrá acceso a todas las líneas de regulación de transporte, a las líneas de regulación de subestaciones, a los teléfonos de alarma y comunicación con otras consolas mediante el sistema de intercomunicación.

El sistema de grabación multicanal en cinta magnética, está diseñado para grabar todas las señales de audio en forma continua. En el caso de alguna falla, automáticamente la grabación se conmutará hacia otro equipo que estará en posición de respaldo.

El equipo tendrá capacidad para grabar 8 canales de audio diferentes simultáneamente, sobre una cinta magnética aplicada a los equipos de comunicaciones.

Las consolas que se grabarán serán las siguientes:

- * Consolas de regulación del transporte
- * Consolas de regulación de subestaciones
- * Consolas de los Jefes de Despachadores
- * Consolas del personal permanente

El sistema telefónico para mantenimiento está constituido por consolas instaladas en los Centros de Control del Valle de México y Querétaro, los teléfonos que serán de tipo portátil para las cuadrillas, podrán conectarse en las instalaciones, puestos de señalización y subestaciones.

Existen tres sistemas telefónicos para mantenimiento que se describen a continuación:

- * Mantenimiento de señales.
- * Mantenimiento de las subestaciones PS y PSS.
- * Mantenimiento de telecomunicaciones.

Además existen otros dos sistemas de mantenimiento para catenaria y vía, en donde las cuadrillas podrán conectar sus teléfonos portátiles a intervalos de 900 metros aproximadamente.

El sistema de intercomunicación para los centros de control tiene por objeto permitir la comunicación entre ellos, y la facilidad de intercomunicar: Consolas de Transporte, Consola de Subestaciones de Tracción, Consola de Trabajo, Consolas de Mantenimiento, Consolas de Personal Permanente y Consola de Jefe de Puesto.

Por el sistema de telegrafía morse se transmitirán los servicios telegráficos de las divisiones Pacífico, Mexicano y subdivisión Hidalgo, que actualmente van por las líneas aéreas y que serán afectadas por las inducciones que producirá la catenaria.

La energía para las telecomunicaciones se suministrará mediante, un rectificador y una batería, el voltaje de corriente alterna de entrada será de 127 V y el voltaje DC de salida

será de 48 V con un tiempo de autonomía de la batería de 8 horas.

El sistema para la detección de fallas del cable de telecomunicaciones servirá para registrar las fallas o roturas del cable, mediante un par de hilos colocados en la parte exterior de todos los cuadros y diametralmente opuestos. Estos hilos, en su aislamiento, tienen pequeñas perforaciones que al penetrar agua o romperse el cable, hacen que disminuya el aislamiento de estos, lo que será detectado por el equipo encendiendo una alarma local y transmitiendo la indicación de la falla a la estación supervisora Regional.

V.5. SEÑALIZACIÓN Y TELEMANDO

El sistema de señalización tiene como finalidad propiciar la circulación continua de los trenes, la supervisión de estos mediante el seguimiento de los mismos e incrementar la seguridad de la operación previniendo accidentes.

Todas estas funciones se cumplen con los siguientes subsistemas que integran la señalización:

- Control de Tráfico Centralizado (C.T.C.).- Es el sistema utilizado para la supervisión y control del movimiento de trenes, mediante los siguientes equipos que se encuentran ubicados en el Centro de Control del Valle de México, para controlar el tramo Buenavista - Ahorcado y en el Centro de Control de Querétaro para controlar el tramo La Griega - Querétaro - Irapuato:
 - a) Consolas de control. Estas consolas constan de seis botones (función selectiva de grupo, control de C.T.C., función selectiva, control del curso, control de display y un grupo alfanumérico), para realizar los cambios de los aspectos de las señales, cambios de vías en los enclavamientos, registrar el número de tren, supervisar la ocupación de los circuitos de vía, etc., estas operaciones se realizan a control remoto, utilizando códigos que se transmiten a través del cable principal de telecomunicaciones. Estas consolas están divididas, para controlar cuatro zonas en el tramo Buenavista - Ahorcado, además contarán con un dispositivo que permitirá a un despachador controlar dos zonas simultáneamente.
 - b) Pantallas de video a color. Monitores donde se representará gráficamente el diagrama esquemático de las vías, señales, juegos de cambio en los enclavamientos, las secciones del block automático y una indicación que representará el número de la locomotora que esté ocupando un circuito de vía; además cuenta con un monitor donde se registrarán y grabarán los reportes de cada uno de los trenes que estén

circulando.

- c) **Computadoras.** Estas computadoras contendrán el programa para representar sobre la pantalla el diagrama esquemático antes mencionado; así como también contarán con memoria suficiente para almacenar los datos ya mencionados.

- * **Control centralizado de subestaciones (C.S.C.).** Es el sistema utilizado para la supervisión y control de las 7 subestaciones, 6 puestos de seccionamiento, 15 puestos de subseccionamiento y 20 localidades auxiliares llamadas "AL", que son los puntos en donde se controlarán los interruptores de línea, mediante los siguientes equipos:
 - a) Consolas con pantallas de video a color para mostrar el sistema de alimentación conforme al diagrama esquemático de las subestaciones, puestos de seccionamiento, puestos de subseccionamiento y los "AL".
 - b) Terminal de control del operador con teclado y pantalla de video a color.
 - c) Dos microprocesadoras (una en operación y una de reserva).
 - d) Impresoras de línea, unidades de código y bastidores con equipo de alimentación.

- * **Sistema de block automático.** Es el sistema que operará automáticamente entre enclavamientos, mediante circuitos de vía, en los que se generará un sistema de código, el cual provocará el cambio de los aspectos en las señales al ser ocupado este circuito de vía. Este sistema permitirá un espaciamiento mas corto de trenes con lo cual se obtendrá una mejor explotación de la línea.

- * **Sistemas de enclavamientos.** Este sistema es utilizado para los libramientos de los trenes. Será operado desde el centro de control, pero podrá además, ser operado localmente en caso de ser necesario.

- * **Señales de cabina.** Es un dispositivo electrónico que se encuentra a un lado del conductor de la locomotora, que le indicará los aspectos de las señales posteriores.

Este dispositivo funciona mediante un detector de código, que se encuentra en la parte inferior de la locomotora y que recoge los códigos generados en los circuitos de vía.

- * Señales de pasos a nivel. Estas señales tienen como función prevenir accidentes entre las locomotoras y los vehículos terrestres, mediante señales luminosas y sonoras que funcionarán automáticamente, al aproximarse el tren a estos puntos.

Una componente muy importante en el sistema de electrificación de esta vía férrea, lo constituye el telemando, que permitirá que, desde los centros de control, se envíen los códigos de señales necesarios para que los equipos de señalización y enclavamientos sean accionados a control remoto. A esta componente está asociado el telecontrol, que permitirá que en los centros de control se tenga una indicación de la posición de las agujas en los juegos de cambio correspondientes al aspecto de los semáforos y que permitirá conocer con precisión, la posición de los trenes en un block automático.

El telemando desde los centros de control, también servirá para abrir y cerrar los interruptores de la línea, los seccionadores de las subestaciones, los puestos de subseccionamiento y los puentes en los puestos de seccionamiento. Por medio del telecontrol será posible que en los centros de control se tenga una indicación de la posición (abierto o cerrado) de los interruptores de línea, de los seccionadores y de los puentes. El telemando y telecontrol se complementan con algunos componentes del sistema de señalización (AL) y con algunos del sistema de telecomunicaciones (cables).

V.6. PROGRAMA DE PROTECCIONES

La electrificación de corriente monofásica a 60 Hz produce en líneas de comunicación efectos electrostáticos y electromagnéticos que pueden ser tan intensos como para provocar peligros o, al menos, suficientes para introducir interferencias en la telecomunicación. Fenómenos accidentales como corto-circuitos o tempestades eléctricas también producen estos efectos, pero debido a que su presencia es del orden de microsegundos, las tolerancias para ellos son mayores que para aquellos fenómenos de régimen permanente.

Los efectos electrostáticos dependen de la capacidad de la catenaria y de la conductividad del suelo. Son muy sensibles a la distancia entre la línea afectada y la línea perturbadora (a una distancia del orden de 50 m, los efectos electrostáticos son insignificantes). Por ello, dentro del derecho de vía, las líneas aéreas y toda clase de estructuras metálicas están sujetas a ellos.

Los efectos electromagnéticos tienen mucho mayor alcance y son producidos por la variación de la intensidad de la corriente de tracción y de las armónicas producidas en el circuito subestación - catenaria - locomotora - circuito de retorno. Su influencia se puede

sentir hasta 2 o 3 km, según sea la resistividad del terreno y la longitud del paralelismo aproximado.

En el caso de la línea México - Querétaro, se hizo en coordinación con empresas afectadas, principalmente Teléfonos de México, un levantamiento de las líneas dentro de una faja de 3 km a cada lado de la vía considerando sus características y las de sus terminales. De acuerdo con el tráfico esperado, se hicieron estimaciones de las intensidades de corriente de tracción a partir de cada subestación y se proporcionaron datos geológicos superficiales para estimar resistividades en el terreno. Se realizaron cálculos en computadora de los voltajes inducidos en las líneas a lo largo del tramo y de acuerdo con las directrices de la Comisión Consultiva Internacional de Telégrafos y Teléfonos, se determinaron los casos en los que la situación actual de las líneas de comunicación hace necesaria alguna protección.

Las protecciones pueden ser de varios tipos y en términos generales se subdividen en las que modifican las líneas afectadas y las que modifican la línea perturbadora. Con respecto a estas últimas, se han introducido en el proyecto dos modificaciones que ayudan a disminuir la inducción; estas modificaciones mejoran el circuito de retorno al aprovechar para este objetivo el hilo aéreo de guarda y adicionar un hilo enterrado que servirá para los diversos aterrizajes hasta la subestación correspondiente. Las protecciones a las líneas afectadas se tienen aun que estudiar en coordinación con las empresas propietarias.

