



---

Gerencia de Sector Estudios y Proyectos  
Área Trasmisión

---

## **PARTE IV**

# **LINEAS AÉREAS DE EAT Y AT**

**INDICE**

<b>1.</b>	<b>CAPITULO 1 - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES .....</b>	<b>9</b>
1.1.	OBJETO .....	9
1.2.	ALCANCE DE LAS OBRAS .....	9
1.2.1.	GENERALIDADES .....	9
1.2.2.	INGENIERÍA Y DISEÑO .....	10
1.2.3.	OBRAS .....	11
1.3.	ALCANCE DEL PROYECTO ENTREGADO POR UTE .....	11
1.4.	ANTECEDENTES TECNICOS PARA LOS SUMINISTROS.....	11
1.5.	TRANSPORTE.....	12
1.5.1.	GENERAL .....	12
1.6.	PRESCRIPCIONES GENERALES PARA SUMINISTROS.....	13
1.6.1.	NORMAS .....	13
1.6.2.	EMBALAJE Y EMBARQUE .....	13
1.6.3.	REPUESTOS Y ACCESORIOS.....	15
1.6.4.	GARANTÍA DE SUMINISTROS .....	15
1.7.	ENSAYOS EN FÁBRICA.....	16
1.7.1.	GENERALIDADES .....	16
1.7.2.	ENSAYOS DE RUTINA Y MUESTREO.....	17
1.7.3.	ENSAYOS DE TIPO.....	17
1.8.	OFICINAS PARA CONTRALOR DE OBRA .....	18
1.9.	FUENTES DE ENERGÍA .....	19
<b>2.</b>	<b>CAPÍTULO 2 – INGENIERÍA Y DISEÑO .....</b>	<b>20</b>
2.1.	OBJETO .....	20
2.2.	CRITERIOS DE PROYECTO.....	20
2.2.1.	UBICACIÓN DE LAS TORRES Y PÓRTICOS .....	20
2.2.2.	CONFIGURACIÓN .....	21
2.2.3.	CONDUCTORES Y AISLADORES .....	21
2.2.4.	DISEÑO GENERAL DE LAS TORRES .....	22
2.2.4.1.	TENSADO DEL CONDUCTOR.....	22
2.2.4.2.	TENSADO DEL CABLE DE GUARDIA.....	23
2.2.5.	DISEÑO PÓRTICOS PARA CRUCE EN LÍNEA SAB - SGU .....	24
2.2.5.1.	MATEIALES.....	24
2.2.6.	CRITERIOS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE TORRES .....	25
2.2.6.1.	DISTANCIAS AL SUELO Y A CONSTRUCCIONES CERCANAS.....	25
2.2.7.	APERTURA LÍNEA PA5-MA5 .....	25
2.2.8.	FUNDACIONES.....	26
2.2.8.1.	ESTUDIO PRELIMINAR DE SUELOS .....	26
2.2.8.2.	ESTUDIO DETALLADO DE SUELOS .....	26
2.2.8.3.	DISEÑO DE LAS FUNDACIONES .....	28
2.2.9.	CRITERIOS DE DISEÑO EN RELACIÓN A LA AMORTIGUACIÓN A LAS VIBRACIONES EÓLICAS .....	31
2.2.10.	CONDICIONES DE DISEÑO EN RELACIÓN A LOS TRABAJOS CON TENSIÓN .....	31
2.3.	DOCUMENTACION TÉCNICA .....	32
2.3.1.	GENERALIDADES .....	32

2.3.2.	FORMATO DE LOS PLANOS.....	32
2.3.3.	ÍNDICE DE DOCUMENTOS .....	32
2.3.4.	ESTUDIOS DE INGENIERÍA .....	33
2.3.5.	PROYECTO DE DETALLE .....	33
2.3.6.	DOCUMENTACIÓN DE INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD .....	33
2.4.	ESTUDIOS DE INGENIERIA.....	34
2.4.1.	ESTUDIOS A REALIZAR .....	34
2.5.	INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA .....	34
3.	CAPITULO 3 - CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN .....	35
3.1.	SERVIDUMBRES .....	35
3.1.1.	INTERFERENCIAS CON SERVICIOS PÚBLICOS .....	35
3.1.1.1.	SERVICIOS PÚBLICOS EVENTUALMENTE AFECTADOS .....	35
3.1.1.2.	TRÁMITES A CARGO DE UTE .....	35
3.1.1.3.	OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA .....	35
3.1.1.4.	TENDIDO A PROXIMIDAD DE LÍNEAS ENERGIZADAS.....	36
3.1.1.5.	CRUCE CON LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN .....	36
3.1.1.6.	INTERFERENCIAS CON GASODUCTO CRUZ DEL SUR.....	36
3.1.2.	INTERFERENCIAS CON LA PROPIEDAD PRIVADA .....	37
3.1.2.1.	SERVIDUMBRES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	37
3.1.2.2.	TRÁMITES A CARGO DE UTE .....	37
3.1.2.3.	OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA .....	38
3.1.2.4.	TALADO Y ERRADICACIÓN DE ÁRBOLES.....	38
3.1.2.5.	SENDAS DE ACCESO.....	39
3.1.2.6.	TORRES EN ZONAS DE CULTIVO .....	41
3.1.2.7.	PORTERAS .....	41
3.2.	OBRAS CIVILES.....	43
3.2.1.	UBICACIÓN DE LAS TORRES EN EL TERRENO.....	43
3.2.1.1.	LIMPIEZA DEL ÁREA.....	43
3.2.1.2.	TOLERANCIAS .....	43
3.2.1.3.	ORIENTACIÓN DE LAS FUNDACIONES .....	43
3.2.1.4.	RELEVAMIENTO DE LAS FUNDACIONES DE CADA PATA .....	44
3.2.2.	EXCAVACIONES.....	44
3.2.2.1.	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS .....	44
3.2.2.2.	EXCAVACIONES EN EXCESO .....	45
3.2.3.	FUNDACIONES.....	45
3.2.3.1.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	45
3.2.3.2.	FUNDACIONES ESPECIALES .....	46
3.2.3.3.	DISPOSICIÓN DE LOS FUSTES .....	47
3.2.4.	COMPONENTES DE HORMIGÓN O MATERIALES .....	48
3.2.4.1.	NORMAS APLICABLES .....	48
3.2.4.2.	COMPONENTES DEL HORMIGÓN .....	48
3.2.4.3.	RESISTENCIA .....	48
3.2.4.4.	CONSISTENCIA .....	49
3.2.4.5.	CEMENTO.....	49
3.2.4.6.	ARENA.....	50

3.2.4.7.	AGREGADOS GRUESOS.....	51
3.2.4.8.	AGUA.....	52
3.2.4.9.	ACERO PARA ARMADURAS .....	52
3.2.4.10.	PIEDRAS PARA HORMIGÓN CICLÓPEO .....	52
3.2.4.11.	ALMACENAMIENTO DE MATERIALES.....	52
3.2.5.	ELABORACIÓN DEL HORMIGÓN.....	53
3.2.5.1.	MEDICIÓN DE MATERIALES .....	53
3.2.5.2.	MEZCLADO .....	53
3.2.5.3.	ENCOFRADOS .....	53
3.2.5.4.	COLOCACIÓN EN OBRA .....	54
3.2.5.5.	JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN.....	55
3.2.5.6.	CURADO DEL HORMIGÓN .....	55
3.2.5.7.	DESENCOFRADO.....	56
3.2.5.8.	HORMIGÓN DAÑADO O DEFECTUOSO .....	56
3.2.5.9.	ARMADURAS .....	56
3.2.5.10.	HIERROS DE ANCLAJE .....	57
3.2.6.	RELLENOS .....	57
3.2.7.	SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL.....	58
3.3.	MONTAJES .....	59
3.3.1.	TORRES .....	59
3.3.1.1.	DIRECTIVAS GENERALES .....	59
3.3.1.2.	COLOCACIÓN DE BULONES .....	60
3.3.1.3.	PRECAUCIONES ESPECIALES.....	61
3.3.1.4.	TRABAJOS FINALES .....	61
3.3.2.	AISLADORES .....	61
3.3.3.	CABLES.....	62
3.3.3.1.	INSPECCIÓN PREVIA DE CARRETES Y CABLES.....	62
3.3.3.2.	REPARACIONES .....	62
3.3.3.3.	TENDIDO .....	62
3.3.3.4.	TENSADO Y FLECHADO DE LOS CABLES .....	64
3.3.3.5.	PROCEDIMIENTO DE FLECHADO.....	64
3.3.3.6.	AJUSTE DE LAS FLECHAS .....	65
3.3.3.7.	VERIFICACIÓN DE LAS FLECHAS.....	65
3.3.4	CABLES CON FIBRA ÓPTICA (OPGW Y DIELECTRICO) .....	66
3.3.4.1	INSPECCIÓN PREVIA DE CARRETES Y CABLES .....	66
3.3.4.2	DAÑOS EN EL CABLE.....	66
3.3.4.3	TENDIDO DE LOS CABLES CON FIBRA ÓPTICA .....	66
3.3.4.3.1	TENDIDO DE OPGW.....	66
3.3.4.3.2	TENSADO Y FLECHADO DEL OPGW .....	68
3.3.4.3.3	PROCEDIMIENTO DE FLECHADO.....	68
3.3.4.3.4	AJUSTE DE LAS FLECHAS .....	68
3.3.4.3.5	VERIFICACIÓN DE LAS FLECHAS.....	68
3.3.4.3.6	TENDIDO DE CABLE DIELECTRICO EN EDIFICIOS .....	69
3.3.4.3.7	EJECUCIÓN DE EMPALMES DE FIBRA ÓPTICA .....	69
3.3.5	RED DE PUESTA A TIERRA .....	70

