ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICACION DE CONDUCTORES ELECTRICOS APLICACION A LA EMPRESA FABRICABLES

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRICO

O

HERNAN RAMIRO CASTAÑEDA POZO

DIRECTOR: ING. ANTONIO BAYAS

Quito, Noviembre 2001

DECLARACIÓN

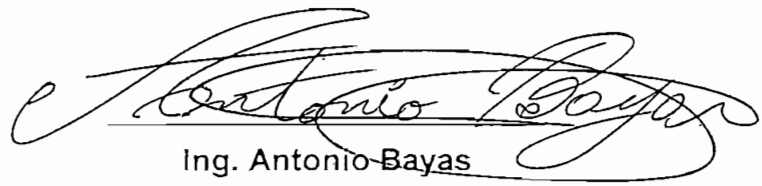
Yo Hernán Ramiro Castañeda Pozo , declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Ramiro Castañeda Pozo

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Hernán Ramiro Castañeda Pozo, bajo mi supervisión.



Ing. Antonio Bayas

DIRECTOR DE PROYECTO

CONTENIDO

	PAGINA
RESUMEN	1
PRESENTACION	4
CAPITULO 1	
1.0 DESCRIPCION DE LA EMPRESA FABRICABLES	6
1.1 ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA DE LA EMPRESA	6
1.2 DESCRIPCION DEL PROCESOS DE FABRICACION	8
1.3 SITUACION ACTUAL DEL CONTROL DE CALIDAD	11
CAPITULO 2	
2.0 NORMAS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS APLICABLES	12
CAPITULO 3	
3.0 CONCEPTOS ESTADISTICOS Y PLANES DE MUESTREO APLICABLES AL CONTROL DE CALIDAD	26
3.1 CARTA DE CONTROL POR VARIABLES DE PROMEDIOS Y RANGOS	27
3.2 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS	30
3.3 DISTRIBUCION NORMAL	32
3.4 PLANES DE MUESTREO	36
CAPITULO 4	
4.0 MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD	43
4.1 INDICE GENERAL	43
4.2 ALCANCE	43
4.3 POLITICAS Y OBJETIVOS	44

CONTENIDO

	PAGINA
RESUMEN	1
PRESENTACION	4
CAPITULO 1	
1.0 DESCRIPCION DE LA EMPRESA FABRICABLES	6
1.1 ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA DE LA EMPRESA	6
1.2 DESCRIPCION DEL PROCESOS DE FABRICACION	8
1.3 SITUACION ACTUAL DEL CONTROL DE CALIDAD	11
CAPITULO 2	
2.0 NORMAS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS APLICABLES	12
CAPITULO 3	
3.0 CONCEPTOS ESTADISTICOS Y PLANES DE MUESTREO APLICABLES AL CONTROL DE CALIDAD	26
3.1 CARTA DE CONTROL POR VARIABLES DE PROMEDIOS Y RANGOS	27
3.2 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS	30
3.3 DISTRIBUCION NORMAL	32
3.4 PLANES DE MUESTREO	36
CAPITULO 4	
4.0 MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD	43
4.1 INDICE GENERAL	43
4.2 ALCANCE	43
4.3 POLITICAS Y OBJETIVOS	43

4.4 ORGANIZACION DE CONTROL DE CALIDAD 44

4.5 PUNTOS DE CONTROL 48

4.6 INSTRUCCIONES DE INSPECCION 48

4.7 METODOS DE INSPECCION 66

4.8 PROCEDIMIENTO PARA APLICAR TECNICAS ESTADISTICAS 94

4.9 PROCEDIMIENTO DE APROBACION Y RECHAZO 98

4.10 PROCEDIMIENTO PARA CANALIZAR RECLAMOS DE CALIDAD 101

CAPITULO 5

5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 103

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 106

ANEXOS 108

INDICE DE TABLAS

PAGINA

TABLA 3.1 Factores Para Calcular Límites de Control 30

TABLA 3.2 Guía Para Obtener El Número De Casilleros 31

TABLA 3.3 Producción Promedio De Cada Proceso En Número de Carretos 40

TABLA 4.1 Puntos de Control, Procesos, Instrucciones De Inspección y Máquinas De Producción 49

TABLA 4.2 Código De Los Métodos De Inspección 66

TABLA 4.3 Aplicación General De Las Técnicas Estadísticas 96

Tablas De Valores De Las Especificaciones Técnicas. Anexo A 108

Tablas Para Planes De Muestreo. Anexo B 118

INDICE DE FIGURAS

PAGINA

FIGURA 1.1 Organigrama De La Empresa 7

FIGURA 1.2 Diagrama De Flujo Del Proceso De Fabricación 9

FIGURA 3.1 Distribución De Probabilidad Normal 35

FIGURA 4.1 Organigrama Del Departamento De Control De Calidad 44

FIGURA 4.2 Diagrama De Flujo Del Proceso De Fabricación y Puntos De Control 47

FIGURA 4.3 Forma Del Troquel Para Elaborar La probeta De Ensayos 82

Tarjeta De Aprobado y Rechazado 123

Tarjeta De Identificación Del Producto 124

RESUMEN

La Empresa Fabricables produce y comercializa conductores eléctricos de cobre de baja tensión, para el mercado ecuatoriano, desde los años 60. Recientemente la Empresa ha visto la necesidad de implementar una serie de planes de mejora en su planta industrial, con el propósito de ser más competitivos en el mercado local. Dentro de estos planes se incluye la elaboración del Manual de Control de Calidad.

El presente proyecto de tesis tiene como objetivo la elaboración del Manual de Control de Calidad, para la Empresa Fabricables. El resumen de este proyecto de tesis es el siguiente:

Se describe la Empresa en su área administrativa, sus procesos de fabricación y la situación actual de la funciones de Control de Calidad, porque sobre estos aspectos el Manual de Control de Calidad implica modificaciones.

Luego se define que las normas y especificaciones técnicas que se aplicarán, son las que mayor aceptación tienen a nivel Nacional y Regional, estas son las Normas Americanas (EEUU) ASTM, ICEA/NEMA, y UL.

En base a las Normas Americanas, se elabora las Hojas de Especificaciones Técnicas que se aplicarán en materia prima, productos en proceso y productos terminados.

Las Hojas de Especificaciones Técnicas contienen, entre otra información, los valores de las características de calidad que deben cumplir los conductores eléctricos, y además los Métodos de Inspección que se aplicarán para medir esas características de calidad.

Una vez establecidas las Especificaciones Técnicas, se define que la inspección de las materias primas, productos en proceso y productos terminados, cuando sea aplicable, será por muestreo usando como base la Norma MIL- STD 105D y se elabora un procedimiento para su aplicación.

Para poder controlar los procesos de fabricación, se establece y se elabora un procedimiento para aplicar los conceptos estadísticos que más se usan en Control de Calidad, estos conceptos son : Cartas de Control por Variables de Promedios y Rangos, con una variación que se conoce como Carta de Control Individual, especialmente usada para procesos de fabricación continua como es el caso de los conductores eléctricos. Los otros dos conceptos usados son el Histograma de Frecuencias y la Distribución de Probabilidad Normal.

Con las bases anteriores, se elabora el Manual de Control de Calidad para Fabricables, con el siguiente contenido :

Alcance
Políticas y Objetivos
Organización de Control de Calidad
Puntos de Control
Instrucciones de Inspección
Métodos de Inspección
Procedimiento para aplicar Técnicas Estadísticas
Procedimiento de Aceptación y Rechazo
Procedimiento para Canalizar Reclamos de Calidad

El Alcance, Políticas y Objetivos, y la Organización de Control de Calidad, son definidas por la Gerencia General de la Empresa , con la colaboración del Jefe de Producción.

De un estudio de los procesos de fabricación se construye el diagrama de flujo de éstos procesos , en base al que se definen los Puntos de Control, que son las etapas del proceso en las cuales se verifican las características de calidad de los conductores eléctricos.

Para cada Punto de Control se dispone de una o varias Instrucciones de Inspección, que se aplicarán dependiendo del producto bajo inspección. Estas Instrucciones

informan la característica de calidad a inspeccionar, que método se usa, quién realiza la inspección, que requisitos debe cumplir y que muestreo se aplicará.

Como parte integrante del Manual de Control de Calidad, están los Métodos de Inspección , que son los pasos a seguir para ejecutar las pruebas y ensayos que se requieren para evaluar las características de calidad exigidas.

Se elaboran los procedimientos para implementar el uso de las Técnicas Estadísticas ya definidas, en donde básicamente se asignan responsabilidades, actividades, y la distribución de la información obtenida.

Para tomar acción sobre los resultados de las inspecciones en las diferentes etapas del proceso, se dispone de un Procedimiento de Aceptación y Rechazo. Este procedimiento sirve para controlar, identificar y disponer de las materias primas y los productos que sean aprobados o rechazados, además se establece las responsabilidades, autoridad y actividades a seguir.

Como parte del servicio al cliente, se elabora un Procedimiento para Canalizar los Reclamos de Calidad del Cliente, en el que se establece, las responsabilidades, y las actividades que se deben seguir para resolver los reclamos de calidad, mencionando que se requiere implementar planes de acción para eliminar o disminuir las causas que originaron esos reclamos.

Finalmente en el ultimo capítulo, se detallan las conclusiones y recomendaciones que se derivan el presente proyecto de tesis.

PRESENTACION

El objetivo de este proyecto es la elaboración del Manual de Control de Calidad para la Empresa Fabricables, que a pesar de que actualmente mantiene un Control de Calidad en sus productos, la deficiencia fundamental es que este Control no se documenta formalmente.

Este Manual es el conjunto de Instrucciones y Procedimientos que se deben cumplir, a fin de mantener los procesos de fabricación dentro de las especificaciones y normas establecidas.

Las Instrucciones y Procedimientos que constan en el Manual de Control de Calidad para Fabricables, son desarrollados en base a las normas técnicas aplicables y en la experiencia de 20 años obtenida en otra empresa del sector de los conductores eléctricos.

Este objetivo se basa en la importancia que la Empresa tiene en implementar un sistema documentado de Control de Calidad para su planta industrial , en vista de que actualmente el ambiente de globalización obliga a tomar acciones tendientes a lograr mejorar su competitividad.

El alcance de este proyecto es la elaboración de Manual de Control de Calidad para las materias primas, productos en proceso y productos terminados, en las actuales condiciones de la Empresa y considerando que se requerirá de alguna inversión adicional en equipos de laboratorio.

El Manual de Control de Calidad para Fabricables cumple las siguientes funciones :

a) Establece las normas y especificaciones técnicas en materia prima, productos en proceso y productos terminados.

b) Evalúa su conformidad mediante pruebas y ensayos por muestreo o inspección al 100%.

c) Toma acción cuando exista no conformidad entre los especificado y los valores obtenidos por inspección.

d) Expone las herramientas estadísticas para obtener los datos que permitan elaborar los planes de mejora continua.

CAPITULO 1

1.0 DESCRIPCION DE LA EMPRESA FABRICABLES

Por ser éste un proyecto de aplicación práctica, éste capítulo es una breve descripción de la Empresa Fabricables en su estructura administrativa, sus procesos de producción y su enfoque del Control de Calidad.

Fabricables es una empresa cuyo capital accionario es totalmente ecuatoriano. Sus instalaciones industriales y administrativas están ubicada en el Norte de la ciudad de Quito.

La Empresa se inicia por los años 60, y desde entonces está dedicada a producir y comercializar conductores eléctricos de cobre de baja tensión, hasta 2000 V.

1.1 ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA DE LA EMPRESA

La Empresa se halla conformada en su nivel más alto por el Directorio, luego está el Gerente General, luego la Jefatura de Finanzas y Administración , la Jefatura de Producción y la Jefatura de Ventas. La función de Control de Calidad es actualmente una de las responsabilidades del Jefe de Producción. Esta estructura se muestra en Organigrama de la figura 1.1.Con base en éste Organigrama, se señala rápidamente las responsabilidades de cada nivel.

a.- El Directorio, está conformado por el Presidente y accionistas elegidos. Se reúne normalmente cada año para tratar sobre la marcha general de la Empresa.

b.- El Gerente General es designado por el Directorio, y se encarga de dirigir y controlar las Jefaturas subordinadas a su función, para lograr los objetivos propuestos por el Directorio.

c.- La Jefatura de Finanzas y Administración, se encarga de la contabilidad general, contabilidad de costos, adquisiciones en general.

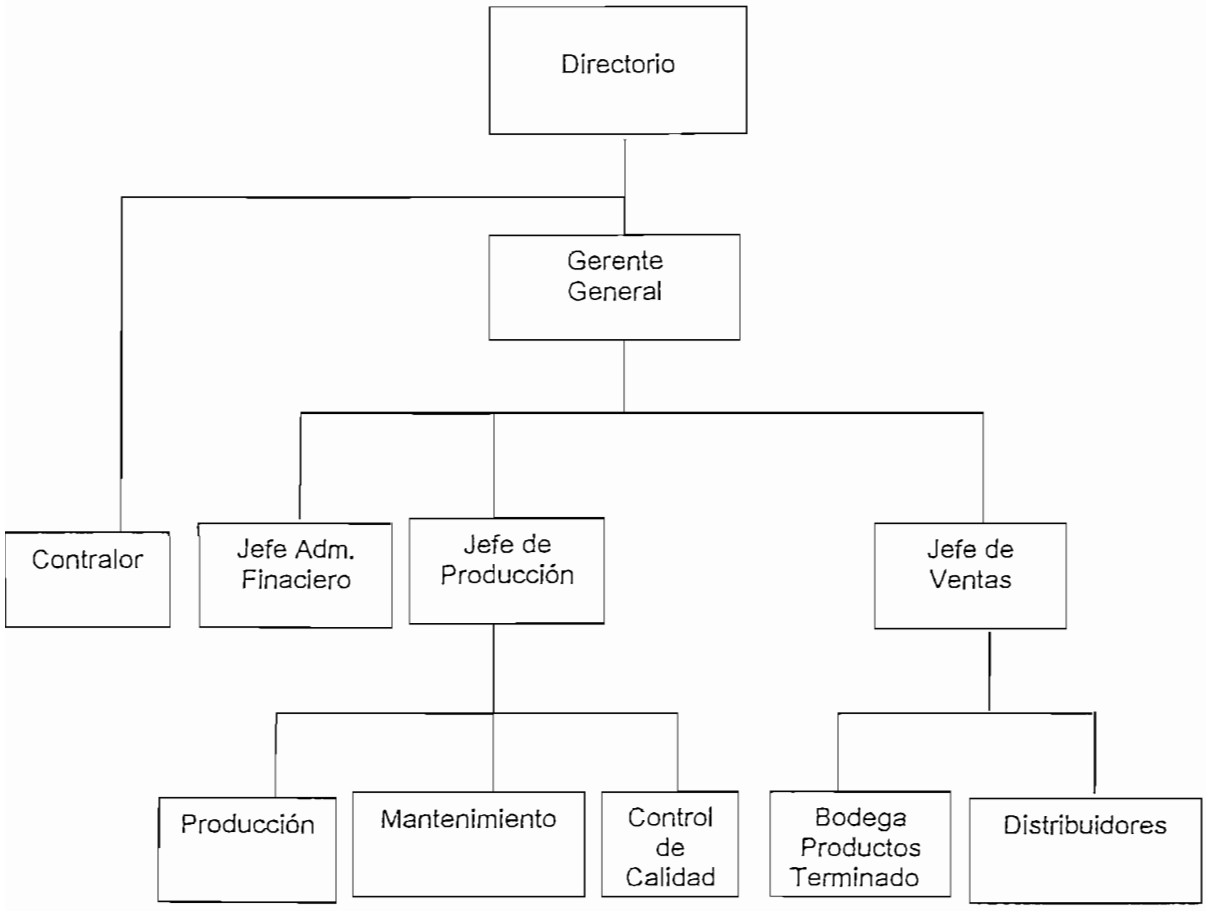


Figura 1.1 Organigrama De La Empresa

d.- La Jefatura de Producción, es responsable de la operación general de la planta industrial, en cuanto a producción, mantenimiento y control de calidad.

e.- La Jefatura de Ventas , se encarga de la comercialización de los productos a través de su canal de distribuidores, por lo que no cuenta con agentes vendedores. Además ésta jefatura tiene el control de la bodega de productos terminados.

1.2 DESCRIPCION DEL PROCESO DE FABRICACION

Las principales materias primas que se utiliza en Fabricables para elaborar los conductores eléctricos son las siguientes:

Metales : Cobre
Plásticos : Cloruro de Polivinilo (PVC), Polietileno (PE)

El punto de partida en la fabricación de los conductores eléctricos es el producto semielaborado conocido como alambrón de cobre, y es un alambre con una sección circular no muy uniforme de alrededor de 7.9 mm de diámetro.

Los procesos de fabricación y los productos finales se muestran en el diagrama de flujo de la figura 1.2. A continuación se describen los procesos de fabricación.

1.2.1 TREFILACION

Este proceso consiste en someter al alambrón de cobre al paso forzado a través de una serie de hileras de trefilación, logrando como resultado un cambio en su longitud, diámetro y sección transversal.
De éste paso se obtiene un alambre de temple duro, pero que es necesario darle un temple suave para la mayoría de los conductores eléctricos.

1.2.2 RECOCIDO

En este paso las bobinas con el alambre de cobre se introducen en un horno de recocido, donde por medio de temperatura, tiempo y vacío para evitar la oxidación, se logra darle el temple suave que se requiere.

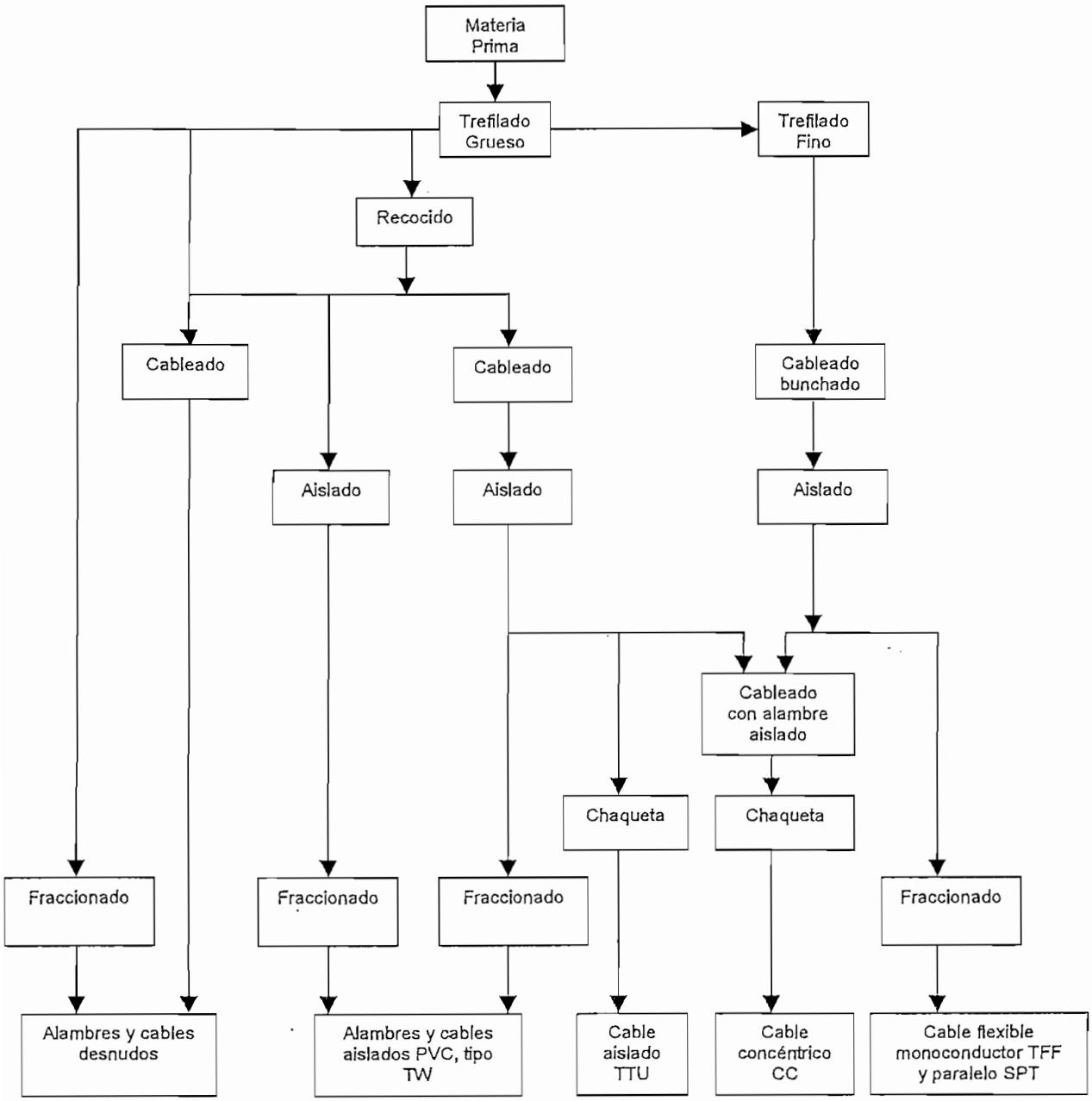


Figura 1.2 Diagrama De Flujo Del Proceso De Fabricación

1.2.3 CABLEADO

Los carretos obtenidos del proceso de recocido son montados en las máquinas que realizan el proceso de cableado, el que consiste en torcer varios alambres en forma concéntrica logrando así una mayor sección conductora y flexibilidad del cable.

Cuando el cableado es una agrupación no concéntrica de alambres se llama cableado del tipo bunchado.