La protección de los cables podrá hacerse de las siguientes maneras, cuando los circuitos no puedan ser trasladados:

- instalando pararrayos (protección contra el peligro de un corto-circuito permanente)
- haciendo pasar los circuitos por cable con buen factor reductor (protección contra peligro y ruidos, no aplicable para circuitos cortos)
- haciendo pasar los circuitos por un itinerario que lo aleje suficientemente del perturbador (protección contra peligro y ruidos)
- aumentando la banda de las frecuencias transmitidas (protección contra ruidos)
- instalando bobinas de bloqueo en el centro (protección contra ruidos)
- creando un nuevo centro vinculado por circuitos protegidos (protección contra peligro y ruidos)

El estudio se habrá de efectuar primeramente, sobre la protección contra el peligro en caso de corto-circuito de la catenaria (régimen de corto-circuito) y en caso del régimen normal de tracción de las maquinarias motoras (régimen permanente), cuyos límites de tensiones inducidas no deben sobrepasar los siguientes valores:

- a) Para la protección del personal:

- * 430 V para el régimen de corto-circuito
 - * 60 V para el régimen permanente
- b) Para la protección de las instalaciones contra la ruptura dieléctrica:
- * 60 % de la rigidez dieléctrica de los cables

Los resultados de este estudio preliminar, que ya ha sido realizado, concluyen en la necesidad de proteger los siguientes circuitos:

Circuitos de la Primera Etapa de Protección

- * Tlalnepantla
- * Cuautitlán
- * Teoloyucan
- * Huehuetoca
- * Polotitlán y Danú
- * La Griega
- * Ahorcado

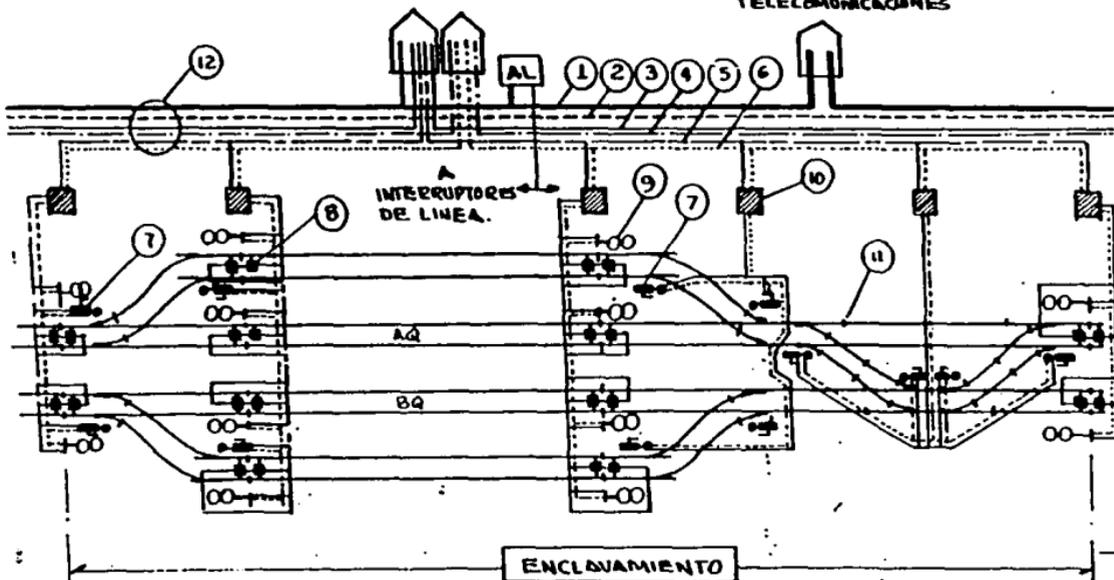
Circuitos de la Segunda Etapa de Protección (si se requiere)

- * Tlalnepantla, circuitos restantes
- * Cuautitlán, circuitos restantes
- * Teoloyucan, circuitos restantes
- * Huehuetoca, circuitos restantes
- * San Juan del Río
- * Querétaro
- * Polotitlán - Tula

Para los haces hertzianos y en los enlaces por radio, no hay en principio precauciones particulares que prever.

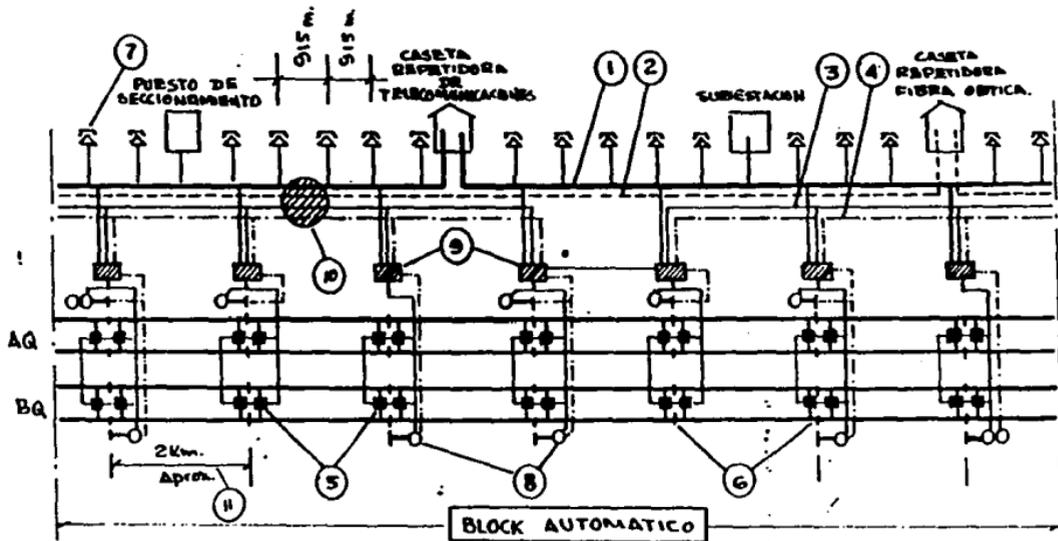
CASETA DEMANDO LOCAL
DE SEÑALIZACION

CASETA
REPETIDORA DE
TELECOMUNICACIONES



- ① CABLE PRINCIPAL DE TELECOMUNICACIONES.
- ② CABLE DE FIBRA OPTICA
- ③ CABLE DE SEÑALIZACION
- ④ CABLE ENERGIA SEÑALIZACION
- ⑤ CABLE LOCAL DE SEÑALIZACION
- ⑥ CABLE LOCAL DE ENERGIA SEÑALIZACION

- ⑦ MAQUINA DE CAMBIO
- ⑧ CAJA DE IMPEDANCIA
- ⑨ SEMAFOROS
- ⑩ CAJAS EQUIPOS DE SEÑALIZACION
- ⑪ JUNTAS AISLANTES
- ⑫ ZANJA CABLES TELECOM. y SEÑ.



- ① — CABLE PRINCIPAL TELECOMUNICACIONES
- ② — CABLE DE FIBRA OPTICA
- ③ — CABLE DE SEÑALIZACION
- ④ — CABLE ENERGIA SEÑALIZACION
- ⑤ — CAJA DE IMPEDANCIA
- ⑥ — JUNTA AISLANTE

- ⑦ TELEFONO ALARMA TRACCION c/915m.
- ⑧ SEMAFOROS
- ⑨ CAJAS EQUIPO SEÑALIZACION
- ⑩ ZANJA CABLES TELECOMS. Y SEÑALIZACION
- ⑪ CIRCUITO DE VIA.

FLORES DAMIAN

VI. PROPUESTA DE GARANTÍA DE CALIDAD PARA EL PROYECTO

VI.1. AUDITORÍA DE CALIDAD AL PROVEEDOR

Se propone un sistema por medio del cual se puede llegar a lograr un control y garantía conveniente de la calidad a lo largo del proyecto, tanto de los proveedores, como de su construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento.

Por un lado es importante tener la certeza de que los equipos y materiales que formarán parte del proyecto y que han sido descritos en el capítulo que de ello hace referencia, sean los adecuados en términos de calidad y operabilidad.

Esto lo podremos anticipar a través de una selección adecuada del proveedor.

Para llegar a esta selección, es importante tener un conocimiento pleno del diseño del proyecto y por supuesto, de los requerimientos de este.

A continuación, será de vital importancia realizar una auditoría de calidad al proveedor. Esta nos permitirá tener la mayor confianza posible en los bienes que deberemos adquirir.

VI.2. DESARROLLO DE UNA AUDITORÍA DE CALIDAD

Antes que nada, es importante entender que la Auditoría no es un sistema policiaco de control, ni un método de evaluación del desempeño y capacidad de los individuos. Por el contrario, es un canal eficaz de información.

Para su desarrollo, es importante establecer su programación con el tiempo suficiente para prever y asegurar el seguimiento efectivo y completo de todas las actividades aplicables comprendidas en el proyecto.

Como regla general, podemos decir que se deberán considerar los siguientes puntos:

- a) Definir claramente el objeto de la auditoría.
- b) Determinar con claridad los requisitos aplicables y la documentación a tener en cuenta.
- c) Determinar el método para documentar el programa de auditoría.

Una vez considerados estos puntos, se deberán tener en cuenta los siguientes:

- d) La actividad a ser auditada.

- e) La organización u organizaciones a ser auditadas.
- f) Las fechas en que se llevará a cabo la auditoría.
- g) Los lugares en que se deberá desarrollar la auditoría.

Los programas y fechas de auditorías no son inamovibles, y su desarrollo y frecuencia dependerán de lo que vaya surgiendo a través del programa general. Por lo tanto, el mismo podrá ser ajustado de acuerdo a las circunstancias y/o necesidades.