3.3.5.1	GENERALIDADES .....	70
3.3.5.2	PUESTA A TIERRA CON JABALINAS TIPO “COPPERWELD” .....	71
3.3.5.3	CONTRANTENAS RADIALES .....	71
3.3.5.4	CONTRANTENAS CONTINUAS .....	72
3.3.5.5	PUESTA A TIERRA DE CERCOS .....	72
3.4.	ENSAYOS .....	73
3.4.1.	ENSAYOS EN SITIO .....	73
3.4.1.1.	ENSAYOS DE ANCLAJES Y ESPECIALES .....	73
3.4.1.2.	MEDIDA DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA .....	73
3.4.1.3.	ENSAYO DEL HORMIGÓN Y SUS COMPONENTES .....	73
3.4.1.5.	ENSAYO DE FUNCIONAMIENTO .....	73
3.4.1.6.	ENSAYO DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA .....	74
3.4.1.7.	ENSAYOS EN FÁBRICA .....	74
3.5.	PLAN AMBIENTAL .....	74
3.6.	PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS .....	75
3.7.	PLAN DE CONTINGENCIAS Y RIESGOS .....	75
3.8.	PLAN DE MONITOREO .....	76
3.9.	PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL .....	77
4.	CAPITULO 4 - SUMINISTROS PARA LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN .....	78
4.1.	TORRES .....	78
4.1.1.	GENERALIDADES .....	78
4.1.2.	CORTE DE PIEZAS METÁLICAS .....	78
4.1.3.	EJECUCIÓN DE ORIFICIOS .....	78
4.1.4.	MARCAS .....	79
4.1.5.	LIMPIEZA .....	79
4.1.6.	CINCADO .....	79
4.1.7.	ENDEREZAMIENTO DESPUÉS DEL CINCADO .....	79
4.1.8.	DETALLES DE LAS UNIONES Y EMPALMES .....	80
4.1.9.	BULONES Y TUERCAS .....	80
4.1.10.	MONTAJE EN FÁBRICA .....	81
4.1.11.	EMBALAJE .....	81
4.1.12.	INSPECCIÓN EN OBRA .....	82
4.2.	ACCESORIOS PARA TORRES .....	82
4.2.1.	GENERALIDADES .....	82
4.2.2.	SEÑALES DE PELIGRO .....	82
4.2.3.	SEÑALES DE NUMERACIÓN PARA INSPECCIÓN TERRESTRE .....	82
4.2.4.	SEÑALES DE NUMERACIÓN PARA INSPECCIÓN AÉREA .....	83
4.2.5.	ESCALERAS .....	83
4.2.6.	PROTECCIONES ANTI-AVES .....	83
4.3.	CONDUCTOR .....	83
4.3.1.	TIPO DE CONDUCTOR .....	83
4.3.2.	NORMAS Y PRESCRIPCIONES GENERALES .....	84
4.3.3.	VALORES ESPECIFICADOS .....	84
4.3.4.	GRASA .....	84
4.3.5.	SOLDADURAS DE HILOS .....	85

4.3.6. CARRETES .....	85
4.3.7. MARCAS.....	87
4.4. CABLE DE GUARDIA CONVENCIONAL .....	87
4.4.1. NORMAS .....	87
4.4.2. TIPO .....	87
4.4.2.1. VALORES ESPECIFICADOS.....	88
4.4.2.2. CARRETES, MARCAS Y LONGITUDES DE ENTREGA .....	88
4.4.3. CABLE DE GUARDIA CON FIBRA ÓPTICA – OPGW PARA LÍNEA 500 kV .....	88
4.4.3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	88
4.4.3.2. ESTRUCTURA DEL CABLE.....	88
4.4.3.3. CARACTERÍSTICAS NOMINALES .....	90
4.4.4. CABLE DE GUARDIA CON FIBRA ÓPTICA – OPGW PARA LÍNEA 150 kV .....	90
4.4.4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	91
4.4.4.2. ESTRUCTURA DEL CABLE.....	91
4.4.4.3. CARACTERÍSTICAS NOMINALES .....	93
4.4.5. CABLE DE FIBRA ÓPTICA DIELECTRICO .....	93
4.4.5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	94
4.4.5.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	94
4.4.5.3. CARACTERÍSTICAS NOMINALES DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA .....	96
4.4.5.4. 4.7.8 FIBRAS ÓPTICAS.....	96
4.5. CONDUCTOR PARA PUESTA A TIERRA .....	98
4.5.1. TIPO .....	98
4.5.2. VALORES ESPECIFICADOS .....	98
4.5.3. CARRETES, MARCAS Y LONGITUDES DE ENTREGA.....	98
4.6. AISLADORES .....	98
4.6.1. AISLADORES DE VIDRIO.....	98
4.6.1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	98
4.6.1.2. CANTIDADES .....	99
4.6.1.3. NORMAS.....	99
4.6.1.4. MATERIAL DIELECTRICO .....	99
4.6.1.5. CONSTRUCCIÓN .....	100
4.6.1.6. IDENTIFICACIÓN .....	100
4.6.1.7. MATERIAL INFORMATIVO Y MUESTRA .....	100
4.6.1.8. EMBALAJE .....	101
4.7. HERRAJES PARA CONDUCTOR Y CABLE DE GUARDIA CONVENCIONAL .....	101
4.7.1. GENERALIDADES .....	101
4.7.2. CONJUNTOS DE SUSPENSIÓN PARA CONDUCTOR DE FASE.....	102
4.7.2.1. CONJUNTOS DE SUSPENSIÓN SIMPLE EN “I” .....	103
4.7.2.2. CONJUNTOS DE SUSPENSIÓN SIMPLE EN “V” PARA 500kV.....	103
4.7.2.3. CONJUNTOS DE SUSPENSIÓN DOBLES PARA CONDUCTOR DE FASE.....	104
4.7.3. CONJUNTOS DE AMARRE PARA CONDUCTOR DE FASE.....	104
4.7.4. HERRAJES PARA EL CABLE DE GUARDIA CONVENCIONAL .....	105
4.7.4.1. CONJUNTOS DE SUSPENSIÓN .....	105
4.7.4.2. CONJUNTOS DE AMARRE.....	105
4.7.5. HERRAJES PARA OPGW .....	106