1.2.4 AISLAMIENTO

Consiste en aplicar sobre los conductores desnudos una cubierta de material aislante, mediante el sistema de extrusión, siendo los plásticos como el PVC o polietileno los materiales usados en Fabricables. El espesor de aislamiento depende del tipo de cable y de la materia prima que se usa.

Las máquinas que se utilizan en éste proceso se conocen como extrusoras.

1.2.5 CABLEADO DE CONDUCTORES AISLADOS

Es básicamente el proceso de cableado ya descrito, con la diferencia de que ahora son alambres aislados los que se montan en la máquina. Así se forma el núcleo de los cables eléctricos multiconductores.

1.2.6 AISLAMIENTO FINAL

Es la aplicación de un aislamiento final de PVC (chaqueta final) requerido para cierto tipo de conductores eléctricos y sirve para proveer a cable de una protección mecánica necesaria durante su instalación y servicio.

1.2.7 FRACCIONADO

Este proceso consiste en hacer rollos del alambre o del cable terminado , en longitudes a pedido del cliente , pero que en la mayoría de casos los rollos son de 100 metros de longitud.

1.2.8 TIPOS DE CONDUCTORES

Para los análisis de mercado y de volúmenes de producción la Empresa ha dividido sus productos por tipos o líneas, las cuales se mencionan a continuación:

- Alambres y cables de cobre desnudos
- Alambres y cables aislados con PVC, tipo TW
- Cables aislados con PE y chaqueta de PVC para 2000V, tipo TTU
- Cables Concéntricos aislados con PVC, tipo CC
- Cables Flexibles monoconductor tipo TFF y paralelo tipo SPT, aislados con PVC

1.3 SITUACION ACTUAL DEL CONTROL DE CALIDAD

La Empresa Fabricables al igual que la mayoría de las empresas nacionales , están enfrentadas al gran reto de la globalización que significa competir con industrias de clase mundial.

Para competir en éstos términos se pueden implementar varias estrategias, que dependerán de la visión y políticas de cada empresa.

Fabricables actualmente se encuentra en un proceso de mejora, por lo que su política de calidad está siendo reforzada para asegurar que sus productos satisfacen las necesidades de sus clientes .

Actualmente el Control de Calidad en Fabricables es responsabilidad del Jefe de Producción, a quien reportan los operadores del proceso respectivo en cada inicio de la producción diaria y cuando existe un cambio de producción. Por lo que el mismo Jefe de Producción es quien aprueba la calidad de los productos.

Actualmente se realizan todas las actividades del Control de Calidad, pero no se encuentran documentadas en su totalidad, y además no existe un sistema que asegure el cumplimiento de las normas y especificaciones técnicas que se emplean.

CAPITULO 2

2.0 NORMAS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS APLICABLES

En éste capítulo se define las normas y especificaciones técnicas que se aplicarán a los productos en Fabricables. Además se elaboran las Hojas de Especificaciones Técnicas que formarán parte del Manual de Control de Calidad.

Es necesario definir antes la terminología usada para norma, especificación técnica y normalización.

Norma es la descripción técnica de un producto o procedimiento de un servicio, basada en resultados de la ciencia, la técnica y la experiencia. Dicho de otra manera es el conjunto de información técnica común a un producto, independiente del fabricante. (1)

Especificación es el conjunto de información que define las características de calidad del producto. (1)

Normalización es una actividad sistemática que crea el orden , selecciona, formula reglas y busca simplificar y reducir los costos para una industria y un país. La normalización se puede efectuarse a diferentes niveles , por ejemplo en una empresa, en un país con alcance nacional o internacional , una región. (1)

Para la fabricación de conductores eléctricos de baja tensión, actualmente, en el país se encuentran ampliamente difundidas las siguientes normas técnicas :

(1) JARA ROMAN H. La Gestión Moderna de la Calidad, CEFE, Quito 1980.

Normas de los Estados Unidos de América :
ASTM (American Society for Testing and Materials)
ICEA/NEMA (Insulated Cable Engineers Association / National Electrical Manufacturers Association)
UL (Underwriters Laboratories)

Normas Ecuatorianas :
INEN 334 . Alambrón de cobre electrolítico
INEN 333. Alambres de cobre desnudos de sección circular para uso eléctrico

Para definir las normas y especificaciones técnicas aplicables se usa el criterio de tomar aquellas que sean de mayor aceptación y uso en el país.

Con el criterio anterior y por experiencia, las normas y especificaciones técnicas aplicables en Fabricables son las siguientes:

Para materia prima :
Alambrón de cobre : ASTM B 49
Compuesto de Cloruro de Vinilo PVC : REA PE 220, ASTM D 1047, ASTM D 2219
Polietileno de Baja Densidad : ASTM D 1248, REA PE 200

Para productos en proceso y productos terminados :
Alambres y cables de cobre desnudos: ASTM B3, B8, B193
Alambres y cables de cobre aislados con PVC : UL 83, ASTM B3, B8
Cables de cobre aislados con PE para 2000V : ICEA/NEMA S 61-402, ASTM B8
Cables de cobre concéntricos aislados con PVC : ICEA/NEMA S61-402, ASTM B3,B8, B174.
Cables flexibles aislados con PVC monoconductores y paralelos : UL 62, ASTM B3,B174

Cabe aclarar que esta definición no impide que la Empresa pueda fabricar sus productos en base a otras normas y especificaciones que sean requeridas por el

cliente, como es usual cuando se trata de clientes como las empresas públicas o grandes clientes.

Una vez establecidas las Especificaciones Técnicas, se elabora las Hojas de Especificaciones Técnicas para Fabricables, considerando las características más representativas y que sean factibles de realizar actualmente en la Empresa.

La Hoja de Especificaciones Técnicas, es un listado de las características de calidad que debe cumplir la materia prima, el producto en proceso o producto terminado.

El formato que se usa para la Hoja de Especificaciones Técnicas, contiene la siguiente información relevante:

Especificación Técnica para Materia Prima o Producto.
Número de la Especificación asignado.
Especificación Técnica de referencia utilizada .
Características a medir y sus unidades.
Valores a cumplir. Cuando se hace referencia a tablas, éstas se encuentran en el Anexo A.
Método de Inspección, es la forma como se realiza el ensayo para medir la respectiva característica y forman parte de Manual de Control de Calidad.

De esta manera las Hojas de Especificaciones Técnicas que se aplicarán son las siguientes:

fabri-cables	ESPECIFICACION TECNICA	ESPECIFICACION
	PARA: Materia Prima	MP02
		Fecha última revisión:
CONTROL DE CALIDAD	TIPO : PVC semirígido 60 °C	

1. CODIGO : PVC01

2. TIPO DE MATERIAL: PVC natural semirígido 60 °C

3. ESPECIFICACIONES : ASTM D 2219, REA PE 220

4. DEFINICIONES Y USOS : Compuesto de cloruro de polivinilo semirígido usado en el aislamiento de alambres y cables tipo TW, para temperatura máxima de operación 60 °C y voltaje máximo 600 V.

5. CARACTERISTICAS GENERALES

Característica	Unidades	Valor	Método de Inspección
Resistencia a la tracción mínima	Kgf/mm²	1.05 (*)	M08
Alargamiento mínimo	%	100 (*)	M08
Densidad	gr/cm³	de 1.21 a 1.39 (*)	Ref. ASTM D 792
Dureza	Shore A	de 90 a 80 (*)	M07
Resistencia a la tracción mínima. (7 días a 100 °C) envejecido	% del valor original	65 (*)	M08
Alargamiento mínimo. (7 días a 100 °C) envejecido	% del valor original	65 (*)	M08
Resistividad volumétrica mín.	Ohm - cm	5 x 10 E13	Ref. ASTM D 257

6. EMBALAJE : En sacos de papel o yute de aproximadamente 25 kg cada uno

7. IDENTIFICACION Y CALIDAD: El proveedor especificará país de orígen, nombre o marca comercial del fabricante, indentificación del lote de producción y peso de cada saco.

8. CERTIFICADOS DE CALIDAD. Se acepta los valores de Densidad y Resistividad volumétrica , reportados en los respectivos certificados de calidad del proveedor.

Elaboró:		Aprobó:
Fecha:		Fecha:

(*) ASTM D 2219, Standard Specification for POLY (VINIL CHLORIDRE) INSULATION FOR WIRE AND CABLE , 60°C OPERATION.

fabri-cables	ESPECIFICACION TECNICA PARA: Materia Prima	ESPECIFICACION MP01
CONTROL DE CALIDAD	TIPO : Alambrón de cobre	Fecha última revisión:

1. CODIGO : CU01

2. TIPO DE MATERIAL: Alambrón de cobre para aplicaciones eléctricas

3. ESPECIFICACIONES : ASTM B49

4. DEFINICIONES Y USOS : Alambrón de cobre en rollos con el fin de ser trefilado para la elaboración de conductores eléctricos

5. CARACTERISTICAS GENERALES

Característica	Unidades	Valor	Método de Inspección
Diámetro	mm	Tabla No. 1	M01
Composición química Cu mínimo	%	99.9 (*)	Ref. ASTM E 53
Resisitividad máx. a 20 C	Ohm xmm²/m	0,017241 (*)	M02
Alargamiento mínimo	%	30 (*)	M04

6. APARIENCIA : Totalmente liso, no debe presentar poros, escamas, estrias, rebabas, inclusiones, fisuras o cualquier otra deformación en su superficie (como daños ocasionados por mal manejo)

7. CERTIFICADOS DE CALIDAD. Se acepta que los parámetros de Composición Química, Resistencia a la Tracción y Alargamiento, sean los que reporte el proveedor en los respectivos certificados de calidad.

8. EMBALAJE : En rollos de 2000 a 4000 Kg devanados tipo torta, con diámetro interno de 80 cm aproximadamente. Los rollos deben estar protegidos con plástico, amarrados con fleje , montados en paletas de madera resistente. El alambrón puede tener o nó soldaduras.

9. IDENTIFICACION Y CALIDAD: El proveedor especificará país de orígen, nombre o marca comercial del fabricante, indicación correcta del lote de producción y peso en cada rollo.

Elaboró:		Aprobó:
Fecha:		Fecha:

(*) ASTM B49. Standard Specification for HOT-ROLLED COPPER REDRAW ROD FOR ELECTRICAL PURPOSES,1987.

fabri-cables	ESPECIFICACION TECNICA	ESPECIFICACION
	PARA: Materia Prima	MP03
CONTROL DE CALIDAD	TIPO : Polietileno Natural	Fecha última revisión:

1. CODIGO : PE01

2. TIPO DE MATERIAL: Polietileno natural de baja densidad

3. ESPECIFICACIONES : ASTM D 1248. Polietileno Tipo I, Clase C, Categoría 5, Grado E4

4. DEFINICIONES Y USOS : Polietileno de baja densidad utilizado como aislamiento en cables De hasta 2000 V, tipo TTU.

5. CARACTERISTICAS GENERALES

Característica	Unidades	Valor	Método de Inspección
Densidad	g x cm^3	0.910 a 0.925 (*)	Ref. ASTM D 792
Resistencia a la Tracción mínimo	kgf/mm^2	1.26 (*)	M08
Alargamiento mínimo.	%	500 (*)	M08
Resistencia a la tracción y alargamiento, (48 H a100 ° C) envejecidos	%	75 (*)	M08
Resistividad Volumétrica mínima	Ohm -cm	1 x10 E15 (*)	Ref. ASTM D 257

6. EMBALAJE : En sacos de papel o yute de aproximadamente 25 kg cada uno

7. IDENTIFICACION Y CALIDAD: El proveedor especificará país de orígen, nombre o marca comercial del fabricante, identificación de lote de producción y peso en cada saco.

8. CERTIFICADOS DE CALIDAD. Se acepta los valores de Densidad y Resistividad Volumétrica , reportados en los certificados de calidad del proveedor.

Elaboró:		Aprobó:
Fecha:		Fecha:

(*) ASTM D1248. Standard Specification for POLYETHYLENE PLASTICS MOLDING AND EXTRUSION MATERIALS.

fabri-cables	ESPECIFICACION TECNICA	ESPECIFICACION
	PARA: Producto	P01
		Fecha última revisión:
CONTROL DE CALIDAD	TIPO : Alambre de cobre duro	

1. CODIGO : P01

2. TIPO DE MATERIAL: Alambre trefilado de cobre duro

3. ESPECIFICACIONES : ASTM B1

4. DEFINICIONES Y USOS : Alambre de cobre trefilado temple duro, para ser usado como producto final o como producto en proceso para cables concentricos de cobre duro.

5. CARACTERISTICAS GENERALES

Característica	Unidades	Valor	Método de Inspección
Diámetro	mm	Tabla No.2	M01
Resistencia a la Tracción mínima	Kgf/mm²	Tabla No. 2	M03
Alargamiento mínimo	%	Tabla No. 2	M04
Resistividad máxima a 20 °C	Ohm x mm²/m	0.017930 (*)	M02

6. APARIENCIA : Totalmente libre de imperfecciones y en el producto terminado ,no se acepta soldaduras en el alambre trefilado.

7. IDENTIFICACION Y CALIDAD: El operador de máquina coloca la respectiva tarjeta de identificación del material.

Elaboró:		Aprobó:
Fecha:		Fecha:

(*) ASTM B1. Standard Specification for HARD DRAWN COPPER WIRE

fabri-cables	ESPECIFICACION TECNICA PARA: Producto	ESPECIFICACION P02
CONTROL DE CALIDAD	TIPO : Alambre de cobre suave	Fecha última revisión:

1. CODIGO : P02

2. TIPO DE MATERIAL: Alambre trefilado de cobre suave

3. ESPECIFICACIONES : ASTM B3

4. DEFINICIONES Y USOS : Alambre de cobre trefilado temple suave, para ser cableado, o para ser aislado.

5. CARACTERISTICAS GENERALES

Característica	Unidades	Valor	Método de Inspección
Diámetro	mm	Tabla No.4	M01
Alargamiento mínimo	%	Tabla No. 4	M04
Resistividad máxima a 20°C	Ohm x mm2/m	0.017241 (*)	M02

6. SOLDADURAS : Necesariamente cualquier soldadura debe ser realizada en al alambre antes del trefilado final.

7. APARIENCIA : Totalmente libre de imperfecciones y no se acepta soldaduras en el alambre trefilado final.

8. IDENTIFICACION Y CALIDAD: El operador de máquina coloca la respectiva tarjeta de identificación del material.

Elaboró:		Aprobó:
Fecha:		Fecha:

(*) ASTM B3. Standard Specification for SOFT OR ANNEALED COPPER WIRE

fabri-cables	ESPECIFICACION TECNICA	ESPECIFICACION
	PARA: Producto	P03
	TIPO : Cable de cobre duro y	Fecha última revisión:
CONTROL DE CALIDAD	suave	

1. CODIGO : P03
2. TIPO DE MATERIAL: Cable concéntrico de cobre suave o duro
3. ESPECIFICACIONES : ASTM B8 para cables, clase A para cobre duro y clase B para cobre suave

4. DEFINICIONES Y USOS : Cables de cobre suave desnudos o para ser aislados con PVC. cables de cobre duro, como producto terminado para líneas aéreas de distribución, puesta a tierra de equipos eléctricos.

5. CARACTERISTICAS GENERALES

Característica	Unidades	Valor	Método de Inspección
Paso del cableado para clase A Cables de 7 hilos y más	Vecesx diámetro exterior	Mín 10 , máx 16 (*)	M05
Paso del cableado para clase B Cables de 7 hilos y más. Cables de 37 hilos y más se aplica a capas externas	Vecesx diámetro exterior	Mín 8 , máx 16 (*)	M05
Dirección del cableado capa externa		Izquierda (*)	M05
Area transversal	mm^2	Tabla No.3	M06
Número de hilos		Tabla No.3	Conteo visual
Diámetro nominal de cada hilo	mm	Tabla No.3	M01
Resistividad de cada hilo	Ohm x mm^2/m	ESP P01 ó ESP P02	M02
Resistencia eléctrica del cable	Ohm/Km	Tabla No. 6	M13
Alargamiento de cada hilo	%	ESP P01 ó ESP P02	M04
Resistencia a la Tracción de cada hilo	Kgf/mm^2	ESP P01 ó ESP P02	M03

6. NOTA : Los ensayos para verificar las características eléctricas y mecánicas deben realizarse en los alambres antes de ser cableados.

7. SOLDADURAS : No se aceptan soldaduras en los alambres para cables clase A (duro).
Para clase B (suave) se aceptan soldaduras en los alambres terminados , pero la distancia mínima entre dos soldaduras consecutivas de 14 metros en el cable terminado.

8. APARIENCIA : Totalmente libre de toda imperfección, el cableado de los alambres debe ser firme y no no presentar alambres flojos en el cable terminado.

9. IDENTIFICACION Y CALIDAD: El operador de máquina coloca la respectiva tarjeta de identificación del material.

Elaboró:		Aprobó:
Fecha:		Fecha:

(*) ASTM B8. Standard Specification for CONCENTRIC LAY STRANDED COPPER CONDUCTORS, HARD, MEDIUM HARD, OR SOFT

fabri-cables	ESPECIFICACION TECNICA	ESPECIFICACION
	PARA: Producto	P04
CONTROL DE CALIDAD	TIPO : Alambres y cables aislados tipo TW	Fecha última revisión:

1. CODIGO : P04

2. TIPO DE MATERIAL: Alambres y cables de cobre suave aislados con PVC, tipo TW

3. ESPECIFICACIONES : ICEA/NEMA S 61-402 , UL 83 , ASTM B8

4. DEFINICIONES Y USOS : Alambres y cables de cobre suave, aislados con PVC para temperatura máx. de operación de 60 °C y voltajes no superiores a 600 V.

5. CARACTERISTICAS GENERALES

Característica	Unidades	Valor	Método de Inspección
Conductor	Cumple P02 ó P03 cobre suave		
Resistencia eléctrica para cables	Ohm/Km	Tabla No. 6	M13
Resistencia eléctrica para alambres	Ohm/Km	Tabla No. 4	M13
Espesor de aislamiento	mm	Tabla No. 5	M09
Propiedades físicas del aislamiento	%, Kgf/mm²	Tabla No. 7	M08
Voltaje de prueba de chispeado	V D.C.	Tabla No. 5	M11
Resistencia de aislamiento mínima	MΩxKm	Tabla No. 8	M10

6. APARIENCIA : Totalmente libre de imperfecciones.

7. IDENTIFICACION Y CALIDAD: El operador de máquina coloca la respectiva tarjeta de identificación del material.

8. VOLTAJE DE PRUEBA. La aplicación del voltaje de prueba de chispeado se realiza durante el proceso de extrusión y fraccionamiento

Elaboró:		Aprobó:
Fecha:		Fecha:

fabri-cables	ESPECIFICACION TECNICA	ESPECIFICACION
	PARA: Producto	P05
	TIPO : Cables para 2000 V	Fecha última revisión:
CONTROL DE CALIDAD	tipo TTU	

1. CODIGO : P05
2. TIPO DE MATERIAL: Cables aislados con PE y chaqueta de PVC para 2000V , tipo TTU

3. ESPECIFICACIONES : ICEA/NEMA S 61-402 , ASTM B8

4. DEFINICIONES Y USOS : Cables aislados con Polietileno Natural de Baja Densidad y Chaqueta de PVC , temperatura máxima de operación de 75 °C y voltaje no superior a 2000V.

5. CARACTERISTICAS GENERALES

Característica	Unidades	Valor	Método de Inspección
Conductor	Cumple P02 ó P03 cobre suave		
Resistencia eléctrica para cables	Ohm/Km	Tabla No. 6	M13
Resistencia eléctrica para alambres	Ohm/Km	Tabla No. 4	M13
Espesor de aislamiento PE	mm	Tabla No. 5	M09
Propiedades físicas del aislamiento	%, Kgf/mm²	Tabla No. 7	M08
Voltaje de prueba de chispeado	KV D.C.	Tabla No. 5	M11
Espesor de la chaqueta de PVC	mm	Tabla No. 5	M09

6. APARIENCIA : Totalmente libre de imperfecciones.

7. IDENTIFICACION Y CALIDAD: El operador de máquina coloca la respectiva tarjeta de identificación del material.

8. VOLTAJE DE PRUEBA. La aplicación del voltaje de prueba de chispeado se realiza durante el proceso de extrusión del aislamiento de polietileno.

Elaboró:		Aprobó:
Fecha:		Fecha:

fabri-cables	ESPECIFICACION TECNICA	ESPECIFICACION
	PARA: Producto	P06
	TIPO : Cables concéntricos	Fecha última revisión:
CONTROL DE CALIDAD	tipo CC	

1. CODIGO : P06

2. TIPO DE MATERIAL: Cables de cobre multiconductores aislados y cableado concéntrico tipo CC. Temperatura máxima de operación 60 °C y Voltaje máximo 600 V.

3. ESPECIFICACIONES : ICEA/NEMA S 61-402 , ASTM B8

4. DEFINICIONES Y USOS : Cables multiconductores aislados con PVC y chaqueta de PVC. Uso en distribución de energía baja tensión, usos industriales en bandejas o directamente enterrados.Temperatura máxima de operación 60 °C y 600 V , uso en lugares secos o húmedos.

5. CARACTERISTICAS GENERALES

Característica	Unidades	Valor	Método de Inapección
Conductor desnudo	Cumple con P03 cobre suave		
Conductor aislado	Cumple con P07 o P04		
Espesor de aislamiento	mm	Tabla No. 12	M09
Construcción del cable concéntrico	---	Tabla No. 11	M05
Espesor de la chaqueta	mm	Tabla No. 13	M09
Propiedades físicas del aislamiento y de la chaqueta	% Kgf/mm²	Tabla No. 7	M08
Rigidez dieléctrica entre conductores	KV D.C.	Tabla No. 12	M12
Voltaje de prueba de chispeado	KV D.C.	Tabla No. 12	M11

6. APARIENCIA : Totalmente libre de imperfecciones.

7. IDENTIFICACION Y CALIDAD: El operador de máquina coloca la respectiva tarjeta de identificación del material.

8. VOLTAJE DE PRUEBA. La aplicación del voltaje de prueba de chispeado , se realiza durante el proceso de extrusión de los conductores individuales.