PLANIFICACIÓN DE LAS AUDITORÍAS

Una vez que se haya fijado la fecha para una auditoría, se designa al equipo auditor y a su líder. La selección deberá estar basada en la calificación de los auditores y en los requisitos contractuales.

El líder del Equipo Auditor contacta la empresa a auditar para convenir el alcance y cronograma de la Auditoría.

Con el plan de auditoría ya convenido, el Líder del Equipo Auditor puede asignar áreas a cada miembro de su Equipo y comenzar la preparación para la realización de la Auditoría.

Se mantendrán reuniones entre los miembros del Equipo Auditor con la frecuencia necesaria para asegurar una preparación eficiente.

El Líder del Equipo Auditor tiene la responsabilidad de la preparación del Plan, la coordinación con el auditado y la dirección de las actividades del equipo para la preparación de la auditoría.

EQUIPO AUDITOR

El primer requisito para la formación de un equipo de auditoría es que, con el fin de asegurar la libertad de acción y la independencia de las evaluaciones del equipo auditor, las personas que lo conforman NO DEBERÁN SER DE LAS AREAS AUDITADAS.

La cantidad de personas que conforman el equipo auditor depende del tiempo necesario para realizar la auditoría y la complejidad de las actividades a auditar.

Los integrantes del equipo auditor básico serán:

- a) Auditor Líder
- b) Auditor

Según el caso se podrán agregar:

- c) Auditores en entrenamiento
- d) Asesores/expertos (con conocimientos muy específicos de las áreas a auditar)
- e) Observadores (clientes, representantes de organismos oficiales, etc.)

PLAN DE AUDITORÍAS

El Plan de la Auditoría es responsabilidad del líder del equipo auditor. Se prepara para asegurar que todos los participantes en la auditoría entienden y convienen en el programa a seguir. El Plan de la Auditoría debe contener:

- Organización a auditar: nombre de la empresa o Unidad Organizacional.

- Fecha de la auditoría.

- Propósito y alcance de la auditoría:

Las áreas a ser cubiertas y los elementos del programa que serán auditados (por ejemplo: control de diseño, control de compras, etc.), deben ser claramente identificados.

- Nombres del equipo auditor y su líder.

- Documentos de referencia: la auditoría debe estructurarse en base a los requisitos establecidos en diferentes documentos.

- Hora de inicio de la auditoría.

El Plan de la Auditoría se reparte a los miembros del equipo auditor y formará parte del informe de la auditoría.

REVISIÓN DE LOS REQUISITOS APLICABLES

Los requisitos que debe cumplir el sistema a auditar deben ser claramente entendidos. Para ello los documentos referidos en el Plan de la Auditoría deben ser cuidadosamente analizados por los auditores. Los siguientes tipos de documentos pueden proveer criterios para la auditoría:

- Contrato u Orden de Compra.

- Manual de la Calidad.

- Especificaciones/Procedimientos.
- Informes de auditorías anteriores.
- Normas y códigos aplicables.
- Otros tipos de documentos tales como correspondencia, informes de inspección y otras fuentes de información conteniendo temas relativos a la calidad.

LISTAS DE VERIFICACIÓN (CHECKLISTS)

El propósito de las Listas de Verificación es contar con una guía que asegure continuidad y profundidad en la auditoría. De ningún modo deben restringir la libertad de los auditores para formular preguntas adicionales cuando sea necesario. La Lista de Verificación se prepara con una visión limitada por los documentos en posesión del auditor.

Frecuentemente, durante la realización de la auditoría aparece información adicional que puede incluso invalidar parte de la Lista de Verificación. En tal caso, el auditor debe formular las preguntas adicionales necesarias para ajustarse a la nueva situación.

La preparación de Listas de Verificación requiere algo más que la revisión de los documentos de referencia y escribir preguntas para realizar durante la auditoría. Las siguientes consideraciones básicas deben tenerse presentes como guía para la preparación de Listas de Verificación.

- ¿Cuáles son las preguntas a las que se necesita dar respuesta?
- ¿Cuál es el estado de avance de los trabajos?
- ¿Cuál es el estado de implementación del programa de la Calidad?
- ¿Qué problemas son ya conocidos como existentes en el programa de la Calidad a auditar?

Debe tenerse cuidado en incluir en la Lista de Verificación solo aquellas preguntas aplicables al propósito y alcance de la auditoría. Debe estar basada en los requisitos aplicables al programa. Si independientemente de como sea respondida, la pregunta no puede conducir a detectar una deficiencia, esa pregunta no deberá hacerse.

Hay muchas maneras de preparar Listas de Verificación. El uso de las listas estándar, que cubre los requisitos más usuales, permite ahorrar tiempo durante la preparación de la auditoría. Pero estas deben ser revisadas y complementadas con los requisitos específicos aplicables a cada auditoría.

La Lista de Verificación debe identificar todos los temas o requisitos que la auditoría intenta cubrir. Estos requisitos pueden ser identificados directamente, transcribiéndolos o

implícitamente usando preguntas. Si se usan preguntas, deben estar formuladas de manera que una respuesta afirmativa corresponda a una aceptación y una negativa a una situación inaceptable.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

EJEMPLOS DE LISTA DE VERIFICACIÓN

Ejemplo 1.

CUESTIONARIO

Proveedor: Electrotécnica Balteau, S.A.
Dirección: Escape No 21
Teléfono: 576.23.22

Fecha: 27 / III / 93
Estudio No.: 01
Fax/Télex: 017.72.437

Compañía. Filiales y su Localización: Instalaciones únicas de la empresa

Productos Fabricados: Transformadores de voltaje y corriente. Transformadores de medición.

Personas contactadas: Ing. Guillermo Pérez, Gerente de Exportaciones. Ing. Juan de Dios Gómez, Gerente de Control de Calidad

Sección 1. Información General.

1.1.	Organización de la Calidad	Si/No	Comentarios
1.	La Empresa practica el Control de Calidad o es llevado a cabo por inspección.	Si	La inspección forma parte del Control de Calidad
2.	Tiene el Gerente del sistema de Control de la Calidad la autoridad adecuada y conoce quién está a cargo de qué actividad.	Si	
3.	Quién decide qué acción deberá seguirse respecto a productos rechazados por el Sistema de Control.	El Gte. de Producción	

4.	Audita la empresa el funcionamiento y procedimientos de su Sistema de Control de la Calidad	Si	
5.	Existe el numero adecuado de personal de Control de Calidad y se imparte un adiestramiento formal a todo el personal que lo integra.	No	Actualmente se implementa un programa sobre Control de Calidad
6.	Existen procedimientos efectivos para tomar una acción rápida respecto al embarque de material o productos que hayan resultado defectuosos o no conformes con los requerimientos.	Si	
7.	Se ha desarrollado y publicado un Manual de Control de Calidad	Si	El Manual está en proceso de implementación
1.2.	Requerimientos	Si/No	Comentarios
1.	La empresa se encuentra preparada para mantener los Registros de Calidad que sean necesarios, por un período no menor a 6 años posteriores a la entrega del producto	Si	
2.	Se han certificado todas las entregas en cumplimiento con los requerimientos vigentes	Si	Se cumple favorablemente con los tiempos de entrega
1.3.	Instrucciones de Calidad	Si/No	Comentarios
1.	Los procedimientos de Control, Inspecciones y Pruebas, son llevados a cabo conforme a instrucciones escritas	Si	La mayor parte están establecidos y aprobados
2.	Estas instrucciones se encuentran completas y actualizadas	Si	
3.	Las instrucciones básicas, se encuentran disponibles a todo el	Si	

personal que realiza funciones de Control

1.4. Equipo de Calidad.	Si/No	Comentarios
1. Los medios de inspección, son adecuados y se encuentran disponibles los instrumentos de medición para el Control del producto	Si	La empresa cuenta con instalaciones de prueba
2. Existen instalaciones para una verificación periódica y para proporcionar mantenimiento al equipo	Si	El equipo de laboratorio es obsoleto
3. Si la empresa no cuenta con las instalaciones adecuadas de verificación y mantenimiento, ¿quién lleva a cabo estos servicios?	No Aplica	
4. ¿Quién es responsable de asegurar que las instalaciones de verificación sean usadas en forma adecuada?	El Gerente de Producción	
5. Existen registros que demuestren que el equipo ha sido sometido a verificaciones con elementos adecuados, en forma previa a su uso y en forma periódica posteriormente	Si	
1.5. Instalaciones de Laboratorio.	Si/No	Comentarios
1. La empresa cuenta con instalaciones de laboratorio aplicables al Control de materiales y a los procesos empleados	Si	
2. Si la empresa no cuenta con las instalaciones adecuadas de laboratorio, ¿quién provee los servicios necesarios?	No Aplica	
3. Quién es responsable de:		
1. Tareas de laboratorio con propósitos de Control?	El ingeniero a cargo del laboratorio. Los operarios	
2. Acciones a ser tomadas sobre	Normalmente, son reparados o re-	

	productos rechazados en el laboratorio	procesados	
1.6.	Turnos de Trabajo.	Si/No	Comentarios
1.	¿Se trabajan turnos adicionales a los turnos normales de trabajo?	No	
2.	Si el trabajo se realiza en varios turnos, ¿se opera en cada uno de ellos con el Control adecuado?	No Aplica	Solo existe un turno
1.7.	Diagramas y Control de Desviaciones.	Si/No	Comentarios
1.	¿Existe un sistema actualizado para garantizar el empleo de planos, especificaciones e instrucciones?	Si	
2.	¿Existe un sistema para controlar y registrar las desviaciones que sean autorizadas?	Si	

Sección 2. Material Recibido.