4.7.5.1	GENERALIDADES .....	107
4.7.5.2	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.....	107
4.7.5.3	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES .....	108
4.7.5.4	AMORTIGUADORES DE VIBRACIONES EÓLICAS .....	109
4.7.5.5	CARACTERÍSTICAS ADICIONALES DE LOS HERRAJES PARA OPGW .....	109
4.7.5.6	DIAGRAMAS DE HERRAJES .....	110
4.7.6.	ACCESORIOS PARA OPGW .....	115
4.7.6.1.	CAJAS DE EMPALME OPGW-OPGW .....	115
4.7.6.2.	CAJAS TERMINALES.....	116
4.7.6.3.	BASTIDOR (RACK) NORMALIZADO 19" .....	117
4.7.6	CONTROL DE CALIDAD .....	118
4.8.	ACCESORIOS .....	118
4.8.1.	VAINAS DE UNIÓN.....	118
4.8.2.	VAINAS DE REPARACIÓN DEL CONDUCTOR.....	119
4.8.3.	EQUIPOS DE COMPRESIÓN Y ACCESORIOS.....	120
4.8.4.	COMPUESTO DE RELLENO ANTIOXIDANTE.....	120
4.8.5.	PESOS ADICIONALES .....	121
4.8.6.	ELEMENTOS DE AMORTIGUACIÓN PARA VIBRACIONES EÓLICAS Y DE SUBVANO.....	121
4.8.6.1.	SISTEMA DE PROTECCIÓN ANTIVIBRATORIA DE CONDUCTORES.....	122
4.8.6.1.1.	REQUERIMIENTOS GENERALES .....	122
4.8.6.1.2.	NORMAS TÉCNICAS BÁSICAS.....	123
4.8.6.1.3.	REQUERIMIENTOS DE DISEÑO .....	124
4.8.6.1.3.1.	COMPORTAMIENTO ANTIVIBRATORIO.....	125
4.8.6.1.3.1.1.	VIBRACIONES EÓLICAS.....	125
4.8.6.1.3.1.2.	OSCILACIONES DE SUBVANO .....	125
4.8.6.1.3.1.3.	CONDICIONES DE ACEPTACIÓN .....	125
4.8.6.1.3.2.	SISTEMA DE SUJECIÓN AL CONDUCTOR TIPO PREFORMADO .....	126
4.8.6.1.3.3.	DISPOSITIVO ABSORBEDOR DE ENERGÍA.....	127
4.8.6.1.3.4.	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.....	128
4.8.6.1.3.5.	INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	128
4.8.6.1.3.6.	PROTECCIÓN ANTICORROSIVA .....	128
4.8.6.2.	AMORTIGUADORES PARA CABLE DE GUARDIA CONVENCIONAL .....	129
4.8.7.	SEPARADORES RÍGIDOS .....	129
4.8.8.	ESFERAS DE SEÑALIZACIÓN .....	129
4.9.	EMBALAJE .....	130
4.10.	SUMINISTROS COMPLEMENTARIOS.....	130
4.10.1.	JABALINAS DE PUESTA A TIERRA.....	130
4.10.2.	MATERIAL PARA EMPALME DEL CABLE DE PUESTA A TIERRA.....	130
4.10.3.	PUESTA A TIERRA DE CERCOS .....	131
4.10.4.	LLAVES PARA MONTAJE .....	131
4.11.	ENSAYOS EN FÁBRICA.....	131
4.11.1.	ENSAYOS DE TORRES Y ACCESORIOS.....	131
4.11.2.	ENSAYOS DE CONDUCTOR Y CABLE DE GUARDIA CONVENCIONAL .....	131
4.11.2.1	ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD, DE DISEÑO Y DE TIPO.....	131
4.11.2.2	ENSAYOS DE ACEPTACIÓN.....	132

4.11.3. ENSAYOS DE HERRAJES PARA CONDUCTOR Y CABLE DE GUARDIA CONVENCIONAL.....	136
4.11.3.1. GENERALIDADES .....	136
4.11.3.2. NORMAS.....	137
4.11.3.3. ENSAYOS DE DISEÑO Y DE TIPO .....	137
4.11.3.3.1. GENERALIDADES .....	137
4.11.3.3.2. ENSAYOS QUE PUEDEN SER VALIDADOS CON CERTIFICADOS .....	137
4.11.3.4. ENSAYOS A REALIZAR DURANTE EL CONTRATO.....	139
4.11.3.5. ESTUDIOS DE VIBRACIONES DE CAMPO .....	150
4.11.3.6. ENSAYOS DE TIPO, DE ACEPTACIÓN Y DE RUTINA DE ESPACIADORES AMORTIGUADORES.....	151
4.11.3.7. ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD .....	152
4.11.3.8. ENSAYOS DE ACEPTACIÓN PARA LOS RESTANTES HERRAJES.....	153
4.11.3.8.1. ESPECIFICACIÓN DE LOS ENSAYOS .....	153
4.11.3.8.2. CRITERIOS DE MUESTREO .....	153
4.11.4. ENSAYOS DE ACEPTACIÓN DE CABLES DE GUARDIA CON FIBRA OPTICA (OPGW) .....	155
4.11.5. ENSAYOS DE HERRAJES PARA OPGW .....	158
4.11.6. ENSAYOS DE CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA .....	161
4.11.7. ENSAYOS DE AISLADORES DE VIDRIO.....	162
4.12. REPUESTOS.....	166
4.13. PLANILLAS DE DATOS TECNICOS.....	166
4.13.1. CONDUCTOR.....	166
4.13.2. GRASA PARA LOS CONDUCTORES .....	167
4.13.3. CABLE DE GUARDIA CONVENCIONAL .....	167
4.13.4. CABLE DE GUARDIA CON FIBRA ÓPTICA .....	167
4.13.5. AISLADORES .....	168
4.13.6. CADENAS DE AISLADORES.....	169
4.13.7. CABLE PARA PUESTA A TIERRA.....	170
4.13.8. VARILLAS COPPERWELD.....	170



## **1. CAPITULO 1 - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES**

### **1.1. OBJETO**

Estas Especificaciones Técnicas se refieren al suministro e instalación en condiciones “llave en mano” de los siguientes items:

Item 1 – Línea aérea 500kV (de aproximadamente 55 km de longitud) que conectará la estación 500kV Punta del Tigre y la futura Estación Cardal (CR5) 500kV. En adelante se referirá como línea PT5-CR5. Se proyectará para una terna de conductores y dos cables de guardia, uno de ellos OPGW.

Item 2 –Línea aérea 150kV (de aproximadamente 20km de longitud en total) que conectará la estación 150 kV Salto B con la estación de 150 kV Salto Grande. En adelante se referirá como línea SAB – SGU.

La línea a construir esta prevista para doble terna pero se instalara una sola terna y un cable de guardia OPGW.

Item 3 – Apertura de la línea PA5 – MA5. La Estación Cardal (CR5) abrirá la línea de 500kV existente Palmar-Montevideo A (PA5-MA5) en 2 líneas: Palmar-Cardal (PA5-CR5) y Cardal-Montevideo A (CR5-MA5)

Se entienden incluidas en las Obras las actividades de ingeniería necesarias para proyectar las instalaciones, el diseño, fabricación, ensayos y transporte hasta el lugar de la obra de los materiales necesarios, las obras civiles y montajes asociados y los ensayos en sitio de las instalaciones licitadas. Forman parte asimismo del proyecto el suministro e instalación de cable de guardia con fibra óptica (OPGW) necesario para la conexión de la nueva línea aérea a la red de Comunicaciones de UTE existente.

Todos los suministros, servicios y trabajos necesarios para entregar la obra en condiciones de funcionamiento industrial y asegurar su operación satisfactoria, deben considerarse incluidos en la obra, aun cuando no estén directamente mencionados en las especificaciones.

### **1.2. ALCANCE DE LAS OBRAS**

#### **1.2.1. Generalidades**

Todos los suministros, servicios y trabajos descritos en estas especificaciones técnicas

son a cargo del contratista.

En particular, forman parte de las Obras licitadas:

- Los servicios y estudios de ingeniería y el proyecto de detalle completo de las instalaciones, en base a los criterios indicados en estas Especificaciones.
- Fabricación, inspección, ensayos, embalaje y transporte hasta obra de todos los equipos y materiales que deba suministrar.
- El suministro y construcción de las líneas aéreas e instalaciones de Telecomunicaciones asociadas, incluyendo en particular el transporte de los materiales hasta el sitio de obras.
- Los ensayos en sitio de las líneas aéreas e instalaciones de Telecomunicaciones asociadas.

Se aclara que UTE intervendrá activamente en el contralor de las actividades de diseño e instalación a lo largo de todo el período del proyecto y la obra, lo cual deberá ser tenido en cuenta por el contratista al planificar el Cronograma de Obra y los recursos asignados a la misma.

#### **1.2.2. Ingeniería y diseño**

El contratista será responsable de los estudios de ingeniería descritos en el Capítulo de Ingeniería y Diseño de estas Especificaciones, así como del proyecto de detalle de todos los elementos, obras civiles e instalaciones que componen la obra.

El resultado de este proyecto deberá estar reflejado en las memorias de cálculo y planos indicados en dicho Capítulo. Allí se indican asimismo algunos de los criterios de proyecto a los que se deberá ceñir el contratista para elaborar su proyecto de detalle. Las eventuales incompatibilidades que se puedan plantear en los criterios de diseño o en los documentos presentados quedarán a definición de UTE.

UTE entregará al Contratista:

- Planimetría de las líneas.
- Planos de planialtimetría con distribución de torres de la líneas de 500kV y 150kV
- Planillas de distribución de torres de las líneas
- Planos constructivos de torres de 500kV y 150kV
- Planos de planta y perfil de las obras necesarias para la apertura de la línea Palmar-Montevideo A.

### **1.2.3. Obras**

El Contratista es responsable de la ejecución de todas las obras de infraestructura e ingeniería civil, del suministro de todos los materiales y montajes necesarios así como de los trámites para que las instalaciones puedan entrar en funcionamiento industrial.