Elaboró:		Aprobó:
Fecha:		Fecha:

fabri-cables	ESPECIFICACION TECNICA	ESPECIFICACION
	PARA: Producto	P07
	TIPO : Alambres flexibles	Fecha última revisión:
CONTROL DE CALIDAD	tipo TFF	

1. CODIGO : P07

2. TIPO DE MATERIAL: Alambres monoconductores de cobre flexible aislados con PVC

3. ESPECIFICACIONES : UL 62, ASTM B174

4. DEFINICIONES Y USOS : Conductores de cobre flexible cableado tipo bunchado , aislado con PVC . Uso en alambrados para iluminación, tableros de control, artefactos eléctricos. Voltaje máximo de operación 600 V y temperatura máxima de 60 °C.

5. CARACTERISTICAS GENERALES

Característica	Unidades	Valor	Método de Inspección
Conductor		Cumple P02	
Construcción	Clase J	Tabla No. 9	M06
Longitud de paso de bunchado	mm	Tabla No. 10	M05
Resistencia eléctrica	Ohm/Km	Tabla No. 4	M13
Espesor de aislamiento	mm	Tabla No. 5	M09
Propiedades físicas del aislamiento	% , Kgf/mm²	Tabla No. 7	M08
Voltaje de prueba de chispeado	Kv D.C.	Tabla No. 5	M11
Resistencia de aislamiento mínimo A 15.6 °C	M Ω x Km	0.762 (*)	M10

6. APARIENCIA : Totalmente libre de imperfecciones y se acepta soldaduras en el alambe en el proceso de trefilado final, de tal manera que no afecte a la flexibilidad del cable.

7. DIRECCCION DEL CABLEADO. Puede ser en sentido izquierdo o derecho.

8. VOLTAJE DE PRUEBA. La aplicación del voltaje de prueba de chispeado se aplica durante el proceso de extrusión y fraccionamiento.

9. IDENTIFICACION Y CALIDAD. El operador de máquina coloca la respectiva tarjeta de identificación de material.

Elaboró:		Aprobó:
Fecha:		Fecha:

(*) UL 62. Standard for Safety Thermoplastic – Insulated Wires and Cables

fabri-cables	ESPECIFICACION TECNICA	ESPECIFICACION
	PARA: Producto	P08
	TIPO : Conductores paralelos	Fecha última revisión:
CONTROL DE CALIDAD	flexibles tipo SPT	

1. CODIGO : P08

2. TIPO DE MATERIAL: Conductores paralelos flexibles aislados con PVC tipo SPT

3. ESPECIFICACIONES : UL 62, ASTM B174, ASTM B3

4. DEFINICIONES Y USOS : Conductores paralelos de cobre flexible cableado tipo bunchado, aislados con PVC.
Adecuado para conexiones vistas, extensiones residenciales, aparatos eléctricos livianos, en lugares secos o húmedos.
Temperatura máxima de operación de 60 °C y voltaje no mayor a 300 V.

5. CARACTERISTICAS GENERALES

Característica	Unidades	Valor	Método de Inspección
Conductor	Cumple P02		
Construcción	Clase J	Tabla No. 9	M06
Longitud de paso de bunchado	mm	Tabla No. 10	M05
Resistencia eléctrica del alambre	Ohm/Km	Tabla No. 4	M13
Espesor de aislamiento	mm	Tabla No. 5	M09
Propiedades físicas del aislamiento	%, Kgf/mm²	Tabla No. 7	M08
Prueba dieléctrica entre conductores	KV D.C.	1.5 (*)	M12
Voltaje de prueba de chispeado	KV D.C.	Tabla No. 5	M11
Resistencia de aislamiento mínimo	M Ω x Km	0.762 (*)	M10

6. APARIENCIA : Totalmente libre de imperfecciones y se acepta soldaduras en el alambre en el proceso de trefilado final, de tal manera que no afecte a la flexibilidad del cable.

7. DIRECCCION DEL CABLEADO. Puede ser en sentido izquierdo o derecho.

8. VOLTAJE DE PRUEBA. La aplicación del voltaje de prueba de chispeado se debe realizar durante el proceso de aislamiento y de fraccionamiento en rollos.

9. IDENTIFICACION Y CALIDAD: El operador de máquina coloca la respectiva tarjeta de identificación del material.

Elaboró:		Aprobó:
Fecha:		Fecha:

(*) UL 62. Standard for Safety Thermoplastic – Insulated Wires and Cables

CAPITULO 3

3.0 CONCEPTOS ESTADISTICOS Y PLANES DE MUESTREO APLICABLES AL CONTROL DE CALIDAD

En este capítulo se exponen los conceptos estadísticos y los planes de muestreo que se usan para el Control de Calidad de los procesos de fabricación y se elabora el procedimiento a seguir para su aplicación.

En general los métodos estadísticos para el Control de Calidad son herramientas muy útiles para informar a la Gerencia sobre lo que ocurre en el proceso de fabricación y la tendencia que este sigue , además dan una guía para determinar los aspectos que se pueden mejorar.

Por su amplia aceptación y conocimiento los métodos estadísticos que más se aplican para resolver problemas de Control de Calidad son los siguientes (1).

- Cartas de Control de Promedios y Rangos
- Histograma de Frecuencias
- Distribución Normal ó Curva de Gauss

Las Cartas de Control de Promedios y Rangos, pueden ser por variables o por atributos, según sea el tipo de datos que se analizan.

Las características de calidad de los conductores eléctricos son datos sobre variables, por lo tanto las Cartas de Control de Promedios y Rangos son por variables.

(1) JARA ROMAN H., La Gestión Modema de la Calidad, CEFE, Quito 1987

3.1 CARTA DE CONTROL POR VARIABLES DE PROMEDIOS Y RANGOS

La Carta de Control por Variables de Promedios y Rangos (Cartas de Control XR) , es un gráfico que permite detectar las causas asignables de la variación de los procesos, ya que es posible seguir el proceso y describir gráficamente las variaciones que este experimenta con el tiempo.

En un gráfico de control hay una línea central con un límite de control a cada lado. La línea central es el valor en torno al cual se distribuyen las mediciones aleatoriamente. Los límites de control son los valores entre los cuales deben distribuirse y generalmente están a una distancia de $\pm 3\sigma$ (σ desviación estándar) de la línea central.

Por experiencia de muchas plantas fabricantes de conductores eléctricos, las Cartas de Control XR no funcionan muy bien para sus procesos de fabricación (2). Esto se debe básicamente a que los procesos en la industria de los conductores eléctricos son producciones continuas consideradas como batched de producción y no son productos discretos como por ejemplo los pernos, tuercas, lavadoras, etc. donde si se aplica muy bien las Cartas de Control XR, en donde los límites de control superior e inferior están determinados básicamente por el grado de variabilidad del proceso.

Las Cartas de Control X R no operan muy bien en el control de procesos de la fabricación de alambres, precisamente porque las variaciones que se presentan en la unidad de producción son muy pequeñas, ya que en la práctica para fines de inspección se toma como unidad de producción un carreto conteniendo alambre, de éste solo es posible tomar medidas de una muestra de alambre en el extremo superior del carreto, muestra que no será mayor de algunos metros y donde con seguridad no se detectará mayores variaciones porque el tiempo transcurrido en la fabricación de

(2) RELYEA DOUGLAS B., Practical Application of SPC in the Wire & Cable Indsutry,QR, NY 1990. ISBN 0-527-91643-9

esos pocos metros es muy pequeño. Para ilustrar esto consideramos como ejemplo el proceso de extrusión, en el cual una máquina puede correr a 300 metros/minuto, si la muestra es de 5 metros, significa que el tiempo para fabricar esos 5 metros es de 1 segundo, tiempo en el cual el diámetro del aislamiento no tendrá variaciones significativas.

De esta manera en la industria de los conductores eléctricos se aplica una variación a la tradicional Carta de Control XR, que se la conoce como Carta Control Individual (2). En esté método las variaciones están dadas por las mediciones tomadas a los alambres entre carretos y no por la mediciones del alambre de un mismo carreto.

3.1.1 PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR UNA CARTA DE CONTROL INDIVIDUAL

Se considera como unidad de muestra un carreto conteniendo el alambre a ser inspeccionado.

Los pasos a seguir son:

a) Definir el número de muestras considerando el tamaño del lote, usar el plan de muestreo aplicable en cada proceso.

b) Inspeccionar cada muestra y anotar los valores en su orden de obtención, un valor por cada carreto.

c) Calcular el valor promedio $\overline{X}$

$\overline{X}$ = suma de lecturas individuales dividido por el número total de lecturas individuales.

d) Calcular el rango entre cada lectura , anotando el valor absoluto obtenido, es decir sin considerar si resulta positivo o negativo.

Rango 1 = lectura individual 1 - lectura individual 2

Rango 2 = lectura individual 2 - lectura individual 3

Rango 3 = lectura individual 3 - lectura individual 4 ...

e) Calcular el promedio de los rangos $\overline{R}$

$\overline{R}$ = suma de rangos dividido por el número total de rangos

f) Calcular los límites de control según las fórmulas :

$LCS = \overline{X} + (3 \times (\overline{R} \div d2))$ para el límite de control superior (2)

$LCI = \overline{X} - (3 \times (\overline{R} \div d2))$ para el límite de control inferior (2)

Donde la constante d2 = 1.128 (ver Tabla 3.1)

g) Poner escalas según los datos obtenidos. Graficar en la Carta de Control Individual los puntos encontrados y unirlos por medios de líneas.

h) Graficar los límites obtenidos y los límites impuestos por las especificaciones técnicas.

El valor d2 es una constante que ayuda a entender donde se colocan lo límites de control superior e inferior desde el promedio central del proceso, este valor se encuentra en tablas de factores para Cartas de Control X R . Además es necesario recordar que estos límites representan ± 3 sigma de la distribución normal.

Para la Carta de Control Individual como para la Carta de Control XR, el rango se usa para calcular los límites de control. Si el rango se calcula a partir de dos lecturas individuales se escoge la constante d2 basada en un subgrupo de dos, este valor de d2 se encuentra en al tabla 3.1

Cuando se usa este método no se recomienda usar como análisis el valor de los rangos, porque esto puede ser muy desconcertante.

Según el método de Carta de Control Individual, los criterios para determinar si un proceso no está bajo control son los siguientes:

1. Si un valor cae fuera de los límites de control superior o inferior
2. Dos o tres valores consecutivos caen fuera del un mismo límite de control de dos sigma.
3. Cuatro o cinco valores consecutivos caen fuera de un mismo límite de control de un sigma

Número de muestras en el subgrupo	A 2	D3	D4	d2
2	1.880	0.0	3.267	1.128
3	1.023	0.0	2.574	1.693
4	0.729	0.0	2.282	2.059
5	0.577	0.0	2.114	2.326

Tabla 3.1 Factores Para Calcular Límites De Control (2)

3.2 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

La Distribución de Frecuencias, conocido también como Histograma de Frecuencias, es un diagrama en forma de rectángulos cuyas bases son iguales al ancho del intervalo del casillero (W) y cuyas áreas son proporcionales al número de datos en cada casillero (frecuencias).

(2) Fuente : Table 3.3 Control Charts Factors, RELYEA Douglas B., Practical Application of SPC in the Wire & Cable Industry, QR New York 1990. ISBN 0-527-91643-9

El Histograma sirve para representar un grupo de datos, de los que se puede ver de una manera fácil su dispersión y su tendencia central y comparar contra las especificaciones impuestas.

3.2.1 PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR UN HISTOGRAMA

a) Encuentre el mayor y el menor valor del grupo de datos tomados

b) Calcule el rango (R) = mayor valor – menor valor

c) Seleccione el número de casilleros . Usar como guía la tabla No. 3.2
El histograma final puede no ser exacto en el número de casilleros que se escoja, porque es se trata de un cálculo aproximado.

d) Determine el ancho (W) de cada casillero según la fórmula
W = R / número de casilleros

Número de datos	Número de casilleros
100 ó menos	7 - 10
101 - 200	11 - 15
201 ó mas	13 - 20

Tabla 3.2 Guía Para Obtener El Número De Casilleros (3)

e) Calcular los límites de cada casillero, usando un decimal más que los datos originales para evitar ambigüedad. El límite inferior del primer casillero debe ser menor que el menor de todo el conjunto de datos tomados. El resto de límites se calculan sumando el valor de W al límite previo. Continuar hasta el límite superior del último casillero sea mayor que el mayor de los datos tomados.

f) Calcular el punto medio del primer casillero
Punto medio = (límite inferior + límite superior) / 2

(3) Fuente THOMAS PYZDEK. What Every Engineer Should Know About Quality Control. ISBN 0-8247-7966-5

El punto medio de los siguientes casilleros se calcula sumando el valor W al punto medio previo.

g) Tomando el conjunto total de datos determine en que casillero cae cada valor. Hacer un marca con un " / " cada evento en el casillero respectivo

h) Contar las marcas obtenidas en cada casillero y anotar, esta cantidad se conoce como frecuencia.

El gráfico así obtenido representa la distribución de frecuencias del conjunto de todos los datos obtenidos.

3.3 DISTRIBUCION NORMAL

La Distribución de Probabilidad Normal, es la técnica estadística más usada para resolver los problemas de Control de Calidad, cuando solo las variaciones comunes o aleatorias están presentes en los procesos.

La Distribución Normal se caracteriza por la media μ , que indica la tendencia central, y por la desviación estándar σ que expresa la dispersión. Estos símbolos se usan para la distribución matemática. En la práctica, la distribución se estima en base de mediciones, en estos casos la media se representa por $\overline{X}$ y la desviación estándar por s (o por σ').

La función de probabilidad de la distribución normal está dada por la siguiente ecuación:

$$y(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\, e^{-(x-\mu)^2 / 2\sigma^2} \qquad -\infty < x < \infty \qquad \text{ec. (1)} \qquad (3)$$

(3) PYZDEK THOMAS. What Every Engineer Should Know About Quality Control, ASQC Quality Press 1988, ISBN 0-8247-7966-5

donde :

μ es el promedio de la población o media

σ es la desviación estándar de la población.

La media de la población es :

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} xi \qquad \text{ec. (2)} \qquad (3)$$

La media es la medida de la tendencia central del conjunto de datos .

La desviación estándar σ se calcula como la raíz cuadrada de la varianza σ^2, según la siguiente ecuación :

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (xi - \mu)^2 \qquad \text{ec. (3)} \qquad (3)$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \qquad \text{ec. (4)} \qquad (3)$$

La varianza y desviación estándar son medidas de dispersión

En vista de que lo usual es tomar solo una muestra de la población total, la media μ se calcula como se indico arriba, pero la desviación estándar se calcula como sigue:

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (xi - \overline{X})^2 \qquad \text{ec. (5)} \qquad (3)$$

$$S = \sqrt{S^2} \qquad \text{ec. (6)} \qquad (3)$$

La diferencia entre estas dos ecuaciones son:

1. La letra griega σ ha sido cambiada por una $\overline{X}$ con una barra encima. Generalmente la letra μ se usa para representar los parámetros de la población y la letra X representa una muestra estadística que estima esos parámetros. El cálculo de $\overline{X}$ barra es el mismo que para μ.

2. El denominador de la varianza ha sido cambiado de n a n-1 , lo que hace que el estadístico s un estimador del parámetro σ. Esto simplemente significa que el valor esperado de $s = \sigma$.

Si se gráfica la ecuación (1) para todos los valores de x, se obtiene una curva como la de la figura 3.1.

La Curva de la Distribución Normal tiene las siguientes características principales:

a) Es simétrica al eje de las abscisas
b) El valor medio es igual a cero $\overline{X}$ barra = 0
c) La varianza es igual a 1, luego $\sigma = 1$
d) El valor de la integral de la función tiene el valor de 1 ya que la curva es asintótica al eje de la abscisa
e) Se dispone de tablas para conocer el porcentaje de probabilidad comprendido entre dos valores cualquiera de xi.
f) El 68.3% de la población está entre $\pm \sigma$

   El 95.5 % de la población está entre $\pm 2\sigma$

   El 99.7 % de la población está entre $\pm 3\sigma$

En la práctica no se presentan con frecuencia distribuciones normales perfectas, pero una vez determinado el grado de semejanza con la distribución hallada con la Normal se aplican las tablas estadísticas de al Distribución Normal. Estas tablas son indexadas usando la transformación Z que es:

$$Z = \frac{xi - \mu}{\sigma} \quad . \qquad \text{ec. (7)}$$

donde Z es la desviación patrón, que es el número de desviaciones estándar desde el valor promedio.

Usando la transformación Z se convierte cualquier distribución en una distribución normal .

Por facilidad de cálculo y tomando en cuenta de que la curva es simétrica, se usan los valores dados en la Tabla 1 del Anexo B del porcentaje de probabilidad fuera de la distribución normal, que indica directamente el porcentaje de probabilidad que falta para que cumpla una condición impuesta en una de las colas de la curva.

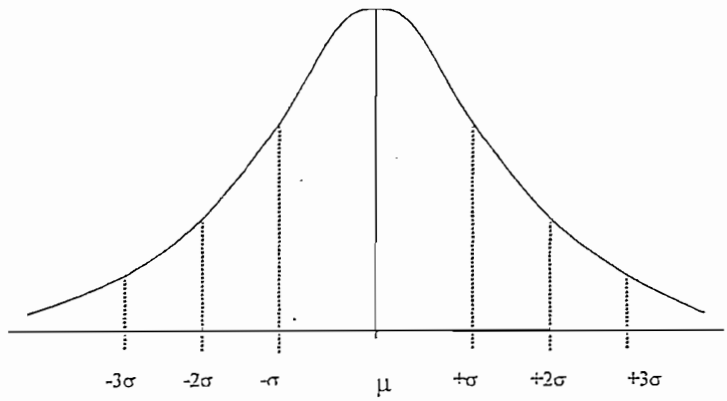


Figura 3.1 Distribución De Probabilidad Normal (4)

(4) SANDHOLM LENNART, Control Total de Calidad en La Empresa : Un Requisito Para El Exito En La Exportación De Los Países En Desarrollo . UNCTAD/GATT, Ginebra 1986

3.4 PLANES DE MUESTREO

Una manera de conocer si un lote de productos debe ser aceptado o rechazado es inspeccionando todas sus unidades, pero esto resulta antieconómico. Por esta razón se inspecciona un número más reducido de unidades que se conoce como muestra y sobre este resultado se decide si se acepta o se rechaza el lote.

La inspección por muestreo conlleva el riesgo de tomar una decisión equivocada con respecto del lote. Este riesgo se calcula si se emplean planes de muestreo basados en la teoría de la probabilidad, es decir si se aplica una inspección por muestreo estadístico.

El muestreo estadístico de mayor aplicación a nivel general es el ISO 2859, que también se lo conoce como MIL-STD-105 D . Este método es un muestreo por atributos, donde las unidades se clasifican como defectuosas o como no defectuosas, y es el que se aplicará cuando se especifique en el Manual de Control de Calidad, objeto de éste proyecto de tesis.

La norma MIL-STD-105D , permite diseñar planes de muestreo, los cuales quedan definidos cuando se conocen los siguientes datos:
Tamaño de la muestra (n)
Número de aceptación (Ac)
Número de rechazo (Rc)

3.4.1 TERMINOLOGIA Y CONCEPTOS BASICOS APLICABLES

Muestreo de Aceptación. Procedimiento según el cual la decisión de aceptar o rechazar un lote se basa en el resultado de la inspección de la muestra.
Nivel Aceptable de Calidad (NAC). EL máximo porcentaje o proporción de unidades defectuosas que para propósitos inspección por muestreo puede ser considerado como satisfactorio como medida del proceso.

Riesgo del Productor. La probabilidad que un lote de buena calidad , pueda ser rechazado.

Riesgo del Consumidor. La probabilidad de que un lote de mala calidad pueda ser aceptado.

Número de Aceptación (Ac). Numero máximo de unidades de defectuosos que hacen aceptable el lote.

Número de Rechazo (Re). Número mínimo de unidades defectuosas que hacen que se rechace el lote.

Tamaño de la muestra (n). Número de carretos o rollos que serán inspeccionados de cada lote, de los cuales se extrae una longitud de alambre adecuada según el ensayo a realizar.

Nivel de Inspección. Determina la relación entre el tamaño del lote y el tamaño de la muestra. Existen siete niveles de inspección. Tres de ellos se llaman niveles generales (I, II, III) y los cuatro restantes se llaman niveles especiales (S-1, S-2, S-3) (3).

Planes de muestreo. Define el número de unidades o productos que de cada lote son extraídos para ser inspeccionados y los números de aceptación y rechazo.

Se conocen tres tipos de planes de muestreo : Simple, Doble y Múltiple (3).