1. El proveedor adquiere normalmente:
 - Xa. Materia prima
 - b. Partes semiterminadas
 - c. Partes terminadas
2. ¿Se subcontrata normalmente algún tipo de trabajo?
R. Ocasionalmente, la inspección de materia prima a solicitud de los clientes.
3. El proveedor certifica normalmente:
 - a. Materia prima
 - b. Partes semiterminadas

Xc. Partes terminadas

d. Procesos subcontratados

4. Las muestras tipo del subcontratista o de cualquier otra fuente del proveedor son:

a. Verificadas en inspección al proveedor

Xb. Retenidas después de ser verificadas

c. Asignadas a un registro permanente

5. El proveedor maneja la Garantía de la Calidad de sus sub-proveedores?

R. Si

6. Qué sistema de Control se aplica en las adquisiciones de:

a. Materia prima

b. Partes semiterminadas

Se inspecciona en cada una de ellas

c. Partes terminadas

d. Procesos subcontratados

7. Se establecen registros de inspección para:

a. Materia prima

b. Partes semiterminadas

Si

c. Partes terminadas

d. Procesos subcontratados

Sección 3. Control en el Proceso.

Si/No

Comentarios

1.Cuál de estos métodos de inspección se utiliza:

a. Puntual (establecer frecuencia)

Se verifica el producto en la línea de fabricación y el producto

Xb. En línea de flujo terminado.

Xc. Final

2. ¿Qué sistemas de Control de Proceso se utilizan?

R. Métodos estadísticos sobre la producción

3. Se mantienen registros de:

a. Inspección puntual

b. Inspección en línea de flujo

Si

c. Inspección final

d. Control de proceso

4. Las muestras de cada turno de producción, sometidas a inspección son:

Xa. La primera

Xb. La última

5. Se tienen registros actualizados sobre dos de las muestras del Punto 4?

Xa. La primera

Xb. La última

6. La inspección es llevada a cabo por:

Xa. Operadores en su propio lugar de trabajo

b. Supervisores de producción

Operadores y personal de Control de Calidad

Xc. Personal independiente del anterior

- | | | | |
|----|---|----|---|
| 7. | Se hace uso adecuado de los medios de verificación del producto | Si | |
| 8. | Existen medios eficientes de rectificación y de retrabajo | Si | El volumen de trabajo reprocesado es mínimo |

Sección 4. Control de Salida.

Si/No

Comentarios

- | | | | |
|-----|--|--|--|
| 1. | El procedimiento a seguir con las muestras iniciales es: | | |
| a. | Inspección antes de someterlas al cliente | | |
| Xb. | Someter reportes de inspección al cliente | | |
| c. | Retención de pruebas idénticas a aquellas sometidas al cliente | | |
| 2. | Las piezas listas a ser despachadas, se encuentran debidamente identificadas | Si | |
| 3. | Cómo se identifican las partes a ser entregadas al cliente con respecto a: | | |
| a. | Descripción | Los transformadores cuentan con placas que los describen e identifican | |
| b. | Período de manufactura | | |

Sección 5. Almacenamiento

Si/No

Comentarios

- | | | | |
|----|---|----|--|
| 1. | El almacenaje de productos es satisfactorio | Si | |
|----|---|----|--|

- | | | | |
|----|---|----|--|
| 2. | El trabajo de almacenamiento se realiza en forma tal que se eviten daños o deterioros | Si | |
| 3. | Se encuentran adecuadamente ubicadas las áreas para almacenar: | | |
| a. | Partes recibidas | Si | |
| b. | Materias primas | Si | |
| c. | Trabajo en proceso | Si | |
| d. | Productos terminados | Si | |
| e. | Productos para despacho | Si | El área de embarque es muy reducida |
| 4. | La materia prima y los materiales o componentes en proceso o terminados, son convenientemente identificados para evitar un uso indebido (establecer método utilizado) | | Se utiliza un código de colores para identificarlos, además de etiquetas describiendo la fase del proceso en que se encuentran |
| 5. | El material rechazado, las partes y componentes terminados, están debidamente identificados y convenientemente separados para prevenir que sean erróneamente utilizados o empleados | | Si, sin embargo las diferentes áreas de almacenamiento durante el proceso o de producto terminado son muy reducidas |
| 6. | Se practica la rotación de almacén en materiales y componentes en proceso y terminados para facilitar su identificación | No | |
| 7. | ¿Quién es responsable de limpiar los desechos y productos no conformes del Area de Producción y con que frecuencia se realiza esta labor? | | Personal de producción, cada vez que se inicia la producción de un nuevo lote |

Ejemplo 2.

Descripción de la Empresa:

Empresa: Société Générale de Surveillance, S.A. Es una empresa de control de calidad, cuya división industrial, que se audita, realiza funciones de Consultoría en Proyectos de Ingeniería y control y garantía de calidad sobre productos y empresas.

Organización Gerencial

Nombre	/	Posición	Nombre	/	Posición
Sr. B. Cuperly	/	Dir. General	Sr. F. León	/	Gte. Proyectos Especiales
Sr. J. Valdés	/	Dir. Div. Ind.	Sr. A. Patiño	/	Gte. Insp. Aduanas
Sr. I. Pérez	/	Gte. Div. Ind.	Sr. R. Moya	/	Jefe Inspectores A
Sr. L. Fernández	/	Gte. Div. Con.	Sr. P. Pérez	/	Jefe Inspectores B
Sr. A. Alvarado	/	Gte. Div. Vehículos			

1. Número total de empleados: 110

1.1. Ingeniería: No Aplica

1.2. Supervisores: No Aplica

1.3. Ingenieros de Control de Calidad: No Aplica

1.4. Inspectores: No Aplica

1.5. El Supervisor de Control de Calidad reporta a: No Aplica

1.6. Líneas de fabricación (número de hombres y turnos): No Aplica

2. Comentarios.

Puesto que es una empresa de servicio (consultoría), muchas de las funciones descritas, no aplican a la misma

3. Comentarios a la Organización de la Empresa:

La empresa está especializada en control de calidad en diversas ramas de la economía, por lo tanto, está integrada en diferentes divisiones (Industrial, Productos de Consumo, Minería, Petróleo, Agricultura, etc.)

Recomendaciones. Capacidad como proveedor:

Prestador de servicios confiable

Limitaciones de fabricación - en qué tipo de material o de equipo:

No aplica

¿La Empresa se encuentra afiliada a algún Sindicato?: No _____

Fecha de renovación de acuerdo: No Aplica _____

1. Número de afiliación del Departamento de Control de Calidad: No Aplica
2. Número de afiliación del Departamento de Ingeniería: No Aplica _____

MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD.

1. Se encuentra en uso el programa planeado y desarrollado
Si: __X__ No: _____
2. Será proporcionada una copia del Manual de Calidad
Si: __X__ No: _____
(Si la respuesta es no, explicar porque):

El manual se encuentra actualmente en fase de implantación

3. Existen Procedimientos de Auditoría Interna
Si: __X__ No: _____
4. Existen Procedimientos de Control de Diseño
Si: __X__ No: _____
5. Existe un Control sobre la documentación
Si: __X__ No: _____

6. Existe un Control sobre el material
Si: X No: _____
7. Existe un Programa de Capacitación
Si: X No: _____

INGENIERÍA.

1. Los Planos y Diagramas, ¿dónde son desarrollados?:
Se proporciona asistencia a los clientes para la revisión y/o elaboración de los mismos

2. ¿Dónde se formulan los Procedimientos?:
Algunos a nivel de la oficina local, otros en alguna de las diferentes filiales del grupo, y otros mas en la casa matriz que está en Ginebra, Suiza.
3. Existe control sobre las especificaciones y revisión de planos y diagramas
Si: X No: _____
4. Comentarios:
La empresa cuenta con un grupo de ingenieros expertos, que proporcionan asesoría en las fases de ingeniería de un proyecto, considerando la normativa existente, tanto a nivel nacional, como internacional.

INSPECCIÓN DE RECEPCIÓN DE MATERIALES.

1. La inspección la realiza una persona autorizada
Si: X No: _____
2. Medios de identificación y control de material:
Este punto aplica a la recepción de muestras, materiales o documentos recibidos de los clientes. Se asigna un número de registro integrado en la forma que sigue: I - XX / 9X, donde XXX es un número de registro consecutivo y 9X, corresponde al año de registro.
3. La revisión de reportes de prueba es hecha conforme a los requerimientos que señalan

las especificaciones y/o la orden de compra

Si: No:

4. Métodos de liberación de productos:

Los productos a liberar son reportes o certificados de inspección, que solo son entregados una vez que, de común acuerdo con el cliente, el reporte preliminar o borrador, haya sido aceptado.

5. Se utiliza algún código para el control de material

Si: No:

6. Se emplea algún número de serie para control

Si: No:

7. Los documentos correspondientes se encuentran disponibles al auditor?

Si: No:

INSPECCIÓN EN PROCESO Y PRUEBAS.

1. La realiza el inspector

Si: No:

2. La inspección y procedimientos de prueba se encuentran en forma clara, completa y de acuerdo a instrucciones escritas que se encuentren actualizadas

Si: No:

3. Las instrucciones fueron escritas por: Gerente, Inspector en Jefe,
y aprobadas por: Director de la División.

4. El criterio para aprobación o rechazo está definido en las instrucciones

Si: No:

5. Describa el procedimiento seguido para realizar acciones correctivas:

Se lleva un registro de No Conformidades, a través del cual se permite conocer la causa de ellas, cuando existe mucha incidencia en algún tipo de No Conformidad. Se busca combatirlas desde las primeras fases.

-
-
6. Todas las inspecciones están documentadas

Si: X No:

7. Los procedimientos garantizan que se estén empleando los últimos diagramas, especificaciones e instrucciones aplicables? (Describe brevemente):

Normalmente son entregados por el propio cliente.