Se incluyen en particular, las siguientes actividades:

- Replanteo de las torres
- Estudios de suelo.
- Ejecución de fundaciones de las torres
- Ejecución de sendas de acceso a las torres, incluyendo alcantarillas, etc
- Montaje de torres, herrajes y aisladores
- Tendido y flechado de cables.
- Instalación de puestas a tierra de las torres
- Talado de árboles en la faja de servidumbre, en caso que corresponda.
- Obras de ingeniería civil asociadas a los ingresos con cable dieléctrico de fibra óptica a las estaciones
- Montaje (instalación y fusión) de cajas terminales y de empalme

### **1.3. ALCANCE DEL PROYECTO ENTREGADO POR UTE**

En los planos y planillas anexos se entrega el proyecto de distribución de torres para las líneas de 500kV y 150kV.

En anexos se entregará proyecto para apertura de la línea PA5 – MA5.

Las especificaciones de detalle constructivas y las descripciones de detalle de los procedimientos de obra se entienden indicativas, pudiendo el Contratista implementar sus propios diseños y procedimientos siempre y cuando sean de calidad equivalente a los especificados

Las restantes especificaciones técnicas de este Pliego deberán respetarse sustancialmente, a menos que se indique expresamente lo contrario.

### **1.4. ANTECEDENTES TECNICOS PARA LOS SUMINISTROS**

No se aceptarán equipos o materiales que no hayan sido anteriormente experimentados en servicio satisfactoriamente.

A esos efectos, se establecen un plazo mínimo de 2 años de satisfactoria operación industrial para suministros similares y fabricados en las mismas instalaciones que los que se propone suministrar, en los últimos 10 años y en cantidad no inferior al triple de aquellos.

Se deberá acreditar por parte del Contratista que los equipos y materiales a suministrar cumplen con estos requisitos.

A estos efectos se deberá presentar nómina, detallando cantidades suministradas, descripción de los mismos, fecha y persona de contacto, y todos los datos que se estimen convenientes a los efectos de la evaluación de los mismos.

No se aceptarán como válidos los antecedentes de fabricación de una planta diferente de la que provienen los suministros propuestos, aun cuando esta planta pertenezca al mismo fabricante o grupo industrial.

El Contratista deberá también incluir en la documentación a presentar, los protocolos de ensayo de tipo del suministro similar al propuesto. Los protocolos deben pertenecer a los ensayos efectuados sobre un suministro fabricado en los mismos talleres de fabricación que el propuesto, y no sobre uno de un licenciatario. Se entiende por suministro similar suministros de las mismas características técnicas, no inferiores a las de los propuestos.

Se deberá asimismo entregar toda la documentación técnica adicional necesaria en forma de planos, catálogos, folletos, memorias descriptivas, etc., a efectos de que UTE pueda hacerse un juicio fundado sobre las características y calidad de los materiales ofrecidos.

## **1.5. TRANSPORTE**

### **1.5.1. General**

Es responsabilidad del Contratista la verificación en detalle de los límites de transporte (en peso y dimensiones) aceptables para las diversas vías de acceso a las obras a fin de asegurarse que los suministros a transportar pueden ser llevados a obra.

El Contratista es responsable, asimismo, de gestionar todas las autorizaciones necesarias para poder efectuar dicho transporte. Eventualmente deberá calcular y reforzar cuando sea necesario los puentes que se deban atravesar, de acuerdo con los requisitos del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Uruguay.

El transporte por cualquier otro concepto relativo a la obra será considerado parte de la ejecución de los trabajos.

El Contratista dispondrá de maquinarias adecuadas para transporte de partes pesadas, además de grúas y elementos apropiados para una cuidadosa carga y descarga.

Las condiciones locales, por lo que se refiere a rutas y reglamentaciones de tránsito, se entienden perfectamente conocidas por el Contratista.

## **1.6. PRESCRIPCIONES GENERALES PARA SUMINISTROS**

### **1.6.1. Normas**

Las normas aplicables son las publicaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC). En caso de no existir una Norma IEC aplicable se aceptarán suministros y materiales que se ajusten a otras normas técnicas que garanticen una calidad igual o superior a las de las normas IEC. En particular para los materiales utilizados en la fabricación serán de aplicación las normas ASTM en vigencia o equivalentes.

### **1.6.2. Embalaje y embarque**

El Contratista preparará, embalará y cargará todos los materiales para embarque de manera tal que estén protegidos durante el transporte y será responsable hasta la recepción por cualquier daño que resulte de un embalaje inapropiado o una mala estiba.

En particular debe soportar exigencias del transporte marítimo (humedad, salinidad agresiva, etc.).

Durante el contrato, el Contratista deberá suministrar la siguiente información: características constructivas de los embalajes (materiales, planos con dimensiones, peso, etc), normas de referencia, instrucciones para el transporte (por ej: si son aptos para el traslado mediante las uñas de un autoelevador), y condiciones para la estiba (por ej: cantidad de cajones que se pueden apilar uno sobre otro).

Cuando resulte necesario, las partes pesadas deben venir encajonadas y los materiales que puedan perderse deben venir en cajones o en paquetes armado con flejes de acero y marcados en español para su fácil identificación. Las partes que puedan sufrir por la humedad, salinidad agresiva, se deben embalar en envolturas selladas plásticas o de otro material apropiado dentro de sus respectivos cajones.

El material se embalará de forma de poder soportar un almacenamiento a la intemperie durante al menos 24 meses.

Todas las maderas a ser utilizadas para el embalaje deberán recibir un proceso de secado y posterior tratamiento químico, que asegure su resistencia a la intemperie. Las normas de referencia se deberán entregar durante el Contrato.

Todo embalaje de madera (cajas, cajones, pallets, bobinas, etc.) deberá estar certificado de acuerdo a lo establecido en la norma internacional de medidas fitosanitarias NIMF-15.

Los materiales de menor tamaño deben venir en cajones o en paquetes armados con flejes de acero y marcados en español para su fácil identificación.

Los bultos que se deban manipular manualmente deberán tener un peso bruto inferior a los 25 Kg. Para pesos superiores el método de descarga es con auto elevadores estándares o grúa.

Todas las partes que excedan los 100 kg. de peso bruto se prepararán para embarque de manera que las eslingas para izado por grúa sean fácilmente colocadas cuando las partes están en un camión, trailer o sobre cubierta. Los puntos en que las eslingas deben ser colocadas estarán claramente indicados.

Las partes embaladas en cajas, cuando sea peligroso colocar las eslingas a las cajas, serán enviadas con eslingas atadas al equipo para poderlas manipular fácilmente.

Todos los bultos deberán tener gravado la posición de centro de gravedad del bulto, así como el o los lugares para el eslingado así como estar previsto el lugar y la posición para el manejo con auto elevador.

Las cajas que deban permanecer paradas se marcarán con flechas señalando el lado que debe quedar hacia arriba.

Los repuestos se empacarán por separado y por tipo de material en embalajes adecuados para largos períodos de depósito, y llevarán la inscripción de **"Sólo Repuestos"**. Serán empacados en cajones individuales o en kits para ser utilizados en una operación de mantenimiento simple o una reparación. No será necesario manipular otros repuestos o kits cuando se deba utilizar un único set o kit. Si fuera conveniente para su embarque en caso de exportación se podrá empacar más de un set de repuestos en un mismo cajón o caja (en embalajes individuales bien definidos para su retiro). Las listas de empaque de los cajones conteniendo 'kits' de repuestos indicarán detalladamente la integración de cada 'kit'.

Para los repuestos solicitados, se deberá entregar un diccionario de piezas con la descripción de cada una.

**Previo a la realización del embarque (al menos 30 días de anticipación de entrega del material) el Contratista deberá enviar para aprobación de UTE la Lista de Empaque, detallando los materiales y accesorios dentro de cada uno de**

**los embalajes, indicando sus dimensiones y pesos.** En el caso que los materiales se envíen dentro de contenedores, se deberá enviar además el detalle del contenido de cada uno de ellos. Se recibirán estos Contenedores en el Orden que indique U.T.E.

A los efectos de evitar el movimiento de los bultos dentro de los contenedores de embarque, los espacios vacíos deben ser debidamente rellenos por Bolsas de aire, cajas vacías o tablas.

En sobres debidamente protegidos contra la humedad y asegurados al exterior de cada cajón o caja (al menos en 2 caras opuestas) se enviará la Lista de Empaque estableciendo los contenidos de dicho cajón o caja (Detalle en la Lista/Empaque sobre cuantos Bultos forma un Equipo).

Cada bulto tendrá dos placas de características (una sobre cada cara) construidas en un material inalterable por la acción del medio ambiente y la radiación ultravioleta colocada en el exterior de cada bulto.

Cada placa contendrá la información básica de los materiales, como mínimo: descripción (tipo, marca, modelo), valores nominales, número de serie, pesos (bruto y neto) y datos de la compra.

#### **1.6.3. Repuestos y accesorios**

El Contratista deberá suministrar repuestos obligatorios detallados en el capítulo correspondiente y/o Tablas de Precios. Los repuestos deberán ser entregados en los almacenes de UTE.