3.4.2 PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR EL PLAN DE MUESTREO

En base a la Norma MIL – STD –105D, se define el siguiente procedimiento para el muestreo por atributos para determinar si se aceptan o se rechazan los lotes de conductores eléctricos producidos en Fabricables :

a) Definir el valor de NAC :
   En Fabricables, se ha considerado, para materia prima usar NAC = 1.0 % , para productos en proceso un NAC = 1.5 % y para productos terminados también emplear un NAC = 1.5 %.

b) Definir el tamaño del lote sujeto de inspección, en unidades de muestra que

(3) THOMAS PYZDEK, APPENDIX ,Sampling Procedures and Tables for Inspection by Attributes

pueden ser carretos o rollos, y para el caso de los plásticos aislantes en fundas conteniendo el material PVC o PE.

c) Determine el nivel de inspección = Nivel General II (Anexo B Tabla 2).

d) Determine el tipo de inspección = Simple (Anexo B Tabla 3).

e) Determine el ajuste del nivel de inspección = Se inicia con Normal (Anexo B Tabla 3).

f) Con el número del tamaño del lote (determinado en el punto de b) ingrese en la Tabla 2 del Anexo B y encuentre la letra código respectiva para Inspección General y Nivel II.

g) Con la letra código entre en la Tabla 3 del Anexo B, para muestreo simple e inspección normal y determine el tamaño de la muestra a inspeccionar.

h) Con el tamaño de la muestra y el valor de NAC en la Tabla 3 del Anexo B, defina los valores de Ac y Re.

i) Realizar los ensayos y/o mediciones respectiva

j) Disposición final, si el número de las muestras defectuosas no es mayor que Ac se acepta el lote. Si los defectuosos son iguales o mayores a Re se rechaza el lote .

3.4.2.1 PLAN DE MUESTREO PARA MATERIA PRIMA

Para alambrón de cobre :

NAC = 1.0 %

Tamaño de un lote típico de alambrón de cobre = 40 rollos de 2000 Kg. cada uno

Nivel de inspección : General II

Tipo de inspección : Simple
Ajuste de inspección : Normal
Con tamaño de lote de 40 rollos : letra código D
Para letra código D el tamaño de la muestra es : 8 rollos
Para NAC de 1.0 % y tamaño de muestra de 8 rollos, se cambia a letra E y el nuevo tamaño de muestra es 13 rollos . Ac = 0 y Rc=1.

Para PVC:

NAC = 1.0 %
Tamaño de lote típico de PVC = 5 paletas.
Cada paleta tiene 40 fundas y cada funda pesa 25 Kg.
Nivel de inspección : General II
Tipo de inspección : Simple
Ajuste de inspección : Normal
Para tamaño del lote de 5 paletas : letra código A
Para letra A, tamaño de muestra : 2 paletas
Para NAC de 1.0 % y muestra de 2 se cambia a letra E y el nuevo tamaño de la muestra es de 13 paletas. Ac = 0 y Rc=1.
Por un asunto práctico se realizan las pruebas de calidad tomando una funda de cada paleta de la muestra de 13.

Para PE:

NAC = 1.0 %
Tamaño de lote típico de PE = 5 paletas.
Cada paleta tiene 40 fundas y cada funda pesa 25Kg .
Nivel de inspección : General II
Tipo de inspección : Simple
Ajuste de inspección : Normal
Para tamaño del lote de 5 paletas : letra código A

NAC = 1.5%
Tamaño del lote : 15 carretos
Nivel de inspección : General II
Tipo de inspección : Simple
Ajuste de inspección : Normal
Con el tamaño del lote de 15 carretos : letra código B
Tamaño de la muestra para letra código B : 3 carretos
Para NAC de 1.5 % y muestra de 3 carretos , la tabla para muestreo simple normal , indica que se use la letra código D.
Nuevo tamaño de muestra es de 8. Ac = 0 y Rc = 1.

Considerando la naturaleza continua del proceso de fabricación, es necesario modificar el muestreo de productos en proceso, por un método práctico, pero fundamentado en el plan ya diseñado para estos productos. Este método se indica en cada Instrucción de Inspección , que se expone en el numeral 4.6.

Por otro lado, para efectos de muestreo, es necesario definir que en Fabricables la autorización para iniciar la fabricación en cada proceso, se realiza con lo que se conoce como una "Orden de Producción" (OP). Esta OP es un documento emitido por la Jefatura de Producción, y para los efectos de muestreo y Control de Calidad, contiene entre otros datos, la cantidad a producir en número de carretos, tipo y calibre del alambre.

3.4.2.3 PLAN DE MUESTREO PARA PRODUCTOS TERMINADOS

Los productos terminados tienen dos presentaciones para los fines de inspección por muestreo : rollos de 100 metros o carretos conteniendo diferentes longitudes de conductor eléctrico.

El proceso de fraccionamiento de rollos tiene como promedio una producción de 100 rollos por máquina y por turno de producción de 8 horas, como se cuenta con 4 máquinas fraccionadoras la producción total es de 400 rollos por turno de producción.

Entonces, para la presentación en rollos de alambre, el tamaño del lote es de 400 rollos.

El Plan de muestreo para rollos es como sigue:
NAC = 1.5 %

Tamaño del lote : 400 rollos
Nivel de inspección : General II
Tipo de inspección : Simple
Ajuste de inspección : Normal
Con el tamaño del lote de 400 rollos : letra código H
Tamaño de la muestra para letra código H : 50 rollos
Para NAC de 1.5 % y muestra de 50 rollos : Ac = 2 y Rc = 3

Para la presentación en carretos, se toma el mismo plan de muestreo que para el proceso de fraccionamiento en carretos como producto en proceso del punto 3.4.3.2

CAPITULO 4

4.0 MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD

En éste capítulo se desarrolla el Manual de Control de Calidad para la Empresa Fabricables.

El Contenido del Manual es el siguiente :

4.1 INDICE GENERAL

4.2 Alcance
4.3 Políticas y Objetivos
4.4 Organización de Control de Calidad
4.5 Puntos de Control
4.6 Instrucciones de Inspección
4.7. Métodos de Inspección
4.8 Procedimiento para aplicar Técnicas Estadísticas
4.9 Procedimiento de Aceptación y Rechazo
4.10 Procedimiento para Canalizar Reclamos de Calidad

4.2 ALCANCE

Este Manual de Control de Calidad es aplicable al área de manufactura de la Empresa Fabricables, en la cual se incluyen las siguientes actividades : Recepción y almacenaje de materia prima, control de los procesos de fabricación, ensayos de laboratorio , pruebas finales al producto y relación con los clientes sobre asuntos de calidad del producto.

4.3 POLITICAS Y OBJETIVOS

La Política de Fabricables es fabricar y comercializar conductores eléctricos de cobre satisfaciendo las necesidades de sus clientes y usuarios finales, cumpliendo las normas y especificaciones establecidas en éste Manual

El objetivo de éste manual es disponer de un documento con instrucciones y procedimientos que se deben seguir para asegurar al cliente que los productos de Fabricables cumplen satisfactoriamente las especificaciones establecidas.
El departamento de Control de Calidad , en ésta empresa, es el responsable de asegurar el cumplimiento de la Política y Objetivo antes mencionados

4.4 ORGANIZACION DE CONTROL DE CALIDAD

4.4.1 ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD

Considerando el Organigrama General de la Empresa de la figura 1.1, para el Departamento de Control de Calidad se establece el Organigrama de la figura 4.1.

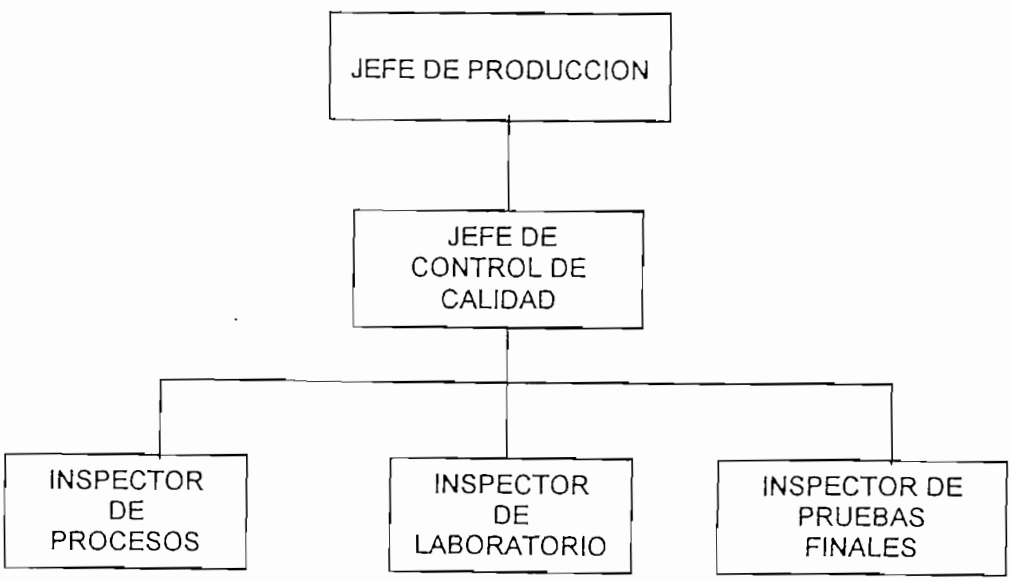


Figura 4.1 Organigrama Del Departamento De Control De Calidad

4.4.2 FUNCIONES DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD

Las funciones básicas encargadas al Departamento de Control de Calidad son las siguientes :

a) Mantener actualizado el presente Manual y difundirlo entre las personas involucradas.
b) Definir en donde se realizarán las Etapas del Control, tanto en la recepción de materia prima, almacenaje, productos en proceso de fabricación y productos terminados.
c) Decidir los métodos de muestreo aplicables en cada etapa del control, tamaño del lote, tamaño de la muestra, número de aceptación y número de rechazo.
d) Realizar y documentar las pruebas de laboratorio y ensayos realizados.
e) En base a la información obtenida decidir si se acepta o se rechaza el lote, si se rechaza, sugerir la acción a tomar.
f) Elaborar los reportes de Control de Calidad adecuados para mantener informado eficientemente al Gerente General y al Departamento de Producción.
g) Mantener contacto permanente con el Departamento de Ventas, para canalizar comentarios y observaciones que sobre la calidad de lo productos hagan los clientes.

Las funciones del Jefe de Control de Calidad son las siguientes:

a) Reportar al Jefe de Producción sobre las acciones del Departamento de Control de Calidad y responsabilizarse sobre tales acciones.
b) Capacitar al personal del Departamento de Control de Calidad y formar un equipo orientado a la consecución de la Política y Objetivo de Calidad de la Empresa.
c) Implementar programas efectivos de Control de Calidad .
d) Informar y orientar a otros departamentos sobre los Programas de Calidad.
e) Establecer un sistema de evaluación de los Programas de Calidad.

f) Tiene acceso directo al Gerente General sobre asuntos relacionados con el Control de Calidad, cuando lo considere necesario.

Las funciones básicas del Inspector de Procesos son las siguientes:

a) Realizar las mediciones establecidas en las respectivas Instrucciones de Inspección de los procesos de fabricación.
b) Elaborar los respectivos Registros de Control de Calidad, con la frecuencia establecida por las Instrucciones de Inspección.
c) Informar oportunamente al Jefe de Producción cualquier desviación encontrada en el proceso de fabricación.
d) Colocar las tarjetas de APROBADO o RECHAZADO (Anexo C), según resultados de sus inspecciones.

Las funciones básicas del Inspector de Laboratorio son las siguientes:

a) Obtener las muestras requeridas para realizar las pruebas y ensayos según el plan de muestreo correspondiente.
b) Realizar los ensayos correspondientes al área de laboratorio
c) Elaborar los Registro de Control de Calidad correspondientes.
d) Mantener en buen estado y calibrar periódicamente los equipos de laboratorio.
e) Colocar las tarjetas de APROBADO o RECHAZADO (Anexo C), según resultados de sus inspecciones.

Las funciones del Inspector de Pruebas Finales son las siguientes:

a) Realizar las pruebas a los productos terminados según la respectiva instrucción de inspección.
b) Elaborar el respectivo Registro de Control de Calidad, de lo productos inspeccionados.

c) Colocar las tarjetas de APROBADO o RECHAZADO (Anexo C), según resultados de sus inspecciones.

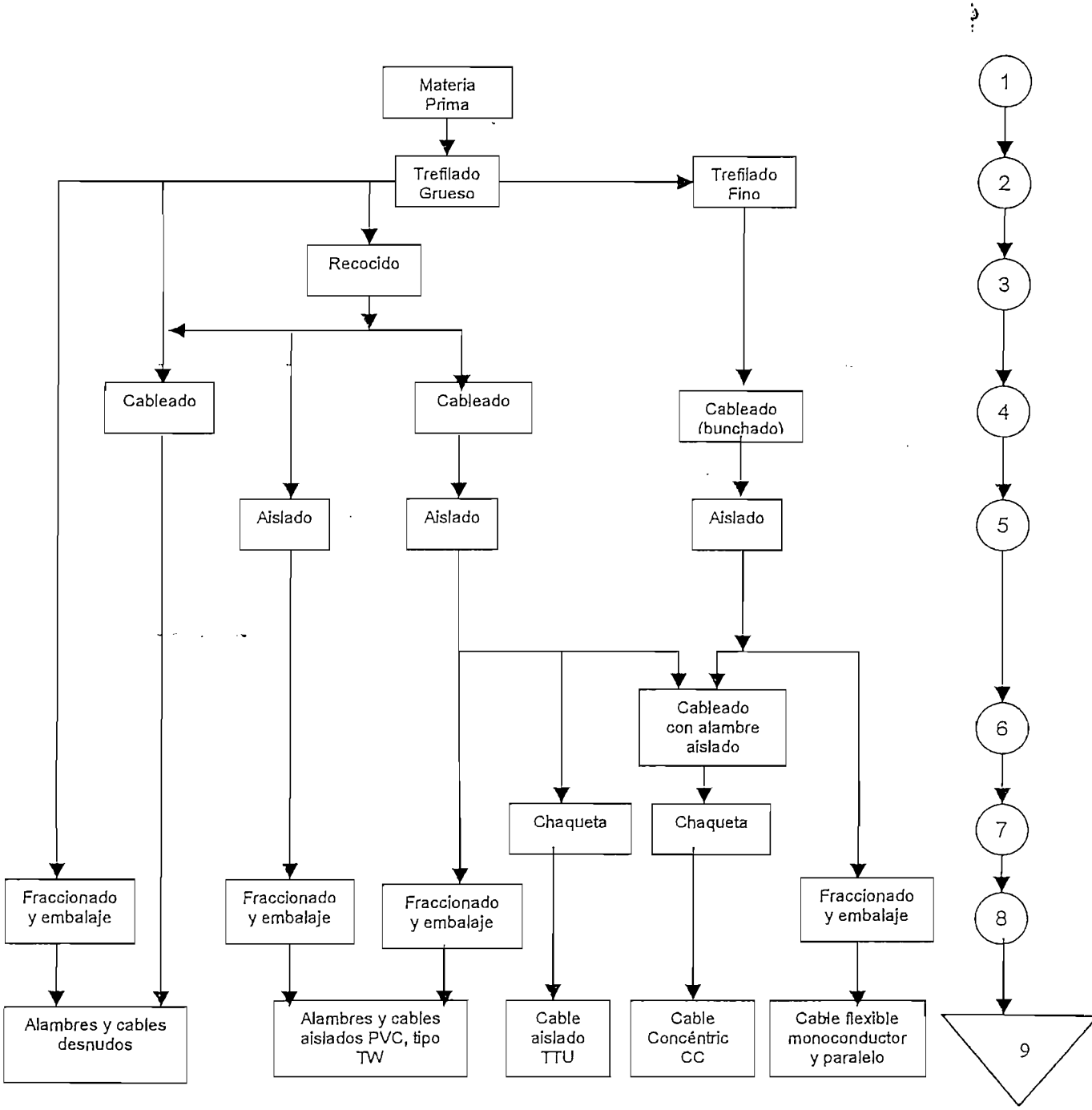


Figura 4.2 Diagrama De Flujo Del Proceso De Fabricación y Puntos De Control

4.5 PUNTOS DE CONTROL

Para cada etapa del proceso de fabricación, donde sea susceptible de variación, se establece un Punto de Control para obtener datos de calidad cuantitativa o cualitativa.

Los Puntos de Control, se definen a partir del diagrama de flujo del proceso de fabricación y son los que se muestran en la figura 4.2.

En cada Punto de Control, se aplican las Instrucciones de Inspección que se muestran en la Tabla 4.1.

4.6 INSTRUCCIONES DE INSPECCION

Son los documentos que indican los controles de calidad que se deben realizar en cada etapa del proceso, por lo tanto se tienen Instrucciones para materia prima, productos en proceso y en productos terminados. Cada instrucción contiene básicamente lo siguiente: Identificación del material, norma de referencia, punto de control, característica a inspeccionar, método de inspección, responsable de la inspección, requisitos que debe cumplir el material y plan de muestreo.

Las Instrucciones de Inspección aplicables en Fabricables son las siguientes:

Punto de Control No.	Proceso de fabricación	Instrucción de Inspección aplicable No.	Maquinaria asignada al proceso
1	Recepción y control de materia prima	1	No aplica
2	Trefilado	2	Monoblock Roth, Niehoff M15. Henrich
3	Recocido	3	Horno Fritz
4	Cableado	4	Watson 12+1 Bunchers Watson Laribee
5	Aislado	5	Bausano Davis Sterling
6	Cableado con alambre aislado	6	Cableadora para CC
7	Chaqueta	7	Bausano 60" y 80"
8	Fraccionado y embalaje	8	4 medidoras
9	Producto final	9	No aplica

Tabla 4.1 Puntos De Control, Procesos, Instrucciones De Inspección y Máquinas De Producción

fabri-cables CONTROL DE CALIDAD INSTRUCCION DE INSPECCION DE MATERIA PRIMA				PUNTO DE CONTROL No. 1 ALAMBRON DE COBRE	
Nombre del material: Alambrón de cobre		Código del material : CU01		Norma de referencia : ASTM B49	
No.	Característica a Inspeccionar	Método de Inspección	Realizado por	Requisitos	Plan de muestreo para el lote
1	Apariencia	Visual	Inspector de laboratorio	El bobinado debe ser uniforme y libre de materiales extraños	100 %
2	Diámetro	M01	Inspector de laboratorio	Según ESPC. MP01	MIL STD 105 D Nivel II, Simple,Normal NAC = 1.0
3	Resistividad	M02	Inspector de laboratorio	Según ESPC. MP01	MIL STD 105 D Nivel II, Simple,Normal NAC = 1.0
4	Alargamiento	M04	Inspector de laboratorio	Según ESPC. MP01	MIL STD 105 D Nivel II, Simple,Normal NAC = 1.0

Unidad de muestreo : un rollo de alambrón de cobre
Lote : número de rollos que corresponden a una misma orden de compra de materia prima

Realizó: Fecha :	Aprobó : Fecha :

fabri-cables CONTROL DE CALIDAD INSTRUCCION DE INSPECCION DE MATERIA PRIMA				PUNTO DE CONTROL No. 1 PVC SEMIRIGIDO 60 °C	
Nombre del material: PVC semirígido		Código del material : PVC01		Norma de referencia : ASTM D2219, REA PE 220	
No.	Característica a Inspeccionar	Método de Inspección	Realizado por	Requisitos	Plan de muestreo para el lote
1	Apariencia	Visual	Inspector de laboratorio	No presentar evidencia de humedad, ni materiales extraños	100%
2	Dureza	M07	Inspector de laboratorio	Según ESPC. MP02	MIL STD 105D Nivel II, Simple, Normal NAC = 1.0
3	Resistencia a la tracción inicial y envejecido	M08	Inspector de laboratorio	Según ESPC. MP02	MIL STD 105D Nivel II, Simple, Normal NAC = 1.0
4	Alargamiento inicial y envejecido	M08	Inspector de laboratorio	Según ESPC. MP02	MIL STD 105D Nivel II, Simple, Normal NAC = 1.0

Unidad de muestra : una funda del material PVC
Lote : número de fundas que corresponden a una misma orden de compra de PVC.