8. Comentarios:

Los procedimientos de inspección, están normalizados de acuerdo con estándares internacionales y en particular, con los requerimientos del cliente.

CONTROL DE HERRAMIENTAS, CALIBRACIÓN Y EQUIPOS DE PRUEBA.

1. El proveedor mantiene los aparatos de calibración, medición y pruebas de forma tal que garanticen su conformidad con los requerimientos técnicos

Si: X No:

2. Los intervalos de calibración se establecen conforme a patrones o instrucciones certificadas

Si: X No:

INSTALACIONES DE PRUEBA EN PLANTA.

1. Laboratorio Textil _____
2. _____
3. _____

PERSONAL DE INSPECCIÓN E INSTALACIONES.

1. Número de turnos: 1

2. Inspectores: 17

3. Equipo de Prueba:

- a. No se dispone _____
- b. _____
- c. _____
- d. _____
- e. _____

4. Si el equipo y laboratorio no se encuentran en las instalaciones, identificar y enlistar estos lugares:

Se encuentra en las instalaciones.

REGISTROS.

1. Se mantienen los registros de inspección y prueba y se especifican los períodos de retención
Si: X No: _____

2. Los registros indican la naturaleza y tipo de desviaciones
Si: X No: _____

3. Los registros indican las desviaciones aprobadas o rechazadas
Si: X No: _____

4. Los siguientes registros se encuentran disponibles para su verificación

A. Datos de certificación del material
Si: X No: _____

B. Información de cómo el producto fue elaborado en base a los requerimientos de planos y especificaciones
Si: X No: _____

C. Evidencia de una fabricación satisfactoria y de pruebas de aceptación
Si: X No: _____

D. Evidencia de la certificación del personal (si es requerida)

Si: X No: _____

MANEJO, ALMACÉN Y EMBARQUE.

Describe la capacidad del proveedor para manejar el almacenamiento, preservación, empaque y embarque del sitio de fabricación, de manera que se prevengan: daños, pérdidas, deterioros, degradación o sustitución de partes:

Las muestras, materiales y documentos recibidos de los clientes, son debidamente almacenados o archivados recibiendo el mismo número de referencia que el archivo correspondiente.

DATOS DE LA PLANTA.

1. Área de trabajo aproximada 294 m².
Área de patio No Aplica m².

INSTALACIONES DE EMBARQUE.

- | | | |
|---------------------------|------------------|-----------|
| 1. Ferrocarril | Si: <u> N/A </u> | No: _____ |
| 2. Facilidades Portuarias | Si: <u> N/A </u> | No: _____ |
| 3. Carretera | Si: <u> N/A </u> | No: _____ |

COMENTARIOS.

La presente, es una empresa de servicio. Los resultados que se obtienen de las consultorías o inspecciones llevadas a cabo, se reflejan en un certificado o reporte de inspección.

DESARROLLO DE LA AUDITORÍA

REUNIÓN INICIAL

Introducción.

Previo al comienzo de la Auditoría de Garantía de Calidad, se deberá llevar a cabo una reunión entre el Equipo Auditor y los miembros designados responsables de la Organización Auditada. La conferencia debe ser dirigida por el Líder del Equipo Auditor en el lugar en que se desarrollará la Auditoría.

Durante la reunión inicial previa a la auditoría, se deben establecer las reglas generales para la realización de la misma y el temario incluirá los siguientes puntos:

1. Presentación de los participantes de ambas organizaciones.
2. Preparación de una Lista de Asistentes.
3. Explicación del propósito y alcance de la auditoría, incluyendo las razones y fundamentos para la realización de la misma.
4. Conocimiento de la Organización auditada y de su Programa para la Calidad.
5. Ponerse de acuerdo con respecto a la Agenda o Plan de Auditoría.
6. Asignación de tareas a cada miembro del equipo auditor (de ser necesario).
7. Identificación de los responsables de la Organización Auditada que asistirán a los auditores.
8. Arreglos logísticos:
 - a) Lugar de reunión
 - b) Horarios de trabajo
 - c) Horarios para comidas
 - d) Conferencia final, lugar, fecha y horario previstos
9. Conversación con referencia al Estado Actual del Programa de la Calidad del Auditado.
10. Aclaración de cualquier pregunta que pueda efectuar el Auditado.
11. De ser necesario, una visita guiada de las instalaciones.

CONDUCCIÓN DE LA AUDITORÍA

Para el desarrollo de las auditorías hay que tener en cuenta diversos elementos cuyo manejo adecuado hace a la eficiencia y el logro de los objetivos del sistema de Auditorías. Entre esos elementos se deben considerar los siguientes:

- a) Actitud del Auditor.
- b) Dónde llevar a cabo la Auditoría.
- c) Objeto y finalidad de los interrogatorios.
- d) Características individuales del auditor.
- e) Proceso Analítico de Evaluación y Control de Documentos. Para poder determinar el cumplimiento del programa y de los requisitos aplicables referentes a la documentación, se deben desarrollar las siguientes acciones:
 - examinar las evidencias documentales para comprobar lo expuesto durante las entrevistas o interrogatorios
 - determinar si el Programa de la Calidad satisface los requisitos acorde a la complejidad y seguridad del equipo y/o servicio
 - verificar que las condiciones existentes cumplen con los requisitos formales establecidos contractualmente
 - verificar que los documentos específicos, procedimientos, instrucciones aplicables a determinadas actividades están completos, son adecuados y están correctamente identificados
 - verificar que todos los requisitos de la calidad son apropiadamente transmitidos a todos los participantes del Programa, incluyendo contratistas y sub-contratistas
 - verificar que todos los requisitos de la calidad son controlados adecuadamente
 - verificar que los criterios aplicables han sido contemplados en la elaboración de la documentación de trabajo, y que los requisitos que establecen los criterios han sido implementados y controlados eficientemente
 - verificar las interfases de control de documentación

HALLAZGOS

Previamente a la reunión final y bajo la conducción del Auditor Líder, el Equipo deberá reunirse e intercambiar información, sin participación de personal de la organización auditada. Durante el transcurso de esta reunión, se deberán establecer en forma preliminar

las Desviaciones que hayan sido detectadas.

No siempre es posible determinar con claridad, cuál de las desviaciones constituye una **NO CONFORMIDAD**, que dará lugar a un Informe de No Conformidad y cuál solo podrá ser considerada para hacer Recomendaciones tendientes a mejorar la eficiencia de un sistema. Por lo tanto, es sumamente importante que el Equipo Auditor, trate de establecer durante esta reunión de equipo, la importancia de las observaciones realizadas y distinguir claramente de ser posible las siguientes posibilidades:

1. La desviación detectada constituye sin lugar a dudas un alejamiento respecto a los requisitos de alguno de los documentos de referencia aplicables
2. La desviación detectada debe ser verificada con mayor detenimiento y estudiarse con mas tiempo y profundidad los documentos aplicables para determinar si dicha desviación dará lugar a la redacción de un Reporte de No Conformidad.

REUNIÓN FINAL

Los siguientes principios deberán tenerse en cuenta y ser empleados durante el desarrollo de la Reunión Final de Auditoría.

1. El nivel de personal auditado deberá estar a discreción de los responsables de la Organización Auditada, pero compatible con la importancia y magnitud de las No Conformidades.
2. Los responsables asistentes deberán estar en condiciones o autorizados a contestar a las No Conformidades.
3. Se debe presentar una descripción clara del estado del Programa de la Calidad.
4. Indicar las no conformidades.
5. Proporcionar la información detallada que constituya el soporte de la misma, incluyendo la identificación exacta del elemento no conforme.
6. Presentar la justificación con respecto a la que se ha producido la desviación.
7. Permitir una razonable explicación con el objeto de clasificar la no conformidad o desviación.
8. Si el auditado provee la evidencia de que la No Conformidad no existe, el auditor debe resolver el caso inmediatamente durante la Reunión Final de Auditoría.
9. En aquellos casos en que la explicación que se da con referencia a una no conformidad es muy complicada, o incluye la revisión de documentación diversa, el auditor debe diferir su estudio y solución para una fecha posterior a la Reunión Final.

10. Debe tratarse que toda argumentación formal del auditado sea presentada a manera de Respuesta Formal.
11. De ser posible la redacción inmediata de los Reportes de No Conformidad, debe tratarse que el auditado firme, indicando de esa forma su aceptación y entendimiento.
12. Indicar que un informe escrito será oportunamente preparado y enviado a la Organización Auditada, solicitando la contestación formal de las no conformidades.
13. De redactarse los Reportes de No Conformidad, se deberá dejar una copia a la Organización Auditada, con el objeto de facilitar las acciones correctivas y proveer a los participantes con un registro positivo de las no conformidades presentadas.
14. Agradecer al auditado por la colaboración y partir lo mas pronto posible sin entablar debate.

ACTIVIDADES POSTERIORES A LA AUDITORÍA.

INFORME DE AUDITORÍA

El informe de Auditoría es una parte importante del Plan de Auditoría.

Deberá proveer una versión clara de lo ocurrido durante el desarrollo de la auditoría.

El informe deberá ser conciso, preciso y entendible.

En la preparación del informe, deberá tenerse en cuenta que muchas de las personas que lo recibirán y leerán, no estuvieron involucradas en forma activa en la auditoría. Por lo tanto, su única fuente de información es este documento.

El informe deberá proveer una descripción clara de las condiciones observadas, una evaluación sobre la eficacia del Programa de la Calidad y las acciones correctivas que se necesita implementar.

La descripción de las condiciones observadas debe ser completa y no meramente un listado de las deficiencias encontradas.

La preparación del Informe de Auditoría es responsabilidad del Equipo Auditor, dirigido por el Auditor Líder.

Deberá ser preparado dentro de los siete (7) días posteriores a la auditoría firmado por los integrantes del Equipo Auditor.