#### **1.6.4. Garantía de suministros**

La buena calidad de los materiales suministrados se garantizarán por, al menos, un plazo de 2 años a posteriori de su recepción de las instalaciones por parte de UTE, contra daños producidos durante la operación y a consecuencia de vicios de fabricación, uso de materiales inadecuados o mala ejecución de las obras, etc.

El Contratista deberá notificar de defectos de fabricación o vicios ocultos, detectados con posterioridad a la entrega.

En caso de detectarse defectos de fabricación o vicios ocultos, se comunicará por medio hábil al Contratista, quedando interrumpido a partir de esa fecha el plazo de garantía hasta que se hayan realizado las correspondientes reparaciones y reintegrado el material a UTE.

A partir del envío de la comunicación, el Contratista dispondrá de un plazo de 15 días calendario para presentarse a UTE y comunicar la aceptación de la reparación. Si

vencido el plazo el Contratista no se hubiera presentado, UTE encarará la reparación y cobrará los gastos al Contratista.

Esto se tendrá en cuenta como antecedente negativo para próximas adquisiciones.

La reparación debe finalizar en un plazo máximo de 120 días calendario contados a partir de la presentación del Contratista a UTE aceptando la reparación.

Todos los gastos de reparación, transporte, ensayos, etc. son a cargo del Contratista.

## **1.7. ENSAYOS EN FÁBRICA**

### **1.7.1. Generalidades**

Los suministros sólo serán autorizados a embarcar cuando los ensayos en fábrica contractuales se hayan cumplido a satisfacción de UTE.

Los ensayos en fábrica incluirán al menos todos los ensayos de tipo, muestreo y rutina establecidos en los capítulos correspondientes de las Especificaciones Técnicas.

Salvo indicación en contrario, estos ensayos serán realizados en presencia de un Inspector de UTE.

En los casos en que UTE decida no enviar un Inspector a presenciar los ensayos, el Contratista deberá someter a la aprobación de UTE los certificados de ensayo correspondientes. UTE dispondrá de 10 días hábiles para aprobar estos certificados, en cuyo caso autorizará los correspondientes embarques de suministros.

Si algún suministro no aprueba los ensayos, se procederá a su reparación, se reemplazarán las partes defectuosas o será rediseñado según se requiera, y será nuevamente sometido a ensayo sin que se origine costo adicional alguno para UTE ni prórroga del plazo de entrega. En este caso, en particular, el Contratista deberá hacerse cargo de los gastos de viaje (pasaje, viáticos a escala oficial, etc.) de los inspectores de UTE. Si el suministro falla nuevamente en la repetición del ensayo, UTE se reserva el derecho de rechazarlo.

El Contratista suministrará todos los instrumentos, equipos e infraestructura necesarios para efectuar los ensayos en fábrica.

Los equipos e instrumentos de ensayo deberán contar con certificados de calibración vigentes, los cuáles deberán ser presentados al Inspector de UTE.



Cuando se realicen ensayos destructivos, el Contratista deberá suministrar a su costo los materiales sobre los que se realizarán los ensayos.

El Contratista deberá someter a la aprobación de UTE el programa de ensayos para cada suministro, con una anticipación mínima de 60 días a la fecha prevista para su realización. El programa deberá incluir una descripción detallada de los métodos, circuitos y equipamientos de ensayo. El programa debe elaborarse teniendo en cuenta que se deberá minimizar dentro de lo posible el tiempo del inspector en fábrica, reservándose UTE el derecho de rechazar cronogramas en que los tiempos “muertos” entre ensayos sean excesivos.

A esos efectos, se establece que la totalidad de los ensayos individuales o de muestreo a realizar en presencia del Inspector de UTE para cada tipo de suministro no deberán insumir más de 3 semanas. Se deberá tener en cuenta, asimismo, que el tiempo de trabajo semanal del inspector no podrá superar las 48 h semanales.

El Contratista deberá confirmar con al menos 30 (treinta) días de anticipación la fecha definitiva de realización de cualquier ensayo que, de acuerdo con lo previsto contractualmente, requiera la presencia de un inspector designado por UTE.

#### **1.7.2. Ensayos de rutina y muestreo**

El Contratista deberá someter a todos los materiales comprendidos en el objeto de este contrato a los ensayos de rutina y muestreo en fábrica establecidos.

Todos los ensayos de rutina y muestreo serán realizados en presencia del Inspector de UTE, a menos que exista autorización por escrito de UTE para efectuar los ensayos en su ausencia. En particular, y salvo acuerdo en contrario, los ensayos de rutina serán realizados en presencia del inspector sobre la totalidad de los materiales.

Todos los ensayos de rutina y muestreo especificados, así como los eventuales trámites y transporte de los materiales a ensayar, serán efectuados sin costo adicional para UTE.

#### **1.7.3. Ensayos de tipo**

Todos los suministros cumplirán con los requisitos de los ensayos de tipo establecidos en estas Especificaciones Técnicas, lo que será comprobado por medio de protocolos certificados de ensayos efectuados a materiales de diseño y características nominales similares a los ofrecidos y fabricados en los mismos talleres de fabricación que los propuestos, o por ensayo que el Contratista ejecutará sobre el material fabricado en los casos indicados en las Especificaciones

Técnicas.

Se aceptarán certificados de ensayos para suministros de distintas características nominales pero comparables a los propuestos, si en opinión de UTE, dichos datos prueban que el suministro propuesto cumple con los requisitos especificados.

Los certificados de ensayo serán completos, incluyendo planos, que podrán ser usados como referencia de los datos de ensayo, y se consignará en forma clara la fecha de ejecución de los ensayos.

Los certificados de ensayo se acompañarán con una declaración que establezca que el suministro es idéntico en todos sus aspectos al material al cual se sometió al ensayo o, si no fuera idéntico, se deberán establecer en forma clara las diferencias.

Cuando una Norma IEC contenga criterios de validación de ensayos de tipo de materiales no idénticos a los ensayados, estos criterios serán los que se usarán para decidir si los certificados de ensayos de tipo presentados son válidos.

Cuando los certificados de ensayo no sean válidos según estos criterios, o en caso de que estos criterios no existan y el material suministrado tenga modificaciones importantes, o se aparte significativamente de los diseños sobre los cuales se efectuaron los ensayos de tipo certificados aceptados, UTE se reserva el derecho de exigir la ejecución de los ensayos de tipo sobre materiales del suministro, según resulte necesario para demostrar que el material cumple con los requisitos de las Especificaciones Técnicas. Estos ensayos se efectuarán sin costo adicional para UTE, quedando a cargo del contratista cubrir tanto el costo de los ensayos como el de la supervisión de los ensayos por parte de inspectores de UTE.

Salvo autorización expresa de UTE, la realización de estos ensayos de tipo no implicará prolongaciones sustanciales en el Cronograma de Obra.

Todos los ensayos de tipo efectuados con posterioridad a la fecha de la adjudicación serán ejecutados en presencia de un inspector, a menos que UTE conceda por escrito la autorización para proceder a la ejecución de los ensayos en su ausencia.

En las Especificaciones Técnicas correspondientes a cada material se incluye una indicación de los principales ensayos de tipo para los cuáles se deben presentar los correspondientes certificados.

## **1.8. OFICINAS PARA CONTRALOR DE OBRA**

El Contratista pondrá a disposición de UTE por lo menos dos contenedores de 20 pies cada uno, especialmente acondicionados y equipados para oficina de contralor (mesas,

sillas, estanterías, etc.).

Deberán contar con aire acondicionado, teléfono, servicios de conexión para computadores (3), conexión a Internet y servicios higiénicos anexos.

Los gastos por consumo eléctrico y mantenimiento de estas oficinas correrán por cuenta del Contratista.

Serán utilizados como oficina de contralor en obra por el personal de UTE siendo trasladados e instalados a cargo del Contratista en los lugares donde se instalen los frentes de trabajo o donde se acuerde con la Dirección de obra.

En caso que en el transcurso de la ejecución de obras resulte necesario el traslado dentro de la misma de uno o más contenedores el mismo estará a cargo del Contratista.

Las oficinas se deberán mantener durante la Recepción Provisoria hasta terminar con las observaciones efectuadas por la Dirección de Obra. Una vez levantadas las observaciones el Contratista retirará los contenedores.

### **1.9. FUENTES DE ENERGÍA**

El Contratista proveerá y mantendrá a su cargo las fuentes de energía y de agua, así como las comunicaciones telefónicas necesarias para la ejecución de los trabajos.