Realizó: Fecha:	Aprobó : Fecha :

fabri-cables CONTROL DE CALIDAD INSTRUCCION DE INSPECCION DE MATERIA PRIMA				PUNTO DE CONTROL No. 1 POLIETILENO NATURAL DE BAJA DENSIDAD	
Nombre del material: Polietileno natural BD		Código del material : PE01		Norma de referencia : ASTM D1248	
No.	Característica a Inspeccionar	Método de Inspección	Realizado por	Requisitos	Plan de muestreo para el lote
1	Apariencia	Visual	Inspector de laboratorio	No presentar evidencia de humedad, ni materiales extraños	100%
2	Resistencia a la Tracción	M08	Inspector de laboratorio	Según ESPC. MP03	MIL STD 105D Nivel II, Simple, Normal NAC = 1.0
3	Alargamiento	M08	Inspector de laboratorio	Según ESPC. MP03	MIL STD 105D Nivel II, Simple Norma NAC = 1.0

Unidad de muestra : una funda del material Polietileno natural de baja densidad
Lote : número de fundas que corresponden a una misma órden de compra de PE

Realizó: Fecha:	Aprobó : Fecha :

fabri-cables CONTROL DE CALIDAD INSTRUCCION DE INSPECCION DE PROCESO				PUNTO DE CONTROL No. 2 ALAMBRE DE COBRE DURO	
Nombre del material: Alambre de cobre duro		Código del material : P01		Norma de referencia : ASTM B1	
No.	Característica a Inspeccionar	Método de Inspección	Realizado por	Requisitos	Plan de muestreo para el lote
1	Diámetro	M01	Inspector de procesos	Según ESPC. P01	3 muestras en el inicio de cada OP/máquina Luego una lectura cada carreto /máquina
2	Resistencia a la tracción	M03	Inspector de laboratorio	Según ESPC. P01	3 muestras en el inicio de cada OP/máquina Luego una muestra cada 3 carretos / Máquina
3	Alargamiento	M04	Inspector de laboratorio	Según ESPC. P01	3 muestras en el inicio de cada OP/máquina Luego una muestra cada 3 carretos / Máquina
4	Resistividad	M02	Inspector de laboratorio	Según ESPC. P01	3 muestras en el inicio de cada OP/máquina Luego tres muestras cada 15 carretos / Máquina

OP : orden de producción
Unidad de muestra : una carreto conteniendo alambre de cobre
Lote : número de carretos de la órden de producción
Ac = 0
Rc = 1

Realizó: Fecha:	Aprobó : Fecha :

fabri-cables CONTROL DE CALIDAD INSTRUCCION DE INSPECCION DE PROCESO				PUNTO DE CONTROL No. 3 ALAMBRE DE COBRE SUAVE	
Nombre del material: Alambre de cobre suave		Código del material : P02		Norma de referencia : ASTM B3	
No.	Característica a Inspeccionar	Método de Inspección	Realizado por	Requisitos	Plan de muestreo para el lote
1	Diámetro	M01	Inspector de procesos	Según ESPC. P02	3 muestras en el inicio de cada OP/máquina Luego una lectura cada carretos/ Máquina
2	Alargamiento	M04	Inspector de laboratorio	Según ESPC. P02	3 muestras en el inicio de cada OP/máquina Luego una muestra cada 3 carretos / máquina
3	Resistividad	M02	Inspector de laboratorio	Según ESPC. P02	3 muestras en el inicio de cada OP/máquina Luego tres muetras cada 15 carretos / máquina

OP : orden de producción
Unidad de muestra : una carreto conteniendo alambre de cobre
Lote : número de bobinas de la órden de producción
Ac = 0
Rc = 1

Realizó: Fecha:	Aprobó : Fecha :

fabri-cables CONTROL DE CALIDAD INSTRUCCION DE INSPECCION DE PROCESO				PUNTO DE CONTROL No. 4 CABLE DE COBRE DURO Y SUAVE	
Nombre del material: Cable de cobre duro y suave		Código del material : P03		Norma de referencia : ASTM B8	
No.	Característica a inspeccionar	Método de Inspección	Realizado por	Requisitos	Plan de muestreo para el lote
1	Paso de cableado	M05	Inspector de proceso	Según ESPC P03	3 lecturas en el inicio de cada OP/ máquina Luego una lectura cada tres carretos/ máquina
2	Dirección de cableado	M05	Inspector de proceso	Según ESPC P03	3 lecturas en el inicio de cada OP/ Máquina Luego una lectura cada tres carretos/ máquina
3	Area transversal	M06	Inspector de proceso	Según ESPC P03	3 lecturas en el inicio de cada OP/ Máquina Luego una lectura cada tres carretos/ máquina
4	Número de hilos componetes del cable	Visual	Inspector de proceso	Según ESPC P03	3 lecturas en el inicio de cada OP/ Máquina Luego una lectura cada tres carretos/ máquina
5	Apariencia superficial	M14	Inspector de proceso	Según ESPC P03	100%

OP : orden de producción
Unidad de muestra : una carreto conteniendo cable de cobre
Lote : número de carretos de la orden de producción
Ac = 0
Rc = 1

Realizó: Fecha:	Aprobó : Fecha :

fabri-cables CONTROL DE CALIDAD INSTRUCCION DE INSPECCION DE PROCESO				PUNTO DE CONTROL No. 4 CABLE DE COBRE CABLEADO TIPO BUNCHADO	
Nombre del material: Cable de cobre bunchado		Código del material : P07		Norma de referencia : ASTM B174	
No.	Característica a inspeccionar	Método de Inspección	Realizado por	Requisitos	Plan de muestreo para el lote
1	Paso de cableado	M05	Inspector de proceso	Según ESPC P07	3 lecturas en el inicio de cada OP/ máquina Luego una lectura cada tres carretos/ máquina
2	Dirección de cableado	M05	Inspector de proceso	Según ESPC P07	3 lecturas en el inicio de cada OP/ máquina Luego una lectura cada tres carretos/ máquina
3	Area transversal y número de hilos	M06	Inspector de proceso	Según ESPC P07	3 lecturas en el inicio de cada OP/ máquina Luego una lectura cada tres carretos/ máquina
4	Apariencia superficial	M14	Inspector de proceso	Según ESPC P07	100%

OP : orden de producción
Unidad de muestra : una carreto conteniendo cable de cobre flexible
Lote : número de carretos de la órden de producción
Ac = 0
Rc =1

Realizó: Fecha:	Aprobó : Fecha :

fabri-cables CONTROL DE CALIDAD INSTRUCCION DE INSPECCION DE PROCESO				PUNTO DE CONTROL No. 5 ALAMBRES Y CABLES AISLADOS CON PVC , TIPO TW	
Nombre del material: Alambres y cables aislados con PVC tipo TW		Código del material : P04		Norma de referencia : ICEA/NEMA S61-402, UL83	
No.	Característica a Inspeccionar	Método de Inspección	Realizado por	Requisitos	Plan de muestreo para el lote
1	Espesor de aislamiento	M09	Inspector de proceso	Según ESPC P04	3 muestras en el inicio de cada OP/ máquina Luego una lectura cada carreto / máquina
2	Propiedades físicas del aislamiento	M08	Inspector de laboratorio	Según ESPC P04	3 muestras en cada OP Luego 3 muestras cada 15 carretos / máquina
3	Resistencia de aislamiento	M10	Inspector de laboratorio	Según ESPC P04	3 muestras en cada OP Luego 3 muestras cada 15 carretos / máquina
4	Aplicación del voltaje de chispeado	M11 prueba contínua durante el proceso	Inspector de proceso	Según ESPC P04	100%
5	Marcas	M15	Inspector de proceso	Verificar Calibre AWG	3 lecturas en el inicio de cada OP/ máquina Luego una lectura cada carreto / máquina

OP : orden de producción
Unidad de muestra : una carreto conteniendo alambre o cable aislado con PVC.
Lote : número de carretos de la órden de producción
Ac = 0
Rc = 1

Realizó: Fecha:	Aprobó : Fecha :

fabri-cables CONTROL DE CALIDAD INSTRUCCION DE INSPECCION DE PROCESO				PUNTO DE CONTROL No. 4 CABLES AISLADOS CON POLIETILENO	
Nombre del material: Cables aislados con PE		Código del material : P05		Norma de referencia : ICEA/NEMA S61-402	
No.	Característica a Inspeccionar	Método de Inspección	Realizado por	Requisitos	Plan de muestreo para el lote
1	Espesor de aislamiento	M09	Inspector de proceso	Según ESPC P05	3 muestras en el inicio de cada OP/ máquina Luego una lectura cada carreto / máquina
2	Propiedades físicas del aislamiento	M08	Inspector de laboratorio	Según ESPC P05	3 muestras de cada OP / máquina Luego 3 muestras cada 15 carretos / máquina
3	Aplicación del voltaje de prueba de chispeado	M11 prueba contínua durante el proceso	Inspector de proceso	Según ESPC P05	100%

OP : orden de producción
Unidad de muestra : una carreto conteniendo cable aislado con PE.
Lote : número de carretos de la orden de producción
Ac = 0
Rc = 1

Realizó: Fecha:	Aprobó : Fecha :

fabri-cables CONTROL DE CALIDAD INSTRUCCION DE INSPECCION DE PROCESO				PUNTO DE CONTROL No. 5 ALAMBRES FLEXIBLES AISLADOS CON PVC TIPO TFF	
Nombre del material: Alambres flexibles aislados con PVC tipo TFF		Código del material : P07		Norma de referencia : UL 62	
No.	Característica a Inspeccionar	Método de Inspección	Realizado por	Requisitos	Plan de muestreo para el lote
1	Espesor de aislamiento	M09	Inspector de proceso	Según ESPC P07	3 muestras en el inicio de cada OP/ máquina Luego una lectura cada carreto / máquina
2	Propiedades físicas del aislamiento	M08	Inspector de laboratorio	Según ESPC P07p	3 muestras de cada OP / máquina Luego 3 muestras cada 15 carretos/máquina
3	Resistencia de aislamiento	M10	Inspector de laboratorio	Según ESPC P07	3 muestras de cada OP / máquina Luego 3 muestras cada 15 carretos/máquina
4	Aplicación del voltaje de prueba de chispeado	M11 Aplicación contínua durante el proceso	Inspector de proceso	Según ESPC P07	100%
5	Marcas	M15	Inspector de proceso	Verificar calibre AWG	3 muestras en el inicio de cada OP/ máquina Luego una lectura cada carreto / máquina

OP : orden de producción
Unidad de muestra : una carreto conteniendo alambre flexible aislado con PVC.
Lote : número de carretos de la órden de producción
Ac = 0
Rc = 1

Realizó: Fecha:	Aprobó : Fecha :

fabri-cables CONTROL DE CALIDAD INSTRUCCION DE INSPECCION DE PROCESO				PUNTO DE CONTROL No. 5 CONDUCTORES FLEXIBLES PARALELOS AISLADOS CON PVC	
Nombre del material: Conductores flexibles paralelos aislados con PVC		Código del material : P08		Norma de referencia : UL 62	
No.	Característica a inspeccionar	Método de Inspección	Realizado por	Requisitos	Plan de muestreo para el lote
1	Espesor de aislamiento	M09	Inspector de proceso	Según ESPC P08	3 muestras en el inicio de cada OP/ máquina Luego una lectura cada carreto / máquina
2	Propiedades físicas del aislamiento	M08	Inspector de laboratorio	Según ESPC P08	3 muetras en cada OP / máquina Luego 3 muestras cada 15 carretos / máquina
3	Resistencia de aislamiento	M10	Inspector de laboratorio	Según ESPC P08	3 muestras de cada OP/ máquina Luego 3 muestras cada 15 carretos / máquina
4	Aplicación del voltaje de prueba de chispeado	M11 Aplicación contínua Durante el Proceso	Inspector de proceso	Según ESPC P08	100%
5	Marcas	M15	Inspector de proceso	Verificar calibre AWG	3 muestras en el inicio de cada OP/ máquina Luego una lectura cada carreto / máquina

OP : orden de producción
Unidad de muestra : una carreto conteniendo cable flexible paralelo aislado con PVC.
Lote : número de carretos de la órden de producción
Ac = 0
Rc = 1

Realizó: Fecha:	Aprobó : Fecha :

fabri-cables CONTROL DE CALIDAD INSTRUCCION DE INSPECCION DE PROCESO				PUNTO DE CONTROL No. 6 CABLE MULTICONDUCTOR AISLADO	
Nombre del material: Cable multiconductor aislado		Código del material : P06		Norma de referencia : ICEA/NEMA S61-402	
No.	Característica a inspeccionar	Método de Inspección	Realizado por	Requisitos	Plan de muestreo para el lote
1	Longitud del paso y dirección del cableado	M05	Inspector de proceso	Según ESPC P06	3 muestras en el Inicio de cada OP/ máquina Luego una lectura cada carreto / máquina
2	Apariencia del cable	M14	Inspector de proceso	Según ESPC P06	3 muestras en el inicio de cada OP/ máquina Luego una lectura cada carreto / máquina
3	Número y calibre de los conductores integrantes del cable	Visual	Inspector de proceso	Según orden de producción	3 muestras en el inicio de cada OP/ máquina Luego una lectura cada carreto / máquina

OP : orden de producción
Unidad de muestra : una carreto conteniendo cable aislado multiconductor.
Lote : número de carretos de la órden de producción
Ac = 0
Rc = 1

Realizó: Fecha:	Aprobó : Fecha :

fabri-cables CONTROL DE CALIDAD INSTRUCCION DE INSPECCION DE PROCESO				PUNTO DE CONTROL No. 7 CHAQUETA DE PVC PARA CABLES MULTICONDUCTORES TIPO CC	
Nombre del material: Chaqueta de PVC para Cables multiconductores tipo CC		Código del material : P06		Norma de referencia : ICEA/NEMA S 61-402	
No.	Característica a inspeccionar	Método de Inspección	Realizado por	Requisitos	Plan de muestreo para el lote
1	Apariencia del aislamiento	M14	Inspector de proceso	No debe presentar rugosidades	3 muestras en el inicio de cada OP/ máquina Luego una lectura cada carreto / máquina
2	Espesor de la chaqueta de PVC	M09	Inspector de proceso	Según ESPC P06	3 muestras en el inicio de cada OP/ máquina Luego una lectura cada carreto / máquina
3	Marcas	M15	Inspector de proceso	Verificar calibre AWG	3 muestras en el inicio de cada OP/ máquina Luego una lectura cada carreto / máquina
4	Aplicación de voltaje de prueba de chispeado	M11 Aplicación contínua durante el proceso	Inspector de proceso	Según ESPC P06	100%

OP : orden de producción
Unidad de muestra: un carreto conteniendo el cable multiconductor aislado con chaqueta de PVC.
Lote : número de carretos de la órden de producción
Ac = 0
Rc = 1

Realizó: Fecha:	Aprobó : Fecha :

fabri-cables CONTROL DE CALIDAD INSTRUCCION DE INSPECCION DE PROCESO				PUNTO DE CONTROL No. 7 CHAQUETA DE PVC PARA CABLES TIPO TTU DE 2000 V.	
Nombre del material: Chaqueta de PVC para cables tipo TTU de 2000 V.		Código del material : P05		Norma de referencia : ICEA/NEMA S61-402	
No.	Característica a Inspeccionar	Método de Inspección	Realizado por	Requisitos	Plan de muestreo para el lote
1	Apariencia del aislamiento	M14	Inspector de proceso	No debe presentar rugosidades	3 lecturas en el inicio de cada OP/ máquina Luego una lectura cada carreto / máquina
2	Espesor de la chaqueta de PVC	M09	Inspector de proceso	Según ESPC P05	3 muestras en el inicio de cada OP/ máquina Luego una lectura cada carreto / máquina
3	Marcas	M15	Inspector de proceso	Verificar calibre AWG	3 lecturas en el inicio de cada OP/ máquina Luego una lectura cada carreto / máquina
4	Aplicación del voltaje de prueba de chispeado	M11 Aplicación contínua durante el proceso	Inspector de proceso	Según ESPC P05	100%

OP : orden de producción
Unidad de muestra : una carreto conteniendo cable aislado con chaqueta de PVC.
Lote : número de carretos de la órden de producción
Ac = 0
Rc = 1

Realizó: Fecha:	Aprobó : Fecha :

fabri-cables CONTROL DE CALIDAD INSTRUCCION DE INSPECCION DE PROCESO			PUNTO DE CONTROL No. 8 FRACCIONAMIENTO Y EMBALAJE		
Nombre del material: Fraccionamiento y Embalaje		Código del material : P01,P02,P03,P04 P05,P06,P07,P08	Norma de referencia : Norma interna de Fabri-cables		
No.	Característica a inspeccionar	Método de Inspección	Realizado por	Requisitos	Plan de muestreo Para el lote
1	Apariencia	M14	Inspector de proceso / pruebas finales	No debe presentar presentar imperfecciones	En cada turno se aplica: MIL STD – 105 D Nivel II, Simple, Normal NAC = 1.5
2	Bobinado del rollo	M14	Inspector de proceso / pruebas finales	Debe ser uniforme y compacto	En cada turno se aplica: MIL STD – 105 D Nivel II, Simple, Normal NAC = 1.5
3	Identificación y marcas	M15	Inspector de proceso / pruebas finales	Verificar que los datos requeridos en la tarjeta de identificación esten correctos Además, para carretos de madera, estos no deben presentar filos, irregularidades o clavos salidos, que puedan dañar al cable	En cada turno se aplica: MIL STD – 105 D Nivel II, Simple, Normal NAC = 1.5
4	Aplicación de Voltaje de prueba de chispeado	M11 Aplicación contínua durante el proceso	Inspector de proceso / pruebas finales	Aplicar la especificación técnica del producto fraccionado	100 %

Unidad de muestra : un rollo o carreto conteniendo el producto terminado.
Lote : número de rollos o carretos que esten presentes al momento de la inspección en el área de productos listos para transporte a bodega de productos terminados.

Realizó: Fecha:	Aprobó : Fecha :

fabri-cables CONTROL DE CALIDAD INSTRUCCION DE INSPECCION DE PRODUCTO TERMINADO				PUNTO DE CONTROL No. 9 PRODUCTOS TERMINADOS	
Nombre del material: Producto terminado		Código del material : P01,P02,P03,P04 P05,P06,P07,P08		Norma de referencia : ASTM B1,B3,B8 UL 62,83 ICEA/NEMA S 61-402	
No.	Característica a inspeccionar	Método de Inspección	Realizado por	Requisitos	Plan de muestreo Para el lote
1	Apariencia	M14	Inspector de pruebas finales	No debe presentar presentar imperfecciones	En cada turno de aplica: MIL STD – 105 D Nivel II, Simple, Normal NAC = 1.5
2	Bobinado del rollo	M14	Inspector de pruebas finales	Debe ser uniforme y compacto	En cada turno de aplica: MIL STD – 105 D Nivel II, Simple, Normal NAC = 1.5
3	Identificación y marcas	M15	Inspector de pruebas finales	Verificar que los datos requeridos en la tarjeta de identificación estén correctos además, para carretos de madera, estos no deben presentar filos, irregularidades o clavos salidos, que puedan dañar al cable	En cada turno de aplica: MIL STD – 105 D Nivel II, Simple, Normal NAC = 1.5
4	Prueba de rigidéz dieléctrica	M12	Inspector de pruebas Finales	Aplicar el voltaje de prueba según la especificación técnica del producto	100 %
5	Continuidad de los conductores	Uso multímetro conectar los terminales a cada extremo de conductor	Inspector de pruebas finales	El conductor debe ser contínuo en la toda la longitud del rollo o carreto examinado	100 % para cables CC Los demás islados aplicar cada turno : MIL STD 105 D Nivel II, Simple, Normal NAC = 1.5

Unidad de muestra : un rollo o carreto conteniendo el producto terminado.
Lote : número de rollos o carretos que esten presentes al momento de la inspección en el área de productos listos para transporte a bodega de productos terminados.

Realizó: Fecha:	Aprobó : Fecha :

4.7 METODOS DE INSPECCION

Los Métodos de Inspección son los procedimientos a seguir para ejecutar los ensayos y pruebas de Control de Calidad, que se indican en las Instrucciones de Inspección de cada Punto de Control.

Los Métodos de Inspección para Fabricables, han sido desarrollados en base a la Norma Técnica aplicable en cada caso y con consideraciones prácticas basadas en la experiencia. Estos Métodos de Inspección se identifican con un código según la tabla 4.2.

Nombre Del Método De Inspección	Código Del Método
Método Para Medir El Diámetro Del Alambre	M01
Método Para Medir La Resistividad Volumétrica	M02
Método Para Medir La Resistencia A La Tracción	M03
Método Para Medir El Alargamiento	M04
Método Para Medir Paso y Dirección De Cableado	M05
Método Para Medir El Area Transversal De Un Cable	M06
Método Para Medir La Dureza Del PVC	M07
Método Para Medir La Resistencia A La Tracción y Alargamiento Del Aislamiento	M08
Método Para Medir Espesores De Aislamiento y Chaqueta	M09
Método Para Medir Resistencia De Aislamiento	M10
Método Para Aplicar Voltaje De Prueba De Chispeado.	M11
Método Para Determinar La Rigidéz Dieléctrica	M12
Método Para Medir La Resistencia Eléctrica	M13
Método Para Inspeccionar Rebobinado y Apariencia	M14
Método Para Inspeccionar La Marca	M15

Tabla 4.2 Código De Los Métodos De Inspección

fabri-cables **Método de inspección M01**

METODO PARA MEDIR EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

PROPOSITO

Establecer la metodología para medir el diámetro de los alambres de cobre.

ALCANCE

Es aplicable a todas las mediciones de diámetro de los alambres en Fabri-cables.

REFERENCIAS

ASTM B1,B3, B49

EQUIPOS

Tornillo micrométrico

Calculadora

RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Inspector de Proceso y del Operador de Máquina ejecutar lo establecido en éste documento.

ACTIVIDADES

El Inspector de Proceso toma una muestra representativa del alambre, que puede ser de una longitud aproximada de 30 cm, desde la punta del carreto o rollo descartando el tramo imperfecto.

Endereza la muestra sin someterla a estiramiento.

Realiza cuatro (4) mediciones, para lo cual gira el tornillo micrométrico en 45° luego de cada medición.

Efectuadas las mediciones determina el promedio.

Anota el valor calculado en el registro correspondiente, con tres (3) decimales sin aproximaciones.

fabri-cables **Método de Inspección M02**

METODO PARA MEDIR LA RESISTIVIDAD VOLUMETRICA

PROPOSITO

Establecer la metodología para medir la resistividad volumétrica de los alambres de cobre.

ALCANCE

Es aplicable a todas las mediciones de resistividad realizadas en Fabricables

REFERENCIAS

ASTM B1,B3, B193

Método de Inspección M01

EQUIPOS

Tornillo micrométrico

Calculadora

Puente doble de Kelvin

Regla graduada

Termómetro

RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Inspector de laboratorio ejecutar lo establecido en el presente documento.

ACTIVIDADES

El Inspector de Proceso toma una muestra representativa del alambre de una longitud aproximada de 1.3 m.

Determina el diámetro del alambre según el Método de Inspección M01.

Con el diámetro calculado, se calcula la sección de acuerdo a la siguiente expresión:

$$S = 0.7854 \times d^2$$

donde :

d = diámetro promedio en (mm)

S = sección en (mm^2)

Realizar la medición de la resistencia eléctrica según el método de Inspección M13.

Determinar la resisitividad de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\rho v = R \times S / L \qquad (5)$$

donde:

ρv = resistividad volumétrica de la muestra ($\Omega \times mm^2 / m$)

R = resistencia eléctrica a 20 °C en Ω , obtenido según Método de Inspección M13.