La distribución del informe incluirá a la Gerencia responsable de la auditoría y a la organización auditada.

Adjuntos al informe propiamente, se presentarán los Informes de No Conformidades, una carta de presentación, una lista de participantes con firma autógrafa y el Plan de la Auditoría realizada.

Las partes esenciales de un Informe de Auditoría y su descripción son las siguientes:

a) Número del Informe de Auditoría.

Una designación preestablecida alfanumérica deberá ser asignada a cada Informe. Esta designación juega un papel sumamente importante, ya que todas las acciones posteriores iniciadas como resultado del informe, harán referencia a éste, y proveerán un mecanismo de rastreo para el seguimiento y eventual cierre del informe.

b) Área auditada.

Esta parte deberá identificar la actividad auditada, por ejemplo: Empresa, equipo y el proyecto afectados.

c) Lugar y fecha.

Los correspondientes al lugar y momento de ejecución de la auditoría o del informe.

d) Lista del Equipo Auditor.

Nombres y unidad organizacional a la que pertenecen, identificando al Auditor Líder.

e) Personal contactado.

Listado con los nombres y unidad organizacional a la que pertenecen, de todas las personas contactadas durante el desarrollo de la auditoría desde la reunión previa hasta la final.

f) Documentos de referencia.

Listado de los documentos del Programa de Calidad usados para desarrollar y preparar las listas de verificación de la auditoría.

g) Propósito.

Breve descripción del motivo de la auditoría.

h) Alcance.

Breve reseña de los puntos del Programa de la Calidad y/o actividades afectadas por la auditoría.

i) **Resumen.**

Dar una breve evaluación sobre la eficacia de las actividades, basada en las observaciones y resultados de la auditoría.

Se incluyen comentarios sobre la Conformidad y No Conformidad de cada aspecto, la identificación de los Reportes de No Conformidad emitidos y las recomendaciones propuestas.

j) **Firmas.**

De los integrantes del Equipo Auditor en la primera hoja y su inicial en las restantes.

INFORME DE NO CONFORMIDADES

Al preparar un Informe de No Conformidad, el punto mas importante a tener en cuenta es que la No Conformidad debe ser una violación de un requisito documentado.

La No Conformidad debe estar escrita de una manera sintética pero completa, fácilmente comprensible y que pueda ser correctamente interpretada.

Las No Conformidades deben estar apoyadas en pruebas objetivas y no en opiniones o suposiciones.

Hay que evitar culpar a individuos en forma directa cuando se prepara un Reporte de No Conformidad, y no incluir comentarios personales.

En el caso de No Conformidades para las cuales no existan pruebas o evidencias objetivas, deberán ser reconocidas por un miembro de la organización auditada. Este reconocimiento no implica estar de acuerdo con los términos de los Reportes de No Conformidad, sino que indica un entendimiento de la no conformidad tal como está escrita.

Los Reportes de No Conformidad que identifican no conformidades o deficiencias del Programa de Calidad, deberán ser reconocidas por un miembro de la organización auditada. Este reconocimiento no implica estar de acuerdo con los términos de los Reportes de No Conformidad, sino que indica un entendimiento de la no conformidad tal como está escrita.

Las partes esenciales del Informe de No Conformidad son las siguientes:

a) **Número del Informe de No Conformidad.**

Se asignará una identificación alfanumérica correlativa, que permita su fácil rastreabilidad.

Se indicará el No. de serie, el departamento que interviene y el año.

b) **Lugar y fecha.**

Los correspondientes al lugar y momento de ejecución de la auditoría o de la detección de la no conformidad.

c) **No. del Informe de Auditoría.**

Identificar en el Reporte de No Conformidad, el No. del Informe de Auditoría en el cual fue registrada la No Conformidad.

d) **Autor y firma.**

Corresponde indicar el nombre y departamento del redactor del Reporte de No Conformidad junto con su firma, los cuales serán en general, los del Auditor Líder.

e) **Tema y referencia.**

Se indica al área o actividad específica donde fue detectada la No Conformidad. Por ejemplo: Departamento de Ingeniería, Procedimiento de Control de Diseño o Programa de Garantía de la Calidad, Registro de Informes.

f) **No Conformidad detectada.**

Explicar a detalle las condiciones observadas que llevaron al registro de la no conformidad y mencionar el documento que especifica el requisito que ha sido violado. Incluir suficientes detalles del documento de referencia tales como el No. de sección, hoja, párrafo, etc., como para poder ubicarlo fácilmente en caso necesario.

g) **Recomendaciones.**

Se deberán hacer las recomendaciones apropiadas para corregir la condición no satisfactoria.

h) **Reconocimiento.**

El informe deberá ser reconocido por un miembro de la organización auditada.

i) **Acciones correctivas.**

En esta parte del Informe de No Conformidad, el personal responsable perteneciente a la organización auditada deberá asentar la respuesta a la No Conformidad, indicando la acción correctiva a efectuarse y la fecha para la cual estará finalizada o completa.

SEGUIMIENTO DE ACCIONES CORRECTIVAS

Para asegurar una efectiva y rápida implementación de las Acciones Correctivas establecidas para la eliminación de las No Conformidades detectadas, el Equipo Auditor efectuará tareas de seguimiento.

Las tareas de seguimiento incluyen las siguientes etapas:

a) Seguimiento de las respuestas.

El Auditor Líder deberá verificar el estado de las respuestas de la organización auditada.

Si existe un atraso en la recepción de una respuesta, el Auditor Líder se encargará de notificar a la Empresa Auditada acerca de esta anomalía.

b) Evaluación de las respuestas.

Al recibir una respuesta de la Empresa Auditada, el Auditor Líder evaluará la adecuación de la respuesta a los requisitos establecidos.

Durante la evaluación se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- i) que los detalles de la acción tomada corrijan efectivamente las condiciones adversas señaladas en la No Conformidad.
- ii) que esta acción detallada evite la repetición de la condición adversa.
- iii) cuando la respuesta indica que la acción no ha sido tomada, esta debe contener un plan de Acción Correctiva, cronograma y fecha de terminación.

c) Definición de la Acción Correctiva y Confirmación de la Misma.

Cuando el Auditor Líder ha evaluado la respuesta y considera aceptable la Acción Correctiva, determinará la acción necesaria para lograr la confirmación.

Esta confirmación se logra mediante:

- i) aceptación de la respuesta escrita, o
- ii) evaluación de la evidencia enviada, o
- iii) verificación de la acción correctiva en el lugar de la Auditoría.

- iv) nueva auditoría.

Quando sea necesario re-auditar, la nueva auditoría deberá programarse a la mayor brevedad posible.

- d) Cierre del Reporte de No Conformidad.

El cierre de las No Conformidades de la Auditoría se basará solamente en la verificación de evidencias objetivas que certifiquen la culminación satisfactoria de la Acción Correctiva.

Una vez cumplida la confirmación de la Acción Correctiva y la calificación de esta como aceptable, el Auditor Líder generará el Cierre del Reporte de No Conformidad.

El Reporte de No Conformidad "cerrado", se enviará a la Empresa Auditada con copias para ser distribuidas de la misma manera que el informe original de la Auditoría.

REGISTROS DE AUDITORÍA

El Equipo Auditor deberá asegurar la generación y retención de todos los documentos asociados con la conducción de la Auditoría, los que sirven de base para las No Conformidades y los resultantes de las Acciones Correctivas.

Los registros se generarán y retendrán para todas las Auditorías. Estos registros incluirán el Programa de Auditorías, el Plan de Auditoría individual, Informes de Auditorías, respuestas escritas y el registro del cumplimiento de las Acciones Correctivas.

Los registros de Auditoría se confeccionarán y mantendrán al día de acuerdo con los requisitos del Programa de Auditorías de la Calidad.

Se confeccionará un archivo para cada Auditoría realizada por cada Garantía de la Calidad, el cual contendrá como mínimo lo siguiente:

- a) Carta de notificación / Plan de Auditoría.
- b) Lista de verificación (checklist) utilizada (solamente para la organización auditora).
- c) Informe de Auditoría.
- d) Informe de No Conformidades.
- e) Carta de presentación.

- f) Correspondencia referente a la auditoría.
- g) Respuestas a la Auditoría.
- h) Evaluación de las respuestas.
- i) Informe / Carta de cierre final.

VI.3. PLAN DE INSPECCIÓN DE CONTROL DE CALIDAD.

Como complemento a lo expuesto en el Capítulo anterior, se propone asimismo el siguiente esquema de actividades que permitirán la implementación de un Sistema eficiente de Control de Calidad para nuestro Proyecto.

VI.3.1. ESTUDIOS DE PREASIGNACION.

Su objetivo es asegurar la capacidad global de una empresa, potencial proveedora de servicios o productos, de cumplir con los requerimientos para un abastecimiento propuesto.

Entre las operaciones que se realizan están:

Una investigación extensiva en las instalaciones que podría cubrir, sin estar limitada, las siguientes actividades:

1. Conocimientos.
2. Estudio de referencias en trabajos previos.
3. Aspecto general de instalaciones.
4. Análisis de los métodos de Control de la Calidad.
5. Revisión de aspectos organizacionales.
6. Factibilidad de producción y disposición para proporcionar el equipo o servicio solicitado.
7. Capacidad de producción.
8. Instalaciones para prueba.
9. Instalaciones para el manejo y flujo de material.

10. Organización para el embalaje y envío de productos.
11. Instalaciones de almacenamiento.
12. Calificación del personal.
13. Turnos de trabajo.
14. Registro de logros alcanzados en proyectos anteriores, respecto a la calidad y a programas de entrega.
15. Estabilidad financiera.

VI.3.2. PRUEBA Y VERIFICACIÓN DE MATERIALES.

Su objetivo es determinar la conformidad de los materiales de fabricación con los requerimientos.