## **2. CAPÍTULO 2 – INGENIERÍA Y DISEÑO**

### **2.1. OBJETO**

En esta Sección se describen las principales actividades de Ingeniería que llevará a cabo el contratista en relación al suministro e instalación de dos líneas aéreas una de 500 kV otra de 150 kV y la apertura de la línea PA5-MA5 y conexión de la misma a la nueva Estación Cardal.

- Los estudios de ingeniería destinados a verificar el correcto diseño y desempeño de las instalaciones
- Los criterios de proyecto electromecánico y civil aplicables al diseño de las instalaciones.
- La documentación técnica que deberá ser entregada a UTE en relación a los trabajos de Ingeniería.

En los diversos capítulos de estas Especificaciones Técnicas en que se especifican equipos, materiales y procedimientos constructivos que componen la obra, se indican asimismo criterios de proyecto asociados a los mismos los cuales deben entenderse como complementarios de los criterios contenidos en esta Sección.

UTE supervisará todas las etapas vinculadas a la Ingeniería y Diseño de las instalaciones.

### **2.2. CRITERIOS DE PROYECTO**

#### **2.2.1. Ubicación de las torres y pórticos**

##### **Relevamiento planialtimétrico**

UTE entregará al oferente los planos de relevamiento planialtimétrico con la ubicación de las torres para las líneas de 500 kV, 150 kV y apertura de la línea PA5-MA5, para el caso de la apertura de la línea también se incluirá ubicación de los pórticos a utilizar.

El relevamiento incluye cruces con alambrados, cursos de agua, carreteras, caminos, sendas, vías férreas, líneas eléctricas, telegráficas o telefónicas; igualmente muestra edificaciones cercanas, zonas arboladas, cultivadas o inundables.

En el terreno se señalan los vértices de alineación que se materializan con varillas de hierro fijadas en una base de hormigón, sobre cuya superficie se lee la sigla U.T.E. y la

numeración correspondiente.

Además se entregan las coordenadas georreferenciadas de todas las torres y pórticos.

### **Ajustes en la distribución de torres**

El Listado de distribución de torres donde se indican número y tipo de torre, vanos y cruces, deberá ser controlado por el Contratista antes del comienzo de las obras y completado durante su ejecución. Cualquier discrepancia que el Contratista detecte en el listado y/o en el perfil entregados, deberá ser puesta en conocimiento de UTE.

Cualquier alteración de la distribución original que el Contratista considere conveniente realizar, deberá ser sometida a aprobación de UTE un mes antes del inicio de las obras.

#### **2.2.2. Configuración**

Las torres para la línea PT5–CR5 de 500kV son apropiadas para simple terna de conductores DOVE, con cuatro subconductores por fase separados 45cm y dos cables de guardia. La disposición de los conductores es horizontal con disposición de aisladores IVI.

Las torres para la línea de 150 kV SAB-SGU son apropiadas para doble terna de conductor HAWK, cable de guardia convencional y OPGW. Se instalará solo una terna y cable de guardia OPGW

Los pórticos a utilizarse para la apertura de la línea PA5-MA5 serán del mismo tipo y cumplirán con los mismos requisitos que los utilizados en la estación Cardal, para su proyecto y construcción se aplicarán las especificaciones técnicas indicadas en el capítulo dedicado a la Estación Cardal.

La línea de 150 kV SAB –SGU cruza una línea de 500 kV, para este cruce se deben utilizar pórticos, la altura y ubicación están indicadas en la distribución de torres que se entrega en anexos, el contratista será responsable por el diseño de los pórticos los que deberán ser aprobados por UTE.

#### **2.2.3. Conductores y aisladores**

En el caso de la línea de 500 kV:

Se instalará una terna de conductor DOVE, un cable de guardia OPGW y un cable de guardia Alumoweld.

La cadena de suspensión simple en I estará formada por 28 aisladores “standard” de 120 kN de carga electromecánica de rotura, en tanto que la cadena en V estará

formada por 2x 28 aisladores del mismo tipo.

Las cadenas de amarre estarán formadas por 4 x 28 aisladores “standard” de 120 kN de carga electromecánica de rotura.

Las cadenas de suspensión serán diseñadas para un RIV máximo de aproximadamente 800  $\mu$ V, (medido a 318 kV, 1 MHz, con resistencia de 150  $\Omega$ ).

En los tramos de línea de 150kV:

Se tenderá una terna de conductor HAWK y un cable de guardia OPGW. En estos tramos la cadena de suspensión simple en I estará formada por 11 aisladores de 120 kN de carga electromecánica de rotura. Las cadenas de amarre estarán formadas por 2x11 aisladores de 120 kN de carga electromecánica de rotura.

#### **2.2.4. Diseño general de las torres**

##### **Tipos**

Las torres para la línea de 500 kV serán metálicas reticuladas autoportantes, de acero cincado y para simple terna de conductores y dos cables de guardia.

Las torres para la línea de 150 kV serán metálicas reticuladas autoportantes, de acero cincado y para doble terna de conductores y dos cables de guardia.

.

Se consideran los siguientes tipos de torres:

Suspensión autoportante con ángulo hasta 2° (S2),

Suspensión Especial autoportante con ángulo hasta 5° (SE5),

Amarre y ángulo hasta 15° (R15) (sólo para 150kV),

Amarre y ángulo hasta 30° (A30)

Amarre y ángulo hasta 45° y Terminal (T45)

En Anexo se entregan los esquemas geométricos y pesos de las torres a utilizar tanto en la línea de 150 kV y de 500 kV.

Antes de comenzar las obras UTE entregará los planos generales y de detalle de todas las torres a utilizar en ambas líneas.

##### **2.2.4.1. Tensado del conductor**

- 1) Condición de flechado:

La distribución de torres tiene en cuenta las distancias mínimas al suelo establecidas en *Criterios para la distribución de torres* del presente Capítulo. El conductor deberá ser flechado de forma tal que a su temperatura máxima admisible su distancia al suelo no sea inferior a la admisible y de forma que se respeten las condiciones mecánicas indicadas más abajo.

Se considerará el creep para un período de servicio de 30 años. Para su determinación se utilizará el método indicado en la revista Electra N° 75 “Permanent elongation of conductors and evaluation methods”.

Las hipótesis de trabajo adoptadas para el conductor son las siguientes:

2) Condición de fatiga (EDS):

El tiro a 16°C y sin viento no supera el 20% de la carga de rotura.

3) Condición de frío:

El tiro a -10°C y sin viento no supera el 33% de la carga de rotura.

4) Condición de viento:

El tiro a 12°C y con la presión dinámica de referencia de viento no supera el 33% de la carga de rotura, a igual temperatura pero en la condición de viento arrachado no supera el 60% de la carga de rotura.

#### **2.2.4.2. Tensado del cable de guardia**

El Contratista deberá ajustar la posición y el tendido de los cables de guardia de modo que se cumplan las siguientes condiciones:

Condición de flechado:

Para una temperatura de 16° C, sin viento, la flecha del cable de guardia no superará en general el 85% de la de los conductores. En casos particulares en que se proponga violar este requisito, el Contratista deberá demostrar que no se afecta sustancialmente el blindaje de los conductores de fase a las descargas atmosféricas.

Condición de fatiga (EDS):

El tiro a 16°C en aire y sin viento no sobrepasará el 12,5% de la carga de rotura.

Condición de frío:

El tiro a -10°C sin viento no sobrepasará el 33% de la carga de rotura.

Condición de viento:

El tiro a 12°C y con la presión dinámica de viento de referencia, no sobrepasará el 33% de la carga de rotura; a esa misma temperatura, pero en la condición de viento arrachado, no deberá sobrepasar el 60% de la carga de rotura.

### **2.2.5. Diseño pórticos para cruce en línea SAB - SGU**

El Contratista será responsable por los diseños de los pórticos, los que deberán ser aprobados por UTE. Estos diseños quedarán en propiedad de UTE que podrá disponer de ellos en obras posteriores pero no su comercialización a terceros.

Ute durante el contrato entregara el árbol de cargas a utilizar para el diseño del pórtico.

El Contratista entregará un informe explicativo del método de cálculo utilizado, a entera satisfacción de UTE, indicando el método y software empleado. Se someterá a aprobación una memoria de cálculo detallada.

#### **2.2.5.1. Materiales**

Se admite la utilización de las calidades de aceros que se indican a continuación o superiores:

Acero estructural:

Tensión mínima de rotura a tracción:	37 kg/mm <sup>2</sup>
Límite mínimo de fluencia:	24 kg/mm <sup>2</sup>

Acero de alta resistencia:

Tensión mínima de rotura a tracción:	45 kg/mm <sup>2</sup>
Límite mínimo de fluencia real o convencional al 0,2%:	36 kg/mm <sup>2</sup>

Los aceros de las estructuras serán galvanizados según normas ASTM 123 y 153.

Los bulones estarán de acuerdo a la norma ASTM A394 o DIN 267.