S = sección en mm^2

L = largo de la muestra entre los electrodos al medir la resistencia eléctrica en metros.

Anotar el valor obtenido en el registro correspondiente

(5) ASTM B 193. Standard Test Method for RESISTIVITY OF ELETRICAL CONDUCTORS MATERIALS

fabri-cables **Método de Inspección M03**

METODO PARA MEDIR RESISTENCIA A LA TRACCION

PROPOSITO

Establecer la metodología para medir la resistencia a la tracción mecánica de los alambres de cobre.

ALCANCE

Es aplicable a todas las mediciones de resistencia a la tracción realizadas en Fabricables.

REFERENCIA

ASTM B1,B3

Método de Inspección M01

EQUIPOS

Tornillo micrométrico

Máquina de Tracción (Tinius Olsen)

RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Inspector de Laboratorio ejecutar lo establecido en el presente documento.

ACTIVIDADES

El Inspector de Laboratorio toma una muestra representativa del alambre.

Realiza la medición del diámetro según el método de inspección M01.

Determina el área transversal del alambre según la siguiente expresión:

$$\text{Area} = \pi \times d^2 / 4$$

donde :

d = diámetro del alambre en (mm)

Tracciona el alambre según lo establece el método de inspección M04.

Anota la carga al momento de la ruptura que indica la máquina de tracción.

Determina el valor de resistencia a la tracción según la siguiente expresión:

$$\text{Resistencia a la tracción} = \frac{\text{Carga de ruptura}}{\text{Area}} \quad (Kg/mm^2)$$

Anota el valor así obtenido, en el registro correspondiente.

fabri-cables **Método de Inspección M04**

METODO PARA MEDIR EL ALARGAMIENTO

PROPOSITO

Establecer la metodología para medir el alargamiento de los alambres de cobre

ALCANCE

Es aplicable a todas las mediciones de alargamiento que se realicen en Fabricables.

REFERENCIAS

ASTM B1,B3

EQUIPOS

Máquina de Tracción (Tinius Olsen)

Máquina de alargamiento

Regla graduada

RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Inspector de Laboratorio ejecutar lo establecido en este documento.

ACTIVIDADES

Para alambres con temple duro :

El Inspector de Proceso toma una muestra representativa del alambre, de aproximadamente 350 mm de longitud.

Pintar dos marcas distanciadas 100 mm entre sí , a la cual se denomina longitud inicial (Li).

Colocar la muestra en la Máquina de Tracción, con las marcas realizadas al borde de las mordazas.

Traccionar el alambre hasta lograr su ruptura total (el alambre se rompe en dos tramos).

Unir los trozos resultantes y medir con la regla graduada la nueva distancia entre las marcas, la cual se denomina longitud final (Lf).

Determine el alargamiento mediante la siguiente expresión:

$$\% \text{ Alargamiento} = \frac{Lf - Li}{Li} \times 100$$

Anotar el valor así obtenido en el registro correspondiente

Para alambres con temple suave:

El Inspector de Laboratorio toma una muestra representativa del alambre de aproximadamente 50 cm.

Coloca la muestra en la Máquina de alargamiento, la cual tiene incorporada una escala graduada.

Tracciona el alambre hasta la ruptura total.

Lee directamente en la escala graduada el % de alargamiento.

Anota el valor así obtenido en el registro correspondiente.

fabri-cables **Método de Inspección M05**

METODO PARA MEDIR PASO Y DIRECCION DE CABLEADO

PROPOSITO

Establecer la metodología para medir el paso y dirección de cableado

ALCANCE

Es aplicable a todas las mediciones de paso y dirección de cableado que se realicen en Fabricables.

REFERENCIAS

ASTM B8

ICEA/NEMA S 61-402

EQUIPOS

Pie de Rey

Regla graduada o flexómetro

RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Inspector de Proceso ejecutar lo establecido en este documento.

ACTIVIDADES

El Inspector de Proceso determina la dirección de cableado observando el desplazamiento helicoidal de los hilos que componen el cable, si estos avanzan en el sentido de los punteros del reloj es dirección de cableado DERECHO, en caso contrario es dirección IZQUIERDA.

Para medir el paso de cableado, el Inspector de Proceso procede de la siguiente manera:

Para cables concéntricos:

Para determinar el paso del cableado toma una muestra representativa del cable, o puede medir el paso sobre el cable mientras esté en la máquina respectiva.

Coloca sobre el cable una hoja de papel .

Pasar un lápiz horizontalmente sobre la hoja para obtener la figura de los alambres sobre el papel.

En la figura obtenida traza una línea en el centro de una de las marcas dejadas por los alambres , luego cuenta tantas marcas como hilos tenga la capa en cuestión y se suma uno más , y en centro de esta marca se traza una línea .

Medir con el Pie de rey, regla o flexómetro la distancia entre las dos líneas trazadas.

Anota el valor así obtenido en el registro correspondiente

Para cables no concéntricos, como el caso de cables bunchados:

Se toma una muestra representativa del cable, o se mide sobre el cable mientras está en la máquina respectiva.

Se introduce dos agujas en el centro del cableado, manteniendo una de ellas fija , se avanza con la otra en al misma dirección que el cableado , hasta completar una vuelta al rededor del cable.

Medir la distancia existente entre las dos agujas.

Anotar el valor así obtenido en el registro respectivo.

METODO PARA MEDIR EL AREA TRANSVERSAL DE UN CABLE

PROPOSITO

Establecer la metodología para calcular la sección transversal o área de un cable a partir del diámetro del alambre.

ALCANCE

Es aplicable a todos los cálculos de área en cables concéntricos en Fabricables.

REFERENCIAS

ASTM B8

Método de Inspección M01

EQUIPOS

Calculadora

RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Inspector de Proceso ejecutar lo establecido en este documento.

ACTIVIDADES

Tomar una muestra representativa del cable, no mayor de 30 cm.

Medir cada alambre del cable según Método de Inspección M01 y calcular el área de cada uno según la siguiente expresión:

$$Area = 0.7852 \times d^2$$

donde:

d = diámetro del alambre

Sumar las áreas de todos los alambres componentes del cable, el resultado es el área total del cable.

Anotar el valor así obtenido en el registro respectivo.

fabri-cables **Método de Inspección M07**

METODO PARA MEDIR LA DUREZA DEL PVC

PROPOSITO

Establecer la metodología para medir la dureza del PVC

ALCANCE

Es aplicable a las mediciones de dureza shore A de los compuestos plásticos de PVC, utilizados en Fabricables.

REFERENCIAS

ASTM D 2240

EQUIPOS

Durómetro para plásticos duros (shore A)

RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Inspector de Laboratorio ejecutar lo establecido en este documento.

ACTIVIDADES

Preparar una muestra de forma de placa de un espesor mínimo de 3 mm

Colocar la muestra en una superficie plana .

Aplicar el durómetro presionándolo sobre la muestra.

Tomar de la escala del durómetro una lectura instantánea y luego otra 10 segundos después.

Anotar los valores así obtenidos en el registro respectivo.

fabri-cables **Método de Inspección M08**

METODO PARA MEDIR LA RESISTENCIA A LA TRACCION Y ALARGAMIENTO DEL AISLAMIENTO

PROPOSITO

Establecer el método para determinar la resistencia a la tracción y alargamiento del compuesto termoplástico de PVC y PE, usado como aislamiento y chaqueta de los alambres y cables.

ALCANCE

Es aplicable a todas las mediciones de resistencia a la tracción y alargamiento de PVC y PE en Fabricables.

REFERENCIAS

UL 1581, 62, 83

EQUIPO

Prensa hidráulica (Wabash)
Dinamómetro (Thwing – Albert)
Horno de envejecimiento
Esmeril
Micrómetro
Pie de Rey
Cuchilla
Calculadora

RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Inspector de Laboratorio ejecutar lo establecido en este documento.

ACTIVIDADES

Para productos en proceso:

El Inspector de Laboratorio toma una muestra de aproximadamente 1.5 m de longitud , del alambre o cable terminado para los ensayos iniciales y envejecidos, las muestras deben ser de alambre que no haya sido sometido previamente a ninguna prueba.

Cortar de la muestra de 1.5 m seis (6) probetas de 100 mm cada una.

Medir el diámetro exterior sobre el aislamiento de las todas las probetas con ayuda del Pie de rey.

Retirar cuidadosamente el conductor de la probeta de modo que el aislante quede en forma de tubo y luego con el micrómetro medir los diámetros interior y exterior de la probeta.

Realizar el ensayo de envejecimiento con tres (3) probetas ingresándolas en el Horno a temperatura y tiempo indicado según la especificación técnica correspondiente a cada tipo de alambre o cable.

En cada probeta, envejecida y no envejecida, realizar dos marcas separadas entre si la distancia de 25 mm equidistantes desde el centro y colocarlas en la máquina de tracción de tal manera que las mordazas no tapen las marcas.

Ajustar las mordazas de tal forma que la probeta quede completamente extendida pero sin ninguna tensión y fijar la velocidad de separación de las mordazas en 500 $\pm$ 25 mm por minuto.

Activar la máquina de tracción y observar la separación de las mordazas hasta que se produzca la ruptura total de la probeta.

Anotar la lectura de la carga en Kg y el valor del alargamiento en el momento de la ruptura.

Repetir el ensayo para las tres (3) probetas envejecidas y para las tres (3) probetas no envejecidas.

La probeta se descarta y se reemplaza por otra del mismo lote , si la ruptura ocurre fuera de las marcas en la probeta.

Para cables mayores a 6 AWG y chaquetas, eliminar cualquier material aplicado sobre el aislante, luego realizar un corte paralelo al eje del conductor que permita retirar fácilmente el aislante y obtener la muestra.

La muestra se pasa por el esmeril para eliminar cualquier imperfección o reducir el espesor hasta obtener la banda para ser troquelada.

Para troquelar las muestras utilizar la matriz en forma de corbatín junto con la Prensa Hidráulica.

Troquelar las probetas según la figura 4.3.

Una vez obtenidas las probetas se repiten los pasos desde que se ingresan las probetas en el horno para envejecimiento.

Para materia prima :

Usando al prensa hidráulica se prepara una plancha del material aislante, de un espesor de aproximadamente 1mm.

Troquelar la probeta en forma de corbatín según la figura 4.3

Repetir los pasos desde que se ingresan las probetas en el horno de envejecimiento, señalados en el anterior procedimiento para productos en proceso.

CALCULO DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION

Para probetas calibre 6 AWG y menores, aplicar la siguiente expresión para calcular la sección transversal:

$$S = 0.7854 (D^2 - d^2)$$

Donde :

S = sección transversal en mm^2

D = diámetro exterior de la probeta en mm

d = diámetro interior de la probeta en mm

Para probetas de cables mayores que 6 AWG y chaquetas de aislamiento, utilizar la siguiente expresión:

$$S = T \times W$$

donde:

S = sección transversal en mm²

T = espesor de la probeta en mm

W = ancho de la probeta en mm

Para calcular el valor de la resistencia a la tracción utilizar la siguiente expresión:

$$RT = F / S$$

donde :

RT = resistencia a la tracción en Kgf / mm²

F = carga de ruptura en Kgf

S = sección en mm²

Luego de envejecidas las probetas, se calcula el porcentaje de resistencia a la tracción con la siguiente expresión

$$RTe = \left(\frac{RT1}{RT} \right) \times 100$$

donde :

RTe = resistencia a la tracción de la probeta envejecida (%)

RT = resistencia a la tracción inicial en la probeta sin envejecer (Kgf/mm²)

RT1 = resistencia a la tracción medida sobre la probeta envejecida (Kgf/mm²)

El valor RTe y RT1 se anotan en el registro correspondiente.

CALCULO DEL ALARGAMIENTO

El Inspector de Laboratorio obtiene el porcentaje de alargamiento directamente de la máquina de tracción o puede utilizar la siguiente expresión:

$$\% \text{ Alargamiento} = \left(\frac{Lf - Li}{Lf} \right) \times 100$$

donde :

Li = longitud inicial entre las marcas (mm)

Lf = longitud final entre las marcas (mm)

Luego de envejecidas las probetas el porcentaje de alargamiento se calculan con la siguiente expresión:

$$\text{Alargamiento (e)} = \left(\frac{\text{Alargamiento}}{\text{Alargamiento inicial}} \right) \times 100$$

donde :

Alargamiento (e) = porcentaje de alargamiento de la probeta envejecida (%)

Alargamiento = alargamiento medido al momento de la ruptura de la probeta envejecida (%)

Alargamiento inicial = alargamiento obtenido sobre la probeta sin envejecer (%)

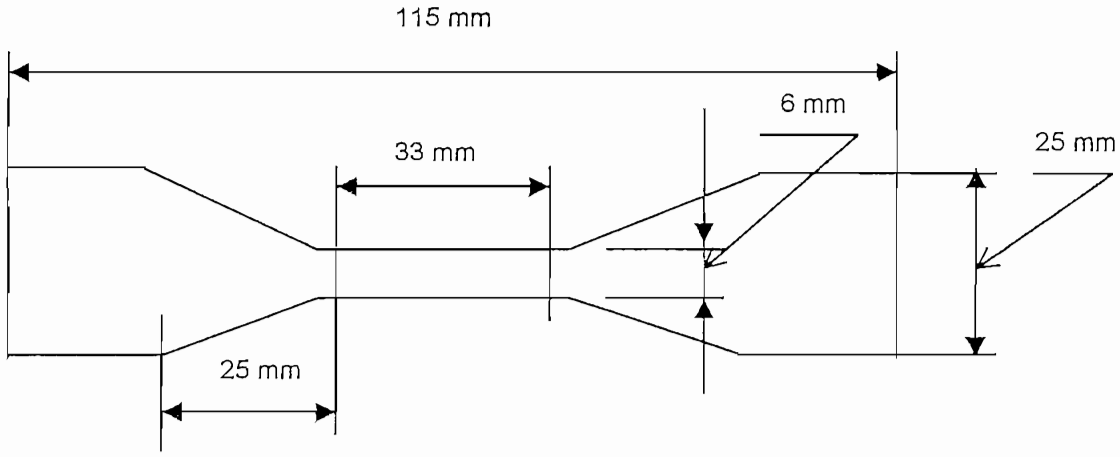


Figura 4.3 Forma Del Troquel Para Elaborar La Probeta De Ensayo (6).

(6) UL – 83 , Standard for Safety Thermoplastic-Insulated Wires and Cables, Tenth Edition, Underwriters Laboratories, 1991.

fabri-cables **Método de Inspección M09**

METODO PARA MEDIR ESPESORES DE AISLAMIENTO Y CHAQUETA

PROPÓSITO

Establecer la metodología para medir espesores de aislamiento y chaqueta.

ALCANCE

Es aplicable a todas las mediciones de espesores para productos aislados y/o enchaquetados en Fabricables.

REFERENCIAS

UL 62, 83

ICEA/NEMA S61-402

EQUIPOS

Pie de Rey

Calculadora

RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Inspector de Proceso ejecutar lo establecido en este documento.

ACTIVIDADES

El Inspector de Proceso toma una muestra representativa del producto aislado o enchaquetado, de 30 cm de longitud aproximadamente.

Saca el alambre o cable del aislamiento o chaqueta y corta uno de los extremos dejando una superficie lo más plana posible.

Con el Pie de rey realiza cuatro (4) mediciones distanciadas 90° entre si, iniciando por la parte más delgada del aislamiento o chaqueta.

Determina el espesor promedio con las mediciones realizadas.

Anota el espesor promedio y el espesor mínimo en un punto en el registro correspondiente.

fabri-cables **Método de Inspección M10**

METODO PARA MEDIR RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

PROPOSITO

Establecer la metodología para medir la resistencia de aislamiento de los alambres y cables aislados con PVC o PE.

ALCANCE

Es aplicable a las mediciones de resistencia de aislamiento a temperatura ambiente, para los conductores de Fabricables.

REFERENCIAS

ICEA/NEMA S 61-402

EQUIPOS

MegaHometro
Termómetro
Flexómetro
Calculadora
Tina de pruebas

RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Inspector de Laboratorio ejecutar lo establecido en este documento.

ACTIVIDADES

El Inspector de Laboratorio toma una muestra de cualquier longitud de cable o alambre terminado.

Se sumerge la muestra en la tina de pruebas la cual contiene agua a temperatura ambiente (entre 10°C y 29°C) , dejando fuera los dos extremos del cable.

Se deja ambientar la muestra por aproximadamente 6 horas.

Conectar el conductor de cobre de la muestra al terminal negativo del megaohmetro y el positivo al terminal la tierra de la tina de pruebas.

Tomar la lectura del megahometro luego de un (1) minuto de mantener electrificada la muestra.

La lectura así obtenida se corrige por unidad de longitud y por temperatura con la siguiente expresión :

$$Ra = \frac{\alpha T \times R \times L}{1000} \qquad (7)$$

donde :

Ra = resistencia de aislamiento en MΩ x Km a 15.6°C.

αT = factor de corrección para ajustar la lectura tomada a una temperatura t a 15.6°C. (tabla 6-13 pag. 56 de ICEA/NEMA S- 61-402).

R = resistencia medida con el megahometro en MΩ.

L = longitud de la muestra en metros.

Calcular el valor de Ra y anotar en el registro respectivo.

(7) ICEA/NEMA S-61-402, Thermoplastic – Insulated Wire and Cable for the Transmission and Distribution of Electrical Energy, 1990.

fabri-cables **Método de Inspección M11**

METODO PARA APLICAR VOLTAJE DE PRUEBA DE CHISPEADO

PROPOSITO

Establecer la metodología para aplicar voltaje de prueba de chispeado durante el proceso de aislamiento y de fraccionamiento.

ALCANCE

Es aplicable a los procesos de aislamiento para los productos de Fabricables.

REFERENCIAS

UL 62,83

ICEA/NEMA S61-402

EQUIPOS

Equipo de voltaje DC de chispeado

RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Operador ejecutar lo establecido en este documento.

Es responsabilidad del Inspector de Proceso supervisar que la aplicación del voltaje de chispeado se realice de acuerdo a lo establecido en este documento.

ACTIVIDADES

El Operador de máquina aplica el voltaje de chispeado especificado para el respectivo producto , a lo largo de todo el proceso de aislamiento o de fraccionamiento, con el objeto de localizar daños en el aislamiento como roturas, cortes, impurezas, etc.

El valor del voltaje de prueba será de acuerdo a la especificación técnica del respectivo alambre o cable.

El Inspector de Proceso verifica el valor del voltaje aplicado durante el proceso y lo anota en el registro correspondiente.

fabri-cables **Método de Inspección M12**

METODO DE PARA DETERMINAR LA RIGIDEZ DIELECTRICA

PROPOSITO

Establecer la metodología para determinar la rigidéz dieléctrica

ALCANCE

Es aplicable para determinar la rigidéz dieléctrica en alambres y cables aislados en Fabricables.

REFERENCIAS

UL 1581

ICEA/NEMA S 61-402

EQUIPO

Equipo de voltaje DC detector de fallas (Hipotronics)

Tina de pruebas

Cuchilla

Cronómetro

RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Inspector de Pruebas Finales realizar las actividades descritas en este documento.

ACTIVIDADES

SEGUN UL 1581

El Inspector de laboratorio toma una muestra de aproximadamente de 22 m, de alambre terminado.

Coloca la muestra enrollada en la tina de prueba , la cual contiene agua a temperatura ambiente.

Mantener la muestra sumergida en el agua durante 6 horas con los extremos del alambre fuera del agua.

Aplicar el voltaje de prueba mientras permanece sumergida la muestra, conectando el terminal positivo, de la fuente de voltaje , al conductor del alambre y el terminal negativo al terminal de tierra de la Tina de Pruebas.

El voltaje de prueba es suministrado por el equipo de voltaje detector de fallas (Hipotronics) cuyo potencial de salida es variable.

La tensión aplicada se incrementa, a una velocidad uniforme, desde cero hasta no menos del 100% del voltaje nominal del cable (600 V) en un tiempo de 60 segundos, ni más de 500 V en un segundo, el incremento de voltaje es hasta lograr el nivel especificado para el respectivo cable.

Si se alcanza el nivel de voltaje de prueba especificado sin llegar a la ruptura del aislamiento, este debe mantenerse por 60 segundos y luego se reduce hasta cero con la misma velocidad del paso anterior, aproximadamente.

Si se produce la ruptura del aislamiento a una tensión menor a la especificada se registra la muestra como " no cumple ".

SEGUN ICEA S 61-402

El Inspector de Laboratorio realiza la prueba en cualquier longitud de cable terminado.

Se aplica el voltaje de prueba entre el conductor o conductores y la pantalla metálica o agua (Para el caso de multiconductores tipo CC, se aplica el voltaje entre cada uno de los conductores).

El voltaje aplicado, según la especificación técnica respectiva , debe aplicarse uniformemente con incrementos no mayores al 100% del voltaje nominal del cable en 10 segundos, ni menores al 100% en 60 segundos.

La duración de la prueba es de 15 minutos para cables con pantalla y 5 minutos para cables sin pantalla.

Si se produce la ruptura del aislamiento a una tensión menor a la especificada se registra la muestra como " no cumple ".

METODO PARA MEDIR LA RESISTENCIA ELECTRICA

PROPOSITO

Establecer la metodología para medir la resistencia eléctrica de alambres y cables.

ALCANCE

Es aplicable a todas las mediciones de resistencia eléctrica de alambres y cables de cobre en Fabricables.

REFERENCIA

ICEA/NEMA S 61-402

ASTM B193

EQUIPOS

Puente doble de Kelvin (Miliohmetro)

Calculadora

Flexómetro

Termómetro

RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Inspector de Laboratorio ejecutar lo establecido en este documento.