Se lleva a cabo la comparación de los resultados de prueba con las especificaciones del contrato con el proveedor y con los códigos y normas establecidos.

Algunas de las operaciones que se realizan dentro de esta actividad son:

1. Verificación de reportes de prueba y certificación de materiales.
2. Ejecución y testificación.

VI.3.3. INSPECCIÓN EN LA PLANTA DE FABRICACIÓN

Su objetivo es controlar en las propias instalaciones del fabricante o subcontratista, la calidad de la mano de obra y la conformidad de los equipos o productos con las especificaciones de la Orden de Compra o Contrato, con los diagramas y planos aplicables, con los códigos, normas y cualquier otro documento relacionado.

Algunas de las operaciones a realizarse dentro de esta actividad son:

1. Verificación de los reportes de prueba de materia prima, testificación o ejecución de estas pruebas.
2. Control de los procesos de fabricación.
3. Visitas regulares a las plantas de fabricación, para verificar el nivel de calidad de la mano de obra y su apego a las especificaciones.

4. Ejecución o testificación de las pruebas realizadas durante la fabricación.
5. Análisis de dimensiones (principalmente para partes mecánicas).
6. Inspección visual del producto terminado.

VI.3.4. TESTIMONIO DE PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

A través de esta actividad, se testifican las pruebas de funcionamiento en equipos, maquinas o plantas completas. Los resultados de prueba, que incluyen los registros de medición, los datos corregidos y los valores medidos en operación, son comparados con las especificaciones o normas aplicables, para asegurar su conformidad con los requerimientos del contrato.

Algunas de las operaciones dentro de esta actividad son:

1. Verificación de los reportes para pruebas de rutina, pruebas tipo y pruebas prototipo.
2. Verificación de la calibración de los instrumentos de medición antes y durante las pruebas (si es necesario).
3. Testificación de pruebas individuales.
4. Testificación de pruebas tipo y prototipo.

VI.3.5. INSPECCIÓN VISUAL PREVIA AL EMBARQUE.

A través de ella se busca la verificación de componentes individuales listos para ser embarcados, por medio de la revisión de las condiciones generales del producto y su apego a las especificaciones que sean aplicables.

Este tipo de inspección es normalmente efectuada para aquellas partes que sean accesibles, sin que se haga necesaria ninguna operación de desmontaje.

Algunas de las operaciones de que consta esta actividad son:

1. Verificación de:
 - la conformidad del equipo y componentes individuales con los diagramas y planos correspondientes.

- número y colocación de accesorios.
 - indicaciones en las placas de datos referentes a las características del producto.
 - nombre y datos generales del fabricante, así como cualquier otra información de importancia.
2. Verificación de la apariencia general, de los acabados y del montaje correcto de aquellos componentes que pueden ser revisados sin necesidad de desmontar el equipo.
 3. Verificación de condiciones de limpieza.
 4. Verificación de condiciones generales de pintura y de otros recubrimientos de protección.
 5. Verificación de cantidad.

VI.3.6. INSPECCIÓN DE EMPAQUE Y MARCAS.

Por medio de esta operación se pretende verificar que el material utilizado para el empaque y las marcas utilizadas en el embalaje se hallen de conformidad con las especificaciones.

Entre las actividades que la conforman, podemos mencionar:

1. Identificación del material y/o equipo en forma previa a su empaque, con el fin de verificar su cumplimiento con las especificaciones.
2. Verificación de la conformidad del material de empaque con las especificaciones del contrato y lo aceptado por la práctica.
3. Verificar, en tanto sea posible, el acomodo y la sujeción del equipo empacado.
4. Verificación de la protección del equipo empacado contra humedad, distorsión o alguna otra causa de daño.
5. Verificación de la conformidad de las marcas en el empaque y embalaje con las especificaciones del contrato y los requerimientos de manejo.
6. Verificación de la emisión correcta de documentos tales como: lista de empaque, conocimiento de embarque, declaraciones de aduana, etc.

7. Verificación de la capacidad del material de empaque y embalaje para resistir las operaciones de transporte, carga y descarga.

VI.3.7. SUPERVISIÓN DEL TRABAJO REALIZADO EN SITIO.

Por medio de ella se busca proporcionar en la obra, la seguridad de que se cumple con los requerimientos tanto en calidad como en seguridad.

Algunas de las operaciones que se realizan son:

1. Inspección visual del material en el sitio de descarga.
2. Supervisión del cumplimiento del contratista con las especificaciones marcadas en el Contrato (incluyendo ejecución o testificación de pruebas).
3. Coordinación con el contratista sobre los trabajos realizados.
4. Capacitación e instrucción del personal.
5. Vigilancia del desarrollo del proyecto.
6. Control del costo del proyecto.

VI.3.8. INFORME DE AVANCES.

Su propósito es informar a través de reportes periódicos el avance en la fabricación de un producto o en la construcción y puesta en operación de una obra.

De entre las operaciones que se pueden realizar, podemos mencionar:

1. Verificación del avance en la elaboración de planos de diseño y documentación aplicable; la emisión de órdenes de trabajo y las órdenes a subcontratistas.
2. Verificación del avance en las operaciones de fabricación en planta o de construcción o puesta en operación en el sitio de construcción de la obra.

VI.3.9. AGILIZACIÓN DE METAS Y ACTIVIDADES.

Sus objetivos son:

- Comparar el avance de determinadas actividades respecto a un programa de tiempo pre-determinado o a redes de ruta crítica.
- Detectar y analizar las actividades que podrían significar retrasos.
- Sugerir soluciones constructivas con el fin de cumplir con las fechas programadas; informar sobre la situación real existente y sobre las decisiones tomadas o sugeridas con relación al cumplimiento del programa en el tiempo.

Algunas de las actividades que se realizan son:

1. Agilizar todas las actividades del proyecto.
2. Agilización de un grupo secuencial de actividades que formen una cadena dentro de un plan conjunto.
3. Agilizar actividades seleccionadas dentro de un proyecto en particular.

VI.3.10. TESTIMONIO DE PRUEBAS DE ACEPTACIÓN.

A través de esta actividad se busca garantizar las pruebas de aceptación de campo, asegurando que los resultados cumplan con los valores esperados.

Algunas de las operaciones que involucra son:

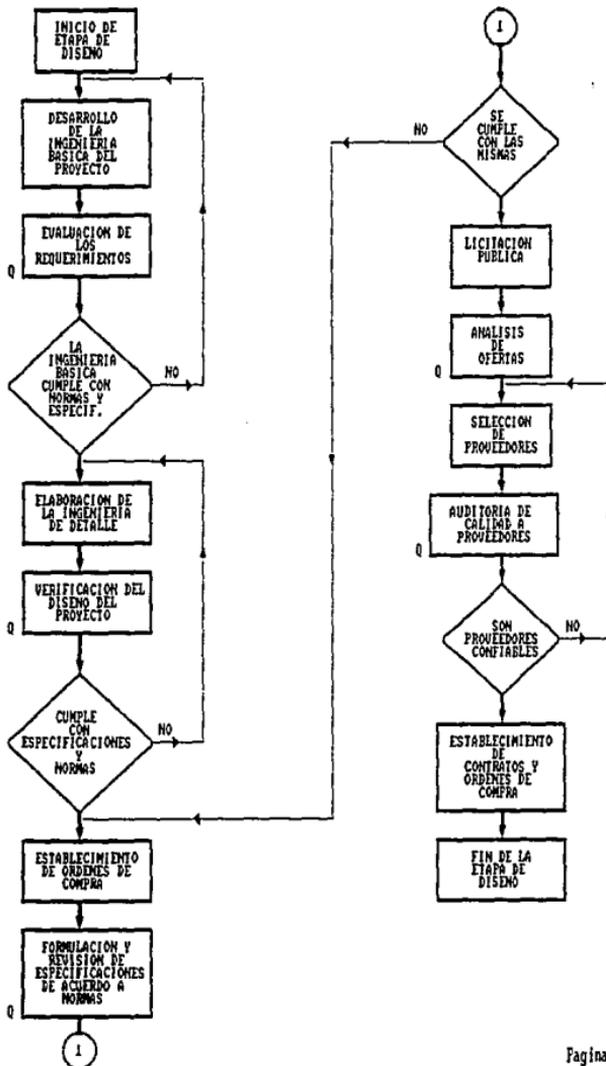
1. Verificación del programa de pruebas.
2. Verificación de que el material, herramientas o equipos necesarios para pruebas, se encuentren disponibles en la cantidad y con la calidad adecuados.
3. Examen visual que permita verificar que el equipo, el sistema o la planta estén completos.
4. Verificación de que los equipos e instrumentos de medición sean adecuados con relación a los valores a ser medidos y a las tolerancias requeridas.
5. Verificación de la calibración de los instrumentos de medición.
6. Revisión de los métodos de laboratorio utilizados para análisis durante el período de pruebas.
7. Revisión de los cálculos de resultados.