En caso que el Contratista considere conveniente el empleo de columnas y vigas de hormigón para la confección de los pórticos deberá proponerlo a UTE para su aprobación.



### **2.2.6. Criterios para la distribución de torres**

Son de aplicación los siguientes criterios:

#### **2.2.6.1. Distancias al suelo y a construcciones cercanas**

Los conductores a 70°C sin viento respetarán una distancia mínima al suelo de 15 m en el caso de la línea de 500 kV y de 7m para las de 150 kV

De ser necesario cruzar una línea de 150 kV, el cruce se realizará por arriba, a una distancia mínima de 4m de los cables de guardia existentes para temperaturas entre -5 y 70°C. A ambos lados de estos cruces se colocan torres de amarre.

Las restantes distancias de cruce a líneas telefónicas, acercamiento a construcciones existentes u otras distancias de seguridad respetarán lo establecido en el código americano NESC u otro código de seguridad de reconocido prestigio internacional.

La distancia del centro de una torre a alambrados no inferior a 10m.

### **2.2.7. Apertura línea PA5-MA5**

La apertura de la línea PA5-MA5 se realizara en el vano entre las torres 174-3 y 174-2.

En dicho vano y sobre el eje de la línea se montaran dos torres terminales, entre ambas terminales y entre una de ellas y la torre existente 174-3 se construirán cuatro pórticos, las alturas, distancias a torres existentes y demás detalles tanto de torres a instalar como los pórticos se incluirán en anexo.

Los trabajos de montaje de las torres T45, pórticos y conexiones, se deberán realizar en parte con la línea PA5-MA5 en servicio y solo se contara con esta línea desenergizada según lo dispuesto en el **Volúmen II - Parte I “Generalidades” - Pto 1.7 “Indisponibilidad de la línea PA5-MA5”**.

Para la ejecución de las fundaciones de las T45 se podrán usar algunos de los cortes previstos de 8 horas.

En el corte de seis días de duración continuo se deberá desmontar el vano entre las torres 174-2 y 174-3 anclando el conductor de forma que en los vanos adyacentes a estas torres no cambie la flecha del conductor existente, se terminarán de montar las

torres T45 con sus respectivos juegos de aisladores y herrajes para poder generar los nuevos vanos que formaran las T45 colocadas entre las suspensiones existentes 174-2 y 174-3, se flecharan conductores y cables de guardia de forma que la línea PA5-MA5 vuelva a quedar operativa nuevamente.

Cuando estén prontos los pórticos y sus antenas colocadas y las obras de la estación Cardal lo permitan se contará con los restantes cortes de ocho horas para los trabajos de conexión y desconexión para que la apertura de la línea hacia la estación quede terminada.

En los anexos se entregara el proyecto en detalle de la apertura, altura de torres, pórticos flechado de conductores distancias entre torres etc.

Las torres terminales serán las mismas que se utilizaran en la línea PT5-Cardal.

#### **2.2.8. Fundaciones**

Se deberán realizar los estudios de suelos necesarios para el diseño de las fundaciones de las líneas.

##### **2.2.8.1. Estudio preliminar de suelos**

En primera instancia, se efectuará un estudio de mapas geomorfológicos, geológicos, para definición preliminar de las unidades geológicas existentes a lo largo del trazado y posteriormente se realizarán visitas de inspección de campo procurando identificar y confirmar los tipos de estructuras geológicas, estratigrafía en cateos y cortes, etc.

Los datos obtenidos se procesarán estableciendo una zonificación de los suelos encontrados con similares parámetros geotécnicos.

A partir de esta información se elaborará el plan del Estudio detallado de suelos con investigaciones “in situ” y de laboratorio.

##### **2.2.8.2. Estudio detallado de suelos**

En la ubicación de cada torre terminal, de amarre y de al menos una de cada tres torres de suspensión y en todas las zonas inundables se realizarán perforaciones y ensayos de suelo a efectos de conocer las características geotécnicas de los terrenos de fundación.

Estos trabajos se realizarán en presencia de un representante de UTE para lo cual se avisará la fecha de su comienzo con diez días de anticipación y se presentará el programa de tareas previsto.

Los trabajos consistirán en la ejecución de perforaciones para conocer los materiales que constituyen el perfil, hasta alcanzar una profundidad que proporcione información geotécnica suficiente para establecer con propiedad el comportamiento de la fundación a proyectar. La profundidad mínima será dos metros por debajo de la cota de fundación proyectada o hasta encontrar roca o material resistente que impida el avance.

Se deberá disponer del equipo necesario para realizar ensayos normalizados de penetración (de acuerdo a ASTM D 1586) que comenzarán a 0.55m de profundidad, espaciados cada metro y hasta superar en dos metros la profundidad del plano de fundación proyectado o encontrar la roca o material resistente que impida el avance. Se tomarán las previsiones necesarias para evitar derrumbes de las paredes del sondeo (lodo bentonítico, encamisado, etc.).

Se extraerán muestras perturbadas y no perturbadas.

Se realizarán, en un laboratorio especializado:

- ensayos de suelo complementarios tales como: humedad natural, peso específico húmedo, límites de Atterberg, composición granulométrica por vía seca, ensayo triaxial rápido sobre muestras no perturbadas para determinación del ángulo de fricción interna y cohesión no drenada ensayos de muestras de agua de la napa freática del terreno o en caso de zonas inundables del cauce más próximo a efectos de establecer su agresividad. Se determinarán las siguientes características: pH, sulfatos ( $\text{SO}_4^{=}$ ), dióxido de carbono libre ( $\text{CO}_2$ ), magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ), sulfuros ( $\text{S}^{=}$ ), ácido sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

- análisis químicos de los suelos a efectos de establecer su agresividad. Se determinarán las siguientes características: pH, sulfatos ( $\text{SO}_4^{=}$ ), cloruros ( $\text{Cl}^-$ ), sulfuros ( $\text{S}^{=}$ ), sales solubles en agua.

En el caso de terrenos especiales, por ejemplo: de baja resistencia o con presencia de roca podrá requerirse la realización de alguno de los siguientes ensayos:

- Perforación vertical entubada con máquina de percusión-rotación en suelos cohesivos y no cohesivos con ejecución de ensayos S.P.T. cada 1m alternados con la extracción de muestras perturbadas.
- Perforación vertical en roca con máquina de percusión-rotación.

Los datos de las perforaciones y ensayos se registrarán en informes que se entregarán a UTE con un mes de antelación al comienzo de las excavaciones, ya que a la vista de esos resultados podrá disponer la realización de estudios complementarios.

El Contratista será responsable por la correcta realización de los estudios, por la interpretación de los resultados obtenidos y su extrapolación, por la ejecución del tipo de fundación apropiada a las características geotécnicas de cada terreno y de acuerdo al

proyecto aprobado. No se reconocerá ningún pago adicional por las posibles dificultades que surjan durante la excavación y construcción de las fundaciones.

El tipo de fundación a emplear en cada torre se determinará de acuerdo al estudio geotécnico y se confirmará, con la aprobación de UTE, según la naturaleza del terreno que se evidencie durante la excavación.

También se verificará la existencia de taludes potencialmente inestables, erosiones en progreso.

### **2.2.8.3. Diseño de las fundaciones**

Mediante la aplicación de un criterio práctico simplificativo se podrán agrupar los suelos de fundación en varios “suelos típicos”. Podrán encontrarse los siguientes tipos:

- suelos de mediana resistencia con riesgo de desmoronamiento, arcillosos o arenosos, sin saturación
- suelos arcillosos de baja resistencia y saturados
- suelos de alta resistencia
- rocas sanas, descompuestas, fracturadas, meteorizadas
- combinaciones de los anteriores

Cada suelo típico podrá comprender materiales de distinto origen geológico pero con propiedades mecánicas análogas respecto a su comportamiento como terreno de fundación.

Las solicitaciones transmitidas por las estructuras se adjuntan en anexos. Las mismas para el proyecto de las fundaciones serán mayoradas por un factor de mínimo de 1.2. Estas solicitaciones serán las cargas de proyecto de las fundaciones. En el caso de las riendas los macizos de anclaje se diseñarán con un factor de 1,4.

Los factores de seguridad definidos para el diseño de las fundaciones no remplazan los coeficientes de seguridad aplicados por las normas, verificaciones a utilizar o expresamente estipulados en estas especificaciones técnicas siendo su efecto acumulativo.

Las fundaciones normales o estándar se tipificarán de acuerdo a las características geotécnicas frecuentes en los terrenos, las que se determinarán mediante los ensayos de laboratorio.

Las bases normales serán generalmente del tipo zapatas independientes de hormigón armado con fuste inclinado con su eje principal coincidente con el “stub”. La sección del fuste y la zapata será cuadrada.

El diseño de la fundación para la condición de compresión máxima incluirá la verificación de la tensión en el suelo y el vuelco.