ACTIVIDADES

El Inspector de Proceso toma una muestra representativa del alambre o cable de aproximadamente 1.3 m de longitud.

Si es necesario se endereza la muestra , y si se trata de un cable evitar su deformación.

Ajusta la muestra a las mordazas del banco de prueba que tiene exactamente un metro entre mordazas.

Conecta los terminales del Miliohmetro a los extremos de la muestra.

Deja ambientar la muestra por 30 minutos aproximadamente.

Lee y registra el valor que indica el Miliohmetro y la temperatura que marca ese momento el termómetro.

Calcula el factor de corrección por temperatura , cuando la medición se ha realizado a una temperatura diferente a 20°C, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Fc = \frac{1}{1 + \alpha(t - T)} \qquad (8)$$

donde :

Fc = factor de corrección a la temperatura de referencia de 20°C

α = coeficiente de corrección térmica a 20°C para el cobre es de 0.0393 (8)

t = temperatura ambiente al momento de realizar la prueba

T = temperatura de referencia 20°C.

Determinar la resistencia corregida a 20°C de cuerdo a la siguiente expresión :

$$R_{20°C} = R_m \times Fc \qquad (8)$$

donde :

$R_{20°c}$ = resistencia eléctrica corregida a 20°C en Ω

R_m = resistencia eléctrica medida a la temperatura ambiente en Ω, en 1 metro exacto

Fc = factor de corrección por temperatura

Anotar el valor $R_{20°c}$ en el registro correspondiente.

Para cables , el valor de $R_{20°c}$ se multiplica por 1000 para obtener Ω/Km y comparar con los valores de la Tabla 6, del Anexo A .

(8) ASTM B 193, Standard Test Method for RESISTIVITY OF ELECTRICAL CONDUCTORS MATERIALS, ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS, 1987.

fabri-cables **Método de Inspección M14**

METODO PARA INSPECCIONAR REBOBINADO Y APARIENCIA

PROPOSITO

Establecer la metodología para evaluar el rebobinado y la apariencia del alambre o cable.

ALCANCE

Es aplicable a todas las evaluaciones de rebobinado y apariencia de cables y alambres en proceso o como producto terminado en Fabricables.

DEFINICIONES

Evaluar el rebobinado : consiste en la inspección a simple vista o al tacto, para verificar la distribución homogénea del producto en un carreto o rollo.

Evaluar la apariencia : consiste en la inspección a simple vista o al tacto de la apariencia de la superficie del alambre o cable, la cual debe estar libre de imperfecciones o impurezas de acuerdo con las prácticas industriales en uso.

REFERENCIAS

ASTM B1,B3,B8

UL 62,83

ICEA/NEMA S 61-402

EQUIPOS

Inspección visual.

RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Operador de máquina, del Inspector de Proceso ó del Inspector de Pruebas Finales ejecutar lo establecido en este documento.

ACTIVIDADES

El Operador de máquina , el Inspector de Proceso ó el Inspector de Pruebas Finales evalúa el rebobinado y apariencia de acuerdo a las siguientes pautas:

Para el rebobinado los aspectos no deseables son los siguientes:

Hilos cruzados

Hilos sueltos

Acumulación de espiras del producto en uno de los costados

Producto que sobrepasa la capacidad del carreto

Que no presente agua o grasa.

Para la apariencia de conductores desnudos, los aspectos no deseables son los siguientes:

Picaduras

Rayaduras

Ovalado

Fisuras

Para la apariencia de conductores aislados, los aspectos no deseables son los siguientes:

Espinillas

Porosidad

Acumulación de aislante en forma de bolas

Quemaduras

Cráter

Agrietamientos

Decoloración o superficie opaca

Arrugas

Anotar las observaciones realizadas en el registro correspondiente.

fabri-cables **Método de Inspección M15**

METODO PARA INSPECCIONAR LA MARCA

PROPOSITO

Establecer la metodología para evaluar la marca

ALCANCE

Es aplicable a todas las evaluaciones de la marca sobre el aislamiento de los alambres y cables de Fabricables.

EQUIPOS

Inspección visual

RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Operador de máquina , del Inspector de Proceso o del Inspector de Pruebas Finales ejecutar lo establecido en este documento.

ACTIVIDADES

El Operador de máquina, el Inspector de Proceso ó el Inspector de Pruebas Finales verifica la calidad de la marca, inspeccionando visualmente la marca, para lo cual comprueba lo siguiente:

Que la marca sobre el producto sea igual a calibre AWG real del cable.

Los aspectos no deseables son los siguientes:

Marca ilegible

Aislamiento o chaqueta manchada de tinta

Marca desplazada , cortando las letras

Anota las observaciones realizadas en el registro correspondiente.

4.8 PROCEDIMIENTO PARA APLICAR TECNICAS ESTADISTICAS

4.8.1 PROPOSITO

Identificar las técnicas estadísticas utilizadas en los procesos de fabricación y establecer los mecanismos para realizar y controlar su aplicación.

4.8.2 ALCANCE

Este procedimiento es aplicable para medir, analizar y controlar los procesos de fabricación de conductores eléctricos en Fabricables.
Además es aplicable para desarrollar Planes de Mejoramiento Continuo.

4.8.3 DEFINICIONES

Histograma

Diagrama en forma de barras, de un grupo de datos, que permite tomar decisiones sobre ellos.
Responde las siguientes preguntas:
Cuál es la forma de la distribución de los datos ?
Cuál es la relación con las especificaciones del producto ?
Se requiere de un cambio en el proceso ?

Las limitaciones del histograma son las siguientes:
Indica una situación posterior al proceso , es decir no tiene carácter preventivo.
Se requiere de un número de datos relativamente grande.
No se puede diferenciar si las causas de las variaciones son comunes o especiales.
No indica si un proceso es estable o inestable.

Gráficos de Control por Variables

Es un gráfico que sirve para examinar si un proceso se encuentra bajo control.

El proceso está bajo control si se verifica que las causas de la variación son comunes o naturales y se puede hacer inferencias con relación al proceso.

El proceso no está bajo control si se verifica que las causas de la variación son especiales o asignables y no se pueda predecir un comportamiento futuro.

Las ventajas de un gráfico de control son las siguientes:

Determina si el proceso se encuentra o no bajo control.

Predice el comportamiento del proceso en el tiempo

Indica si un proceso ha mejorado o empeorado.

Se puede diferenciar las causas comunes de las causas especiales que originan variaciones del proceso.

Curva de Distribución Normal

Es un gráfico del proceso cuando se tiene solamente variaciones comunes o naturales, y tales variaciones se encuentran distribuidas dentro de límites fijos , según la Curva de Probabilidad Normal.

La distribución de probabilidad normal se caracteriza por la media μ , que indica la tendencia central , y por la desviación típica σ que expresa la dispersión. Estos símbolos se usan para la distribución matemática. En la práctica la distribución se estima sobre mediciones . En éstos casos la media se representa por $\overline{X}$ y la desviación típica por **s** o σ'.

Por medio de tablas se conoce el porcentaje de probabilidad comprendido entre dos valores , a esta área se la conoce como el valor Z.

Z = número de desviaciones estándar a partir de el valor promedio $\overline{X}$.

$\overline{X} \pm 1\sigma = 68.27\ \%$

$\overline{X} \pm 2\sigma = 95.45\ \%$

$\overline{X} \pm 3\sigma = 99.73\ \%$

El 68.27 % de la población está comprendida entre $-\ \sigma$ y $+\ \sigma$

El 95.45 % de la población está comprendida entre -2σ y $+2\sigma$

El 99.73 % de la población está comprendida entre -3σ y $+3\sigma$

4.8.4 RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Jefe de Control de Calidad vigilar la aplicación del presente documento. Además debe determinar y coordinar la implementación de las técnicas estadísticas que crea necesarias, cuando se aplique.

El Jefe de Control de Calidad es responsable de procesar estadísticamente la información obtenida.

4.8.5 ACTIVIDADES

El Jefe de Control de Calidad determina la técnica estadística aplicable a los procesos y en cada caso que se requiera. En forma general la aplicación se hace según el cuadro 4.3

4.8.6 APLICACION DE LAS TECNICAS ESTADISTICAS

El Jefe de Control de Calidad aplicará la(s) técnica(s) estadísticas según los procedimientos establecidos en el Capítulo 3.

TECNICA ESTADISTICA	CASO APLICABLE
Histograma	Para ver gráficamente la distribución de los datos
Carta de control por variables	Para determinar si el proceso está o no bajo control
Distribución normal	Para conocer la media y desviación estándar del proceso. Para conocer la probabilidad que tienen los datos reales de cumplir con los límites de control establecidos.

Tabla 4.3 Aplicación General De Las Técnicas Estadísticas

El Jefe de Control de Calidad toma las decisiones que considere idóneas para mejorar o mantener el comportamiento de la variable en estudio , en base a la información que se disponga.

El jefe de Control de Calidad presenta al Jefe de Producción los resultados obtenidos y cuando sea necesario presenta al Gerente General y acuerdan un plan de acción.

El Jefe de Control de Calidad diseña e implementa los planes de acción acordados y sus resultados son nuevamente presentados y analizados por el Jefe de Producción y el Gerente General.

4.9 PROCEDIMIENTO DE ACEPTACION Y RECHAZO

Se establece la metodología para control, identificación y disposición de materias primas y productos aprobados o rechazados.

4.9.1 DEFINICIONES

Aprobado

Materia prima, producto en proceso o producto terminado, que cumple con los requisitos establecidos en la respectiva Instrucción de Inspección. El material que ha sido aprobado se identifica con la tarjeta de APROBADO del anexo C, o por la firma del Inspector de Control de Calidad en la Tarjeta de Identificación del Producto del anexo C, en la sección de APROBADO.

Rechazado

Materia prima, producto en proceso o producto terminado que no cumple con los requisitos establecidos en la respectiva especificación técnica. El material que ha sido rechazado se identifica con la tarjeta de RECHAZO del Anexo C.

Reparación

Disposición que se emite para que la materia prima o producto que ha sido rechazado, pero que pueda volver, mediante alguna acción, a tener condición de aprobado.

Reproceso

Cuando a la materia prima o al producto no puede ser reparado , pero con un tratamiento adecuado puede volver a ser procesado nuevamente.

Chatarra

Cuando la materia prima o el producto es desechado.

Negociación con el proveedor

Mecanismo mediante el cual se devuelve, cambia o negocia una compensación o substitución de una materia prima que ha sido rechazada.

Negociación con el cliente

Productos aceptados con o sin reparación, previa negociación con el cliente.

4.9.2 REFERENCIAS

Especificaciones Técnicas

Instrucciones de Inspección

Métodos de Inspección

4.9.3 RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad del Jefe de Control de Calidad y Jefe de Producción vigilar el cumplimiento de lo establecido en este documento.

Es responsabilidad del los Inspectores de Calidad supervisar y ejecutar lo establecido en este documento.

Es responsabilidad del departamento de compras, bodeguero de materia prima y operador de máquina ejecutar lo establecido en este documento.

4.9.4 AUTORIDAD

Cualquier persona del departamento de Control de Calidad tiene la autoridad para colocar, sobre las materias primas o productos, las tarjetas de Aprobado o Rechazado.

Ninguna persona del departamento de producción, incluyendo el Jefe de Producción, tiene autoridad para cambiar o desprender una tarjeta, sea esta de Aceptado o Rechazado.

Una vez que se haya tomado una disposición , solamente con autorización del Jefe de Control de Calidad se puede desprender una tarjeta de Rechazo.

4.10 PROCEDIMIENTO PARA CANALIZAR RECLAMOS DE CALIDAD

4.10.1 PROPOSITO

Establecer la metodología para canalizar los reclamos de calidad de los clientes

4.10.2 ALCANCE

Aplicable a los alambres y cables de cobre fabricados en Fabricables.

4.10.3 DEFINICIONES

Se aplican las definiciones establecidas en el Procedimiento de Aceptación y Rechazo.

4.10.4 RESPONSABILIDADES

El Jefe de Control de Calidad, el Jefe de Ventas, el Jefe de Producción son responsables de vigilar el cumplimiento de este documento.

Los Inspectores de Control de Calidad y un representante del Jefe de Ventas son responsables de ejecutar lo establecido en este documento.

4.10.5 ACTIVIDADES

Cualquier persona del Departamento de Ventas, recibe el reclamo del cliente y llena el formulario "RECLAMO DE CALIDAD" del Anexo C.

El Jefe de Ventas aprueba el Reclamo y lo entrega una copia al Gerente General y otra al Jefe de Control de Calidad.

El Jefe de Control de Calidad se pone en contacto con el cliente, máximo al siguiente día laborable de recibido el formulario, y recaba la información que crea necesaria para resolver el reclamo.

El Jefe de Control de Calidad inspecciona el cable en cuestión, en el sitio que determine el cliente, o envía a un Inspector de Control de Calidad, cuando lo crea conveniente.

Luego de analizar los datos obtenidos, el Jefe de Control de Calidad , responde en el mismo formulario de reclamo, la decisión final . Entrega una copia al Jefe de Ventas y otra copia al Gerente General.

El Jefe de Control de Calidad es responsable de dar seguimiento a la disposición final del reclamo del cliente.

El Departamento de Control de Calidad es responsable de mantener archivados todos los reclamos de clientes que se presenten.

El Jefe de Control de Calidad en base a los reclamos de calidad de los clientes, diseña e implementa un plan de acción para eliminar o disminuir las causas que originaron esos reclamos.

CAPITULO 5

5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones que se derivan de este proyecto de tesis son las siguientes :

a) El Manual de Control de Calidad, elaborado para Fabricables, es una guía que permite sistematizar la gestión de Calidad de la Empresa, y documentar los resultados de pruebas y ensayos de los procesos de fabricación, asegurando al cliente que los productos terminados satisfacen las Especificaciones Técnicas definidas en dicho Manual.

b) La verdadera utilidad del Manual de Control de Calidad, desarrollado en este proyecto de tesis, es que luego de su implementación, tenga un uso diario y permanente. Pero es necesario aclarar que la sola implementación del Manual no significa que se mejorará la calidad de inmediato ni en el mediano plazo, porque un manual sirve básicamente para evaluar la calidad. La mejora de la calidad proviene de las futuras acciones que se tomen en base a los datos proporcionados con la implementación del Manual de Control de Calidad.

c) La implementación del Manual de Control de Calidad para Fabricables, sugiere cambios en el sistema administrativo de la planta industrial de la Empresa, en el sentido de que se requiere la creación del puesto de Jefe de Control de Calidad, quien será responsable por mantener y mejorar este Manual, además de los Inspectores de Calidad. El costo que representa estos cambios deberán ser evaluados contra las ventajas que se lograrán, cuando a través de Manual, se tengan datos que permitan diseñar planes de mejora de la calidad.

d) En el Manual de Control de Calidad elaborado para Fabricables, los Métodos de Inspección de pruebas y ensayos, son elaborados en base a la experiencia y cumpliendo los requisitos de las normas técnicas aplicadas.

e) Las técnicas estadísticas que se aplican , permiten entender mejor los problemas de calidad de los procesos de fabricación y proporcionan los datos necesarios para que las acciones que se tomen estén correctamente orientadas a resolver esos problemas.

Finalmente las recomendaciones son:

a) Para tener el éxito esperado, en los resultados de la implementación del Manual de Control de Calidad de Fabricables, se recomienda que su implementación está fuertemente liderada por el Gerente General de la Empresa , porque el apoyo de la máxima autoridad al Manual en particular y a la gestión de calidad en general, será percibido por todos los empleados de la Empresa, quienes al final son los que producen la calidad.

b) Se recomienda que antes de implementar el Manual de Control de Calidad, en Fabricables, se realice un programa de capacitación en Control de Calidad, para todo el personal de la Empresa, en los que necesariamente deben incluirse a los operadores de máquinas, bodegueros, mecánicos, jefe de producción, asistentes de producción y por supuesto a todo el personal de control de calidad.

El tema básico de la capacitación será el manejo y comprensión del Manual de Control de Calidad, y se recomienda la participación activa del Gerente General. El personal de Control de Calidad, debe recibir una capacitación especial y permanente sobre los principales temas del Control de Calidad.

c) Se recomienda tomar al Manual de Control de Calidad, desarrollado en esta tesis, como el primer sistema documentado para que en el futuro inmediato, se desarrolle los sistemas que involucren a todos los departamentos de la Empresa en la Gestión de la Calidad. Para fijar como gran objetivo la implementación de un Sistema Total de Calidad, bajo los parámetros de las Normas *ISO 9000*.

d) Se recomienda tener permanentemente actualizado el Manual de Control de Calidad de Fabricables. Esta actualización se enfocará principalmente a los procedimientos internos de la Empresa y cuando ocurran cambios en las especificaciones técnicas de los conductores eléctricos, o exigencias de las normas nacionales.

Otro punto importante de actualización son los planes de muestreo, los cuales para el inicio, son de Nivel General tipo II, y dependiendo de los niveles de calidad que se logren posteriormente , estos planes deben cambiar según se explica en la norma MIL – STD – 105D.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

JURAM J.M., Quality Control Manual, Mc Graw Hill, London 1974

JARA R.H., La Gestión Moderna de la Calidad, CEFE, Quito 1987

SANDHOLM LENNART, Control Total de la Calidad en la Empresa, Centro de Comercio Internacional UNCTAD/GATT, Ginebra 1986

PYZDEK THOMAS, What Every Engineer Should Know About Quality Control, ASQC Quality Press 1988 ISBN 0-8247-7966-5

RELYEA DOUGLAS B., Practical Application of SPC in the Wire & Cable Industry, QR, New York 1990 ISBN 0-527-91643-9

DOMINGUEZ E., Tesis de Grado, Implementación del Sistema de Administración de Calidad Mediante Estándares Internacionales ISO 9000, Aplicables a una Empresa de Productos o Servicios, EPN 1999

NAJERA F., Tesis de Grado, Sistema de Aseguramiento de Calidad en Base a Normas ISO 9000 Para La Empresa Productora y comercializadora, Aplicación a la Empresa HidroPLASTRO/RIGOPLAS, EPN 2000

ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS, SECTION 2, Nonferrous Metals Products, 1987.

ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS, SECTION 2, VOL. 02.03, Nonferrous Metals Products, 1998

ICEA/NEMA, Thermoplastic-Insulated Wire and Cable for the Transmission and Distribution of Electrical Energy, National Electrical Manufacturers, NY 1990. ICEA/NEMA S-61-402

UL, Standard for Safety Thermoplastic – Insulated Wires and Cables, Tenth Edition, Underwriters Laboratories Inc., 1991 , UL-62, UL-83.

NORMA TECNICA ECUATORIANA, EL 02.02-301Materiales Metálicos Para Uso Eléctrico Determinación De La Resistividad Volumétrica, INEN 332, 1978-02

NORMA TECNICA ECUATORIANA, EL 02.02-402, Alambre De Cobre Desnudos De Sección Circular Para Uso Eléctrico, INEN 333, 1978-02.

NORMA TECNICA ECUATORIANA , EL 02.02-404 , Alamabrón De Cobre Electrolítico, INEN 334, 1978-02.

SAMPLIN PROCEDURES AND TABLES FOR INSPECTION BY ATTRIBUTES,MIL-STD-105D, 1963, Fuente : Pyzdek Thomas.