VI.4. RUTAS CRITICAS

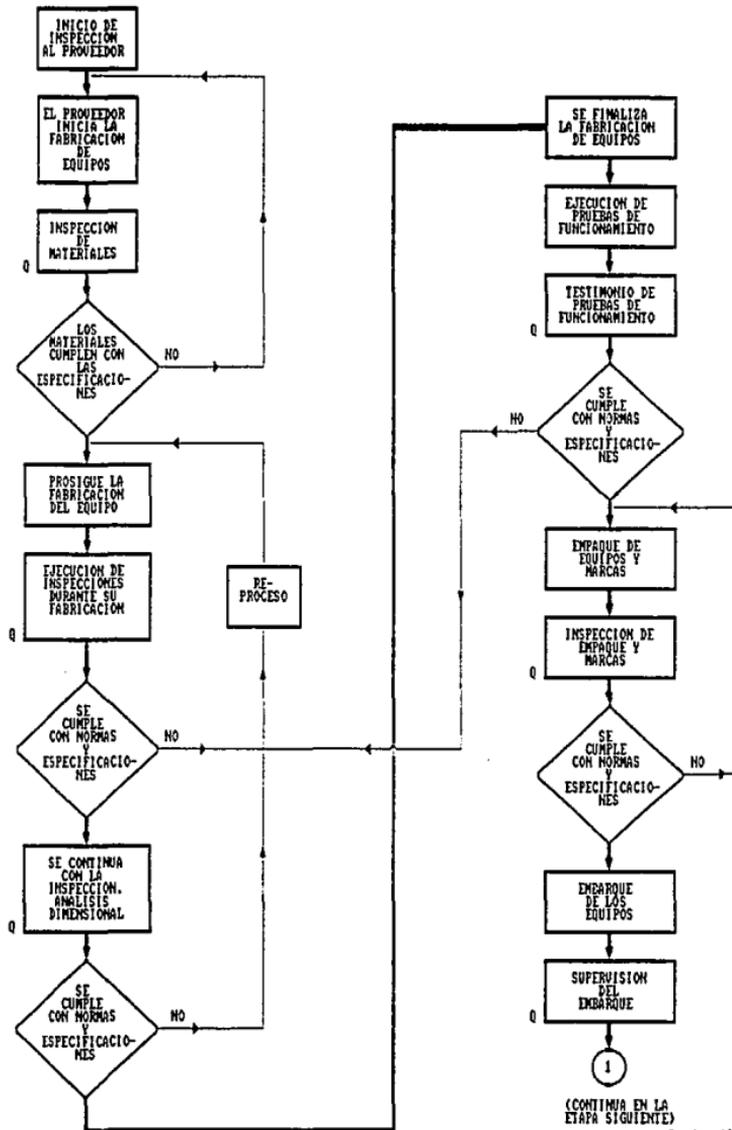
En los cuadros que figuran a continuación, aparecen las rutas críticas que se propone hubieran debido seguirse para lograr mantener un control de calidad en el desarrollo del Proyecto de la Doble Vía Electrificada México - Querétaro.

A través de este sistema se hubiera mantenido la vigilancia necesaria en todas las fases del proyecto, permitiendo un ahorro considerable en tiempo y en dinero, como se verá posteriormente en las conclusiones.

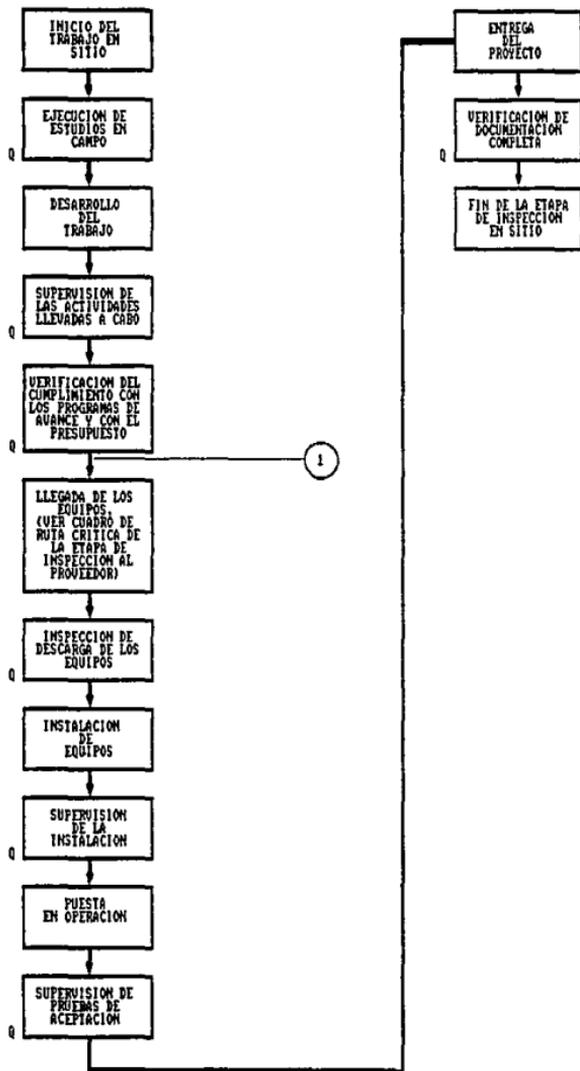
VI.4.1 RUTA CRITICA ETAPA DE DISEÑO



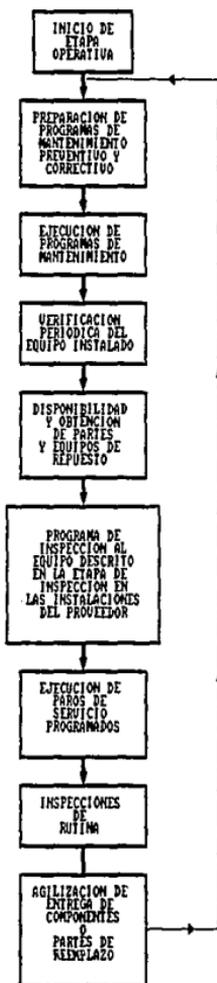
VI.4.2 RUTA CRITICA ETAPA DE INSPECCION EN INSTALACIONES DEL PROVEEDOR



UI.4.3 RUTA CRITICA ETAPA DE INSPECCION EN SITIO



VI.4.4 ETAPA DE OPERACION



CONCLUSIONES.

El presente trabajo de Tesis ha sido estructurado para servir de apoyo en el desarrollo de cualquier Proyecto de Ingeniería.

Desde el inicio de un Proyecto, es imprescindible contar con la organización y el control que solamente un Sistema de Calidad puede brindar. Esto ayudará a cumplir con los objetivos fijados y al mismo tiempo, con los plazos de tiempo establecidos en los programas, al menor costo posible, considerando la calidad como el elemento mas importante del trabajo a ser desarrollado.

El ejemplo que seleccionado para ilustrar el apoyo de Garantía de la Calidad, fue elegido a propósito para esta Tesis por los siguientes dos motivos:

- 1) Constituye un ejemplo de un Proyecto complejo en donde intervienen varias ramas de la Ingeniería, pero principalmente la eléctrica, electrónica y comunicaciones.
- 2) Se manifiesta claramente la necesidad de integrar un Sistema que garantice la Calidad como uno de los elementos fundamentales.

Este Proyecto fue diseñado a fines de la década de los setentas, y hasta la fecha no ha podido quedar concluido. Se han llevado a cabo innumerables cambios al diseño original. La Tecnología inicial del Proyecto, ha quedado obsoleta en muchos de sus elementos. Las locomotoras eléctricas han estado guardadas en los patios de Ferrocarriles Nacionales de México en San Luis Potosí por un número considerable de años. Han existido infinidad de problemas legales con los contratistas. Debido a problemas con los proveedores seleccionados originalmente, sobre todo en lo referente a equipo de señalización y comunicaciones, estos proveedores han tenido que ser substituidos.

En conclusión, Ferrocarriles Nacionales de México, ha invertido una cantidad considerable de tiempo, dinero y esfuerzo en este proyecto, por no haber existido desde su planeación, un Sistema de Garantía de Calidad mediante el cual se pusiera orden y control a todos los factores internos y externos que han entorpecido el desarrollo del Proyecto.

BIBLIOGRAFIA

- 1) **NORMAS ISO - CHILE.**
INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION DE CHILE
Norma ISO 9000
Norma ISO 9001
Norma ISO 9002
Norma ISO 9003
Norma ISO 9004
República de Chile
1987

- 2) **ISO 8402**
Quality Vocabulary
International Standards Organization
Reino Unido
1986

- 3) **ISO 3534 STATISTICS**
Vocabulary and Symbols
International Standards Organization
Reino Unido
1986

- 4) **ISO GUIDE 2**
General terms and their definition concerning standardization and certification
International Standards Organization
Reino Unido
1986

- 5) **NORMA ISO 10011/1**
Guía para la Auditoría de Sistemas de Calidad
Parte 1. Auditoría
1991

- 6) **NORMA ISO 10011/2**
Guía para la Auditoría de Sistemas de Calidad
Parte 2. Criterios de Calificación para Auditores de Sistemas de Calidad
1991

- 7) **NORMA ISO 10011/3**
Guía para la Auditoría de Sistemas de Calidad
Parte 3. Administración de Programas de Auditoría
1991
- 8) **SGS INDUSTRIAL DIVISION**
Geneve, Suisse
1989
- 9) **SGS RANGE OF Q/A AND Q/C AND ASSOCIATED SERVICES**
Geneve, Suisse
1990
- 10) **GESTION Y CONTROL DE PROYECTOS**
TECNOS, Garantía de Calidad, S.A.
Madrid, España
1992
- 11) **PRESENTACION DE SERVICIOS. GRUPO CIAT**
Grupo CIAT
Madrid, España
1992
- 12) **EVOLUCION DE LOS METODOS DE GESTION DEL MANTENIMIENTO
Y MEJORA DE LA CALIDAD DEL SERVICIO EN LAS EMPRESAS DEL
SECTOR ELECTRICO**
TECNOS, Garantía de Calidad, S.A.
Madrid, España
1992
- 13) **QUALITY ASSURANCE**
Domoine de Corbeville, Ovest
France
1982
- 14) **GARANTIA DE CALIDAD. NIVEL I. SEMINARIO DE SGS-1992**
Cuernavaca, México
1992

- 15) **GARANTIA DE CALIDAD. NIVEL II. SEMINARIO DE SGS-1992**
Cuernavaca, México
1992
- 16) **PROYECTO: DOBLE VIA ELECTRIFICADA MEXICO-QUERETARO**
(MEXICO)
Descripción General
Ferrocarriles Nacionales de México
México, D.F.
1990