ASTM D 3636 , Standard Practice For SAMPLING AND JUDGING QUALITY OF SOLID ELECTRICAL INSULATING MATERIALS . ASTM VOLUME 10.02

PROYECTO DE NORMA TECNICA COLOMBIANA - CA2.009 / 92. Sociedad Ecuatoriana de Control de Calidad

ANEXO A

TABLAS DE VALORES DE LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS

TABLA No. 1

DIAMETROS DEL ALAMBRON DE COBRE Y VARIACION PERMITIDA

Diámetro Nominal (mm)	Variación Permitida (mm)
6.4	+0.51 y - 0.25
Sobre 6.4 hasta 19 incluido	± 0.38

TABLA No. 2
DIAMETROS NOMINALES, RESISTENCIA A LA TRACCION Y ALARGAMIENTO PARA ALAMBRE DURO

Diámetro Nominal mm	Calibre AWG	Esfuerzo de tracción Kgf/mm² Min.	Alargamiento % Min.en 250 mm
5.189	4	42.318	1.7
4.620	5	42.828	1.6
4.115	6	43.848	1.5
3.665	7	44.358	1.3
3.264	8	44.868	1.3
2.906	9	45.378	1.2
2.588	10	45.378	1.2
2.304	11	45.887	1.1
2.052	12	46.397	1.1
1.829	13	46.397	1.1
1.628	14	46.397	1.0
1.450	15	46.907	1.0
1.290	16	46.907	1.0
1.151	17	46.907	1.0
1.024	18	46.907	1.0

VARIACION DE DIAMETRO PERMITIDA : ± 1% DEL VALOR NOMINAL

Tabla 1 : Fuente ASTM – B49 Standard Specification for HOT-ROLLED COPPER REDRAW ROD FOR ELECTRICAL PURPOSES . ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS, SECTION 2, Nonferrous Metals Products, 1987
Tabla 2: Fuente ASTM – B1 Standard Specification for HARD – DRAWN COPPER WIRE. ASTM SECTION 2 1987

TABLA No. 3
REQUERIMIENTOS DE CABLES DE COBRE CABLEADO CONCENTRICO

Area MCM	Calibre AWG	Area Nominal mm²	Clase A		Clase B	
			Número de Hilos	Diametro de cada hilo mm	Número de hilos	Diámetro de cada hilo mm
500.0	——	253.35	37	2.95	37	2.95
400.0	——	202.70	19	3.69	37	2.64
350.0	——	177.35	19	3.45	37	2.47
300.0	——	152.00	19	3.19	37	2.29
250.0	——	126.70	19	2.91	37	2.09
211.6	4/0	107.20	7	4.42	19	2.68
167.8	3/0	85.03	7	3.93	19	2.39
133.1	2/0	67.40	7	3.50	19	2.13
105.6	1/0	53.50	7	3.12	19	1.89
66.3	2	33.63	7	2.47	7	2.47
41.7	4	21.15	7	1.96	7	1.96
26.2	6	13.30	——	——	7	1.55
16.5	8	8.36	——	——	7	1.23

VARIACION EN AREA PERMITIDA : MINIMO 90% DEL VALOR NOMINAL

Tabla 3 : Fuente : ASTM – B8 Standard Specification for CONCENTRIC –LAY –STRANDED COPPER CONDUCTORS HARD, MEDIUM HARD, OR SOFT . ASTM SECTION 2. VOL 02.03', 1998

TABLA No. 4
DIAMETROS NOMINALES Y REQUERIMIENTOS DE ALARGAMIENTO
PARA ALAMBRES DE COBRE SUAVE

Diámetro Nominal mm	Calibre AWG	Alargamiento % Min.en 250 mm	Resistencia CC Máxima a 20 °C Ohm/Km
5.189	4	30	0.81532
4.620	5	30	1.0279
4.115	6	30	1.2963
3.665	7	30	1.6345
3.264	8	30	2.0611
2.906	9	30	2.5988
2.588	10	25	3.2773
2.304	11	25	4.134
2.052	12	25	5.2102
1.829	13	25	6.5718
1.628	14	25	8.2845
1.450	15	25	10.4467
1.290	16	25	13.1764
1.151	17	25	16.6149
1.024	18	25	20.9491
0.912	19	25	26.4153
0.813	20	25	33.3021
0.724	21	25	41.9968
0.643	22	25	52.9553
0.574	23	25	66.8011
0.511	24	20	84.2232
0.455	25	20	106.2059
0.404	26	20	133.8956
0.361	27	20	168.873
0.32	28	20	212.9369
0.287	29	20	268.517
0.254	30	15	338.5992

VARIACION DE DIAMETRO PERMITIDA : ± 1 % DEL VALOR NOMINAL

Tabla 4 : Fuente : ASTM – B3 , Standard specification for SOFT OR ANNEALED COPPER WIRE, ASTM SECTION 3 , VOL 02.03, 1998

Fuente de Valores de Resistencia CC : MANUAL ELECTRICO CONELEC, Tercera edición , Impredit, S.A. de C.V., México 1981.

TABLA No. 5
ESPESORES DE AISLAMIENTO Y VOLTAJES DE PRUEBA

PARA ALAMBRES Y CABLES TIPO TW

Calibre del CONDUCTOR	Espesores mínimos		Voltaje de prueba de Chispeado KV D.C.
	Promedio mm	En un punto mm	
14 al 10 AWG	0.76	0.69	7.50
8 AWG	1.14	1.02	10.00
6 al 2 AWG	1.52	1.37	10.00
1/0 al 4/0 AWG	2.03	1.83	12.50
250 al 500 MCM	2.41	2.18	15.00

PARA CABLES TIPO TTU

Voltaje de Servicio Voltios	Calibre del Conductor AWG ó MCM	Espesor de aislación Mínimo		Voltaje de prueba de chispeado KV D.C.	Espesor de Chaqueta PVC mínimo mm
		Promedio mm	En un punto mm		
601 – 2000	14 – 10	1.14	1.03	10.5	0.38
	8 – 2	1.40	1.26	16.5	0.76
	1/0 - 4/0	1.65	1.49	21.0	1.14
	250 - 500	1.90	1.71	24.0	1.65

PARA CABLES FLEXIBLES TIPO TFF

Calibre del Conductor	Espesores mínimos en mm		Voltaje de prueba de Chispeado KV D.C.
	Promedio	En un punto	
10 - 14 AWG	1.14	1.02	6.00
16 - 20 AWG	0.76	0.69	6.00

ESPESORES DE AISLAMIENTO PARA CABLES PARALELOS TIPO SPT

Calibre del Conductor	Espesores mínimos en mm		Distancia entre Conductores (mm)	Voltaje de prueba de chispeado KV D.C.
	Promedio	En un punto		
18 – 16	1.14	1.02	1.02	1.02
14	2.03	1.83	1.37	1.37
12	2.41	2.18	1.37	1.37
10	2.79	2.51	1.37	1.37

Tabla 5 ; Fuente : UL 62 and UL 83,Standard for Safety Thermoplastic – Insulated Wires and Cables. *Tenth Edition* , Underwriters Laboratories Inc. 1991.

ICEA/NEMA S-61-402, Thermoplastic – Insulated Wire and Cable for the Transmission and Distribution of Electrical Energy, National Electrical Manufacturers Association, NY 1990

TABLA No. 6
RESISTENCIA ELECTRICA PARA CABLES DESNUDOS CABLEADO CONCENTRICO

Calibre del Conductor AWG	Area nominal mm²	Resistencia Eléctrica nominal a 20 °C C.C. Ohm/Km
500	253.35	0.0695
400	202.71	0.0866
350	177.35	0.0991
300	152.00	0.1160
250	126.64	0.1390
4/0	107.23	0.1640
3/0	85.03	0.2070
2/0	67.42	0.2610
1/0	53.48	0.3280
2	33.63	0.5220
4	21.15	0.8300
6	13.30	1.3200
8	8.37	2.1000

VARIACION PERMITIDA DE RESISTENCIA ELECTRICA : MAXIMO 2 % DEL VALOR NOMINAL

Tabla 6 : Fuente : ASTM –B8 , Standard Specification for CONCETRIC - LAY- STRANDED COPPER CONDCUTORS HARD, MEDIUM HARD, OR SOTF, ASTM SECTION 2, VOL. 02.03, 1998

TABLA No. 7
PROPIEDADES FISICAS DEL AISLAMIENTO DE PVC EN ALAMBRES Y CABLES TIPO TW

Tratamiento de la muestra	Elongación a la rotura mínima	Resistencia a la tracción mínima
Sin envejecer	100 % (en 25mm)	1.05 Kg/mm²
Envejecida en horno con circulación forzada de aire por 168h a 121±1 °C	65 % del resultado de especímenes sin envejecer	65% del resultado sin envejecer

PROPIEDADES FISICAS DEL AISLAMIENTO DEL P.E. PARA CABLES TIPO TTU

Condición	Unidad	Valor Mínimo
Estado inicial		
Resistencia a la tracción	Kgf/mm²	0.98
Elongación a la rotura	%	350
Envejecidas en aire a 100 °C por 48 horas		
Resistencia a la tracción	% del valor estado inicial	75
Elongación a la rotura	% del valor estado inicial	75

PROPIEDADES FISICAS DEL AISLAMIENTO DE PVC PARA CABLES TIPO TFF Y SPT

Tratamiento de la muestra	Elongación a la rotura mínima	Resistencia a la tracción mínima
Sin envejecer	100 % (en 25mm)	1.05 Kg/mm²
Envejecida en horno con circulación forzada de aire por 168h a 100 ±1 °C	65 % del resultado de especímenes sin envejecer	75% del resultado sin envejecer

PROPIEDADES FISICAS DEL AISLAMIENTO Y CHAQUETA DE PVC PARA CABLES TIPO CC (*)

Condición	Unidad	Valor Mínimo
Estado inicial		
Resistencia a la tracción	Kgf/mm²	1.05
Elongación a la rotura	%	100
Envejecidas en aire a 100 °C por 168 horas		
Resistencia a la tracción	% del valor estado inicial	65
Elongación a la rotura	% del valor estado inicial	65/45*

* Para calibres 6 AWG y mayores las probetas deben ser pulidas

Tabla 7 : Fuente : ICEA S-61-402 , Section 3.7.1 Physical and Aging requirements for PVC. Section 3.9.1, Physical and Aging Requirements fro PE

TABLA No.8
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO MINIMA A 15.6 °C EN Mega Ohm/Km

Calibre del conductor	Alambres y cables tipo TW
14 AWG	45
12	40
10	35
8	35
6	35
4	30
2	25
1/0	25
2/0	25
3/0	20
4/0	20
250 MCM	20
300	20
350	20
400	15
500	15

Tabla 8 : Fuente : UL 83 , Standard for Safety Thermoplastic –Insulated Wires and Cables , Tenth Edition, Underwriters Laboratories Inc., 1991.

TABLA No. 9
CONSTRUCCION DE CABLES FLEXIBLES DE COBRE CABLEADO TIPO BUNCHADO

Calibre del conductor AWG	Clase J Mínimo número de alambres 28 AWG (0.32 mm)	Area Nominal mm²
10	65	5.26
12	41	3.31
14	26	2.80
16	16	1.31
18	10	0.82
20	7	0.51

Variación de área permitida : mínimo el 98 % del valor nominal

TABLA No. 10
MAXIMA LONGITUD DE PASO DEL CABLEADO TIPO BUNCHADO

Calibre del conductor AWG	Diámetro nominal mm	Longitud máxima del paso de cableado mm
10	3.00	63.5
12	2.36	50.80
14	1.88	41.15
16	1.50	31.75
18	1.19	25.40
20	0.94	25.40

TABLA No. 11
CONSTRUCCION DE CABLES MULTICONDUCTORES CONCENTRICOS TIPO CC

Número de conductores en el cable	Factores para máxima longitud del paso de cableado
2	30 veces el diámetro del conductor individual
3	35 veces el diámetro del conductor individual
4	40 veces el diámetro del conductor individual
5 ó más	15 veces el diámetro del conductor ensamblado

La dirección del cableado será de sentido IZQUIERDO

Tabla 9 y tabla 10 : Fuente : ASTM-B 174, Standard Specification for BUNCH-STRANDED COPPER CONDUCTORS , ASTM SECTION 2, VOL. 02.03 , 1998

Tabla 11 : Fuente : ICEA/NEMA S-61-402, Section 5 , Assembly, fillers, and conductor identificaction

TABLA No. 12
EPESORES DE AISLAMIENTO Y VOLTAJES DE PRUEBA PARA CABLES TIPO CC

Voltaje de servicio V	Calibre del conductor	Espesor de aislamiento		Rigidéz dieléctrica KV DC	Chispeado KV DC
		Promedio mínimo mm	Min. en un punto mm		
0 – 600	20 - 16 AWG	0.76	0.68	3.0	3.0
	14 –10	1.14	1.03	9.0	7.5
	8 - 2	1.52	1.37	10.5	10.5
	1/0 - 4/0	2.03	1.83	12.0	12.0
	250 - 500 MCM	2.41	2.17	15.0	15.0

TABLA No. 13
ESPESOR DE LA CHAQUETA DE PVC PARA CABLES TIPO CC

Diámetro calculado del cable bajo la chaqueta. mm	Espesor de aislamiento mínimo mm
10.8 ó menos	1.14
10.82 a 17.78	1.52
17.81 a 38.10	2.03
38.13 a 63.50	2.79
63.53 y mayores	3.56

Tabla 12 y tabla 13 : Fuente : ICEA/NEMA S-61-402, Thermoplastic-Insulated Wire and Cable for the Transmission and Distribution of Electrical Energy, National Electrical Manufacturers , NY 1990

ANEXO B

TABLAS PARA PLANES DE MUESTREO

Tabla 1: Porcentaje de probabilidad de la distribución normal

Tabla 2 : Sample Size Code Letters (table I)

Tabla 3 : Simple Sampling Plans (table II)

Tabla 1

Tabla V. Porcentaje de probabilidad fuera de la distribución normal

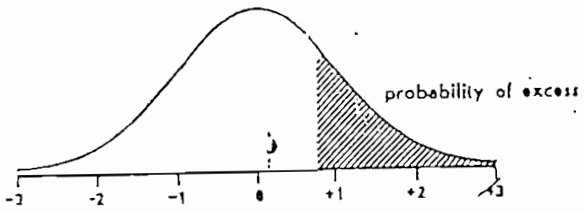


Table of the cumulative normal distribution

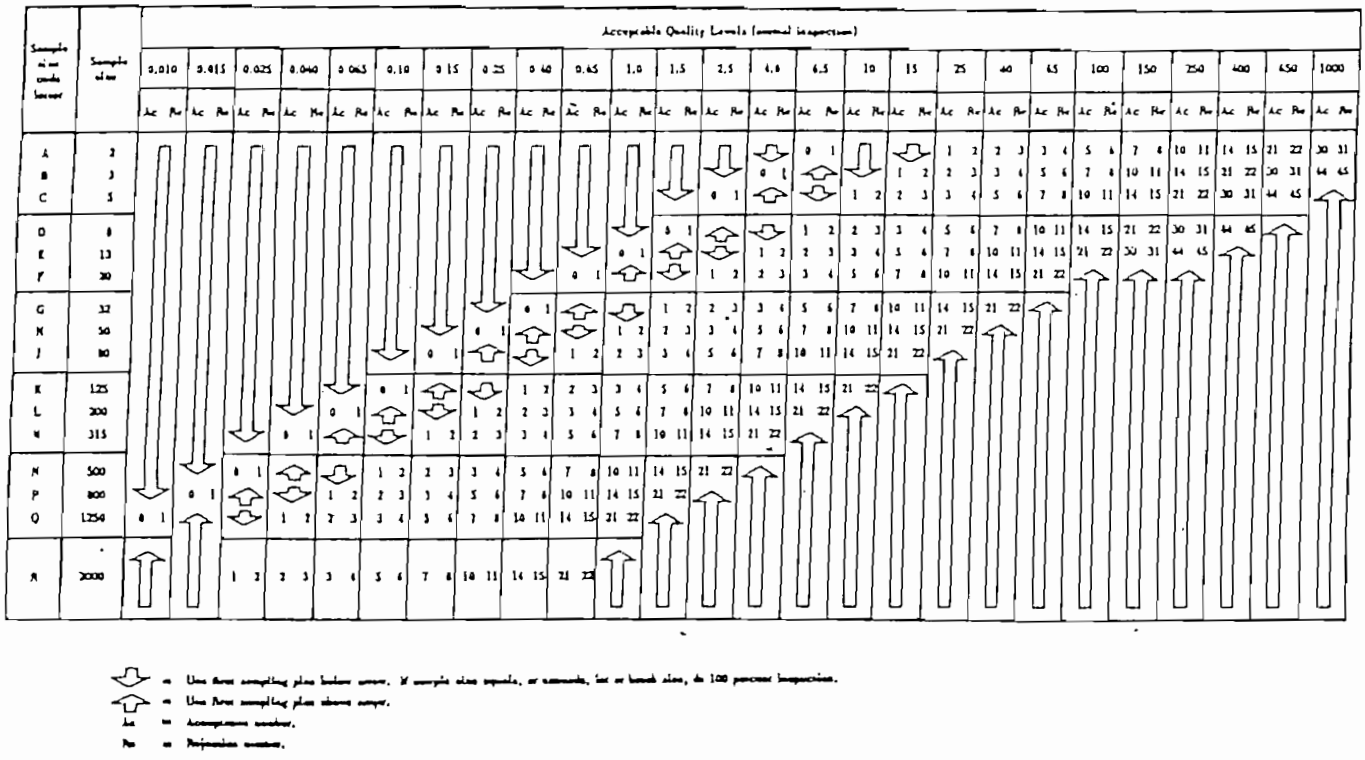
Z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	5000	4960	4920	4880	4840	4801	4761	4721	4681	4641
0,1	4602	4562	4522	4483	4443	4404	4364	4325	4286	4247
0,2	4207	4168	4129	4090	4052	4013	3974	3936	3897	3859
0,3	3821	3783	3745	3707	3669	3632	3594	3557	3520	3483
0,4	3446	3409	3372	3336	3300	3264	3228	3192	3156	3121
0,5	3085	3050	3015	2981	2946	2912	2877	2843	2810	2776
0,6	2743	2709	2676	2643	2611	2578	2546	2514	2483	2451
0,7	2420	2389	2358	2327	2296	2266	2236	2206	2177	2148
0,8	2119	2090	2061	2033	2005	1977	1949	1922	1891	1867
0,9	1841	1814	1788	1762	1736	1711	1685	1660	1635	1611
1,0	1587	1562	1539	1515	1492	1469	1446	1423	1401	1379
1,1	1357	1335	1314	1292	1271	1251	1230	1210	1190	1170
1,2	1151	1131	1112	1093	1075	1056	1038	1020	1003	0985
1,3	0968	0951	0934	0918	0901	0885	0869	0853	0838	0823
1,4	0808	0793	0778	0764	0749	0735	0721	0708	0694	0681
1,5	0668	0655	0643	0630	0618	0606	0594	0582	0571	0559
1,6	0548	0537	0526	0516	0505	0495	0485	0475	0465	0455
1,7	0446	0436	0427	0418	0409	0401	0392	0384	0375	0367
1,8	0359	0351	0344	0336	0329	0322	0314	0307	0301	0294
1,9	0287	0281	0274	0268	0262	0256	0250	0244	0239	0233
2,0	0228	0222	0217	0212	0207	0202	0197	0192	0188	0183
2,1	0179	0174	0170	0166	0162	0158	0154	0150	0146	0143
2,2	0139	0136	0132	0129	0125	0122	0119	0116	0113	0110
2,3	0107	0104	0102	0099	0096	0094	0091	0089	0087	0084
2,4	0082	0080	0078	0075	0073	0071	0069	0068	0066	0064
2,5	0062	0060	0059	0057	0055	0054	0052	0051	0049	0048
2,6	0047	0045	0044	0043	0041	0040	0039	0038	0037	0036
2,7	0035	0034	0033	0032	0031	0030	0029	0028	0027	0026
2,8	0026	0025	0024	0023	0023	0022	0021	0021	0020	0019
2,9	0019	0018	0018	0017	0016	0016	0015	0015	0014	0014
3,0	0013	0013	0013	0012	0012	0011	0011	0011	0010	0010
3,1	0010	0009	0009	0009	0008	0008	0008	0008	0007	0007
3,2	0007	0007	0006	0006	0006	0006	0006	0005	0005	0005
3,3	0005	0005	0005	0004	0004	0004	0004	0004	0004	0003
3,4	0003	0003	0003	0003	0003	0003	0003	0003	0003	0002

Fuente: "TABLES AND MONOGRAMES" BIE

Fuente : JARA R.H.,La Gestión Moderna de la Calidad, CEFE, Quito 1987

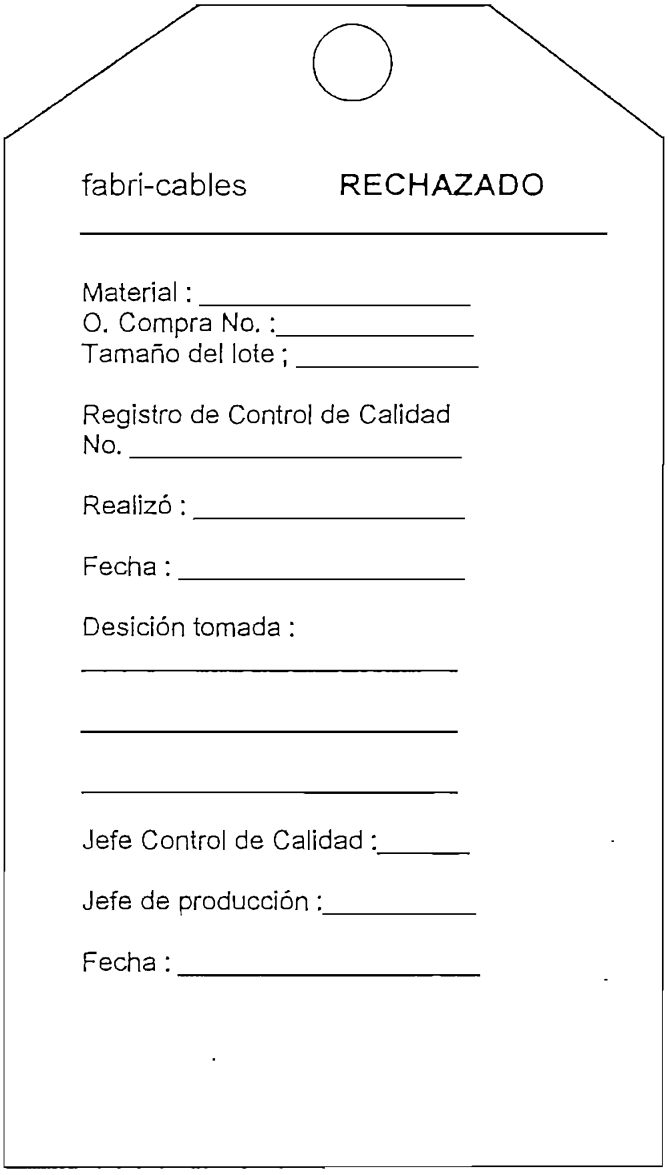
Tabla 3

Table II Single Sampling Plans for Normal Inspection (Master Table).



Fuente : ASTM D 3636, Standard Practice for SAMPLING AND JUDGING QUALITY OF SOLID ELECTRICAL INSULATED MATERIALS. ASTM VOLUME 10.2

Tarjeta de Aprobado



Tarjeta de Rechazo

Tarjeta de Identificación del Producto

fabri-cables **REGISTRO DE CONTROL DE CALIDAD**

REGISTRO No. _____

MATERIAL : _____

INSPECCION REALIZADA :

_____.

METODO DE INSPECCION : _____

INSPECCION	VALORES ESPECIFICADOS	VALORES REALES	CUMPLE	NO CUMPLE

Realizó : _____ Aprobó : _____

Fecha : _____

Registro de Control de Calidad