El diseño de la fundación para la condición de tracción máxima incluirá la verificación de

la seguridad al arrancamiento. Para esta verificación se seguirá el método de cálculo indicado en la publicación de C.I.G.R.E 22-06 “The use of soil mechanics methods for adapting tower foundations to soil conditions” (Biarez y Barraud) en junio de 1968. Para la verificación al arrancamiento se considerará un coeficiente de seguridad mínimo de 1.25, adicional al coeficiente de mayoración de las cargas entregadas.

La estructura de hormigón armado se verificará según la norma UNIT 1050-2005 u otra norma de diseño de hormigón armado aprobada por UTE.

En presencia de roca se anclarán las fundaciones a la misma por medio de barras de acero para construcción con diámetros, longitudes y separaciones adecuadas para resistir las acciones de tracción transmitidas por la estructura. Las barras se colocarán en perforaciones previamente realizadas en la roca que serán rellenadas con una lechada inyectada a presión e irán empotradas en la fundación. Para la verificación de la seguridad frente al arrancamiento se verifican cinco modos posibles de falla con coeficiente de seguridad 1,3:

- Fluencia de la barra
- Falla de la interfase barra – lechada
- Falla de la interfase lechada – roca
- Falla por arrancamiento de un anclaje individual
- Falla por arrancamiento de un grupo de anclajes

En suelos de menor resistencia podrán emplearse anclajes del tipo inyectado autoperforante, (AIA), con barras huecas de acero conformado por cuyo orificio se inyecta a presión una lechada cementicia durante la perforación. Se deberá utilizar la tecnología adecuada para su instalación, la que deberá ser homologada mediante ensayos, al igual que la resistencia al arrancamiento de las barras de anclaje. La longitud de estas barras deberá ser determinada analíticamente y corroborada para los distintos tipos de terreno donde se prevea la utilización de AIA.

El diseño de la fundación para la condición de compresión máxima incluirá la verificación de la tensión en el suelo, seguridad al vuelco y punzonado.

El diseño de la fundación para la condición de tracción máxima incluirá la verificación de tres modos posibles de falla:

- Fluencia de la barra
- Falla de la interfase barra – lechada
- Falla de la interfase lechada-suelo
- Falla por arrancamiento de un anclaje individual
- Falla por arrancamiento de un grupo de anclajes

Se deberá presentar la norma que se utilice como referencia para el diseño y cálculo de este tipo de anclajes.

Se estudiará la adecuada fijación de las barras de anclaje en la zapata.

Las barras y accesorios estarán protegidos contra la corrosión por galvanizado en caliente con un espesor mínimo de 60 micrones.

En caso de emplear fundaciones mediante cilindros verticales de hormigón armado moldeados en sitio se requerirá que los mismos presenten en el extremo inferior un aumento del diámetro. Además de la verificación de la resistencia a compresión (de punta y por fricción lateral) y seguridad al arrancamiento se estudiará el comportamiento frente a las acciones horizontales.

En todos los casos, el Contratista deberá presentar el proyecto final a la aprobación de UTE.

No se admite recurrir a desmontes del terreno a fin de adecuar las fundaciones a los desniveles del suelo. El diseño deberá prever un largo del fuste variable de modo que en el caso de desniveles del terreno entre las patas no se proceda a realizar desmonte para evitar que alguna pata quede enterrada. Con la longitud necesaria del fuste y el empleo de distintas extensiones de patas se debe evitar que se modifique la cota del terreno natural.

Sólo se admitirán fundaciones de hormigón armado.

El hormigón a utilizar en las estructuras será, como mínimo, de calidad C25.

Las barras de acero que se empleen en el hormigón armado corresponderán a las calidades de acero tipo ADN420, ADM420, ADN500, ADM500 según denominación de la norma UNIT 1050.

En caso de emplear cimentaciones realizadas con macizos aislados, se deberá incluir armadura para prevenir la fisuración y asegurar la adecuada introducción de cargas concentradas. Para el dimensionamiento de este tipo de fundaciones, se seguirá el método suizo o de Sulzberger u otro método de uso común a aprobar por UTE.

Además de asegurar la resistencia mecánica se procurará lograr una adecuada durabilidad del hormigón.

A fin de obtener un hormigón con buenas condiciones de impermeabilidad y de resistencia a la agresión físico-química de los suelos se exigirá un contenido mínimo de cemento de 375 kg/m<sup>3</sup> de hormigón.

Los valores de tensión rasante entre el anclaje y el terreno (suelo o roca), se deberán verificar en obra, mediante los ensayos de homologación indicados en la norma IEC 61773 “Overhead lines – Testing of foundations for structures”.

A los efectos del cálculo los terrenos inundables o con agua subterránea se supondrán

saturados.

Finalmente se definen como fundaciones especiales aquellas que por las características especiales del suelo o por condiciones de sobreelevación u otras, requerirán un diseño específico.

En zonas inundables se sobreelevarán los fustes de hormigón 0.50m sobre la máxima creciente conocida. En los cruces de ríos y/o arroyos caudalosos se calcularán las fundaciones teniendo en cuenta los efectos hidrodinámicos de las corrientes y eventuales choques de cuerpos flotantes considerando una velocidad del agua de 2m/s y una carga horizontal de 2500kp aplicada en el coronamiento del fuste en la dirección de la corriente.

En todos los casos, el Contratista deberá presentar el proyecto final a la aprobación de UTE.

#### **2.2.9. Criterios de diseño en relación a la amortiguación a las vibraciones eólicas**

Los datos relevantes a tener en cuenta en lo que se refiere al proyecto de la amortiguación a las vibraciones eólicas son los siguientes:

- Características del terreno - Suelo plano y ondulado, con colinas no excediendo 200 m de altura; demás características que se requieran a ser relevadas en sitio.
- Se especifican los siguientes valores límites pico-pico de deformación de flexión en las grapas, medidas según el método recomendado por IEEE (IEEE 31CP65-156):
- Para el subconductor: 150  $\mu\text{mm/mm}$ .
- Para el cable de guardia convencional: 225  $\mu\text{mm/mm}$ .

Los correspondientes valores límites en las grapas de agarre de los amortiguadores serán la mitad de los valores indicados.

Se tendrán en cuenta asimismo los criterios de diseño incluidos en las especificaciones de los separadores amortiguadores, tanto para las vibraciones eólicas como para las oscilaciones de subvano.

El estudio del sistema amortiguante será realizado mediante software ATTRA u otro de reconocimiento internacional, y será sometido a la aprobación de UTE.

#### **2.2.10. Condiciones de diseño en relación a los trabajos con tensión**

El diseño de la estructura de la torre permite la inspección de la misma estando energizada, sin riesgo eléctrico (distancia de seguridad adecuada con vientos de hasta 25 km/h), de forma de poder cumplir con el procedimiento de trabajo en condiciones eléctricamente seguras que utiliza UTE (documento Instrucción general para la

realización de los trabajos con tensión en alta tensión, normativa de TCTAT incluyendo distancias de seguridad para trabajos en proximidad de instalaciones con tensión de AT).

## **2.3. DOCUMENTACION TÉCNICA**

### **2.3.1. Generalidades**

Se indican en este Capítulo los principales documentos técnicos que el Contratista deberá elaborar como resultado de las actividades de Ingeniería asociadas a las Obras de Trasmisión.

Todos los documentos indicados deberán ser, en principio, sometidos a la aprobación de UTE. Durante la etapa de Contrato UTE decidirá si acepta que algún documento específico sea enviado sólo a efectos informativos.

### **2.3.2. Formato de los planos**

Los planos a ser entregados serán de tamaños normalizados por las Normas DIN y deberán presentarse doblados según UNIT:15:2007.

El diseño de los rótulos de los planos será sometido a la aprobación de UTE antes del comienzo de los trabajos y estará de acuerdo a las normalizaciones vigentes en UTE (en caso de existir).

Se deberá indicar claramente el número o letra de revisión asociado a cada plano, así como una síntesis de cada una de las modificaciones que se vengán introduciendo a la versión original con sus correspondientes fechas.

En cada plano deberán indicarse claramente las correspondientes referencias cruzadas que permitan identificar los otros planos con los que está vinculado.

### **2.3.3. Índice de documentos**

Al comienzo de los trabajos el Contratista someterá a la aprobación de UTE un listado de todos los documentos técnicos que planea elaborar; incluyendo una breve descripción del contenido de cada documento y la fecha estimada de entrega.

Periódicamente el Contratista enviará a UTE un listado actualizado de los documentos enviados, con indicación de su estado de aprobación.



#### **2.3.4. Estudios de ingeniería**

El Contratista elaborará informes y notas de cálculo vinculados a los estudios de ingeniería descritos en las Especificaciones.

En todos los casos se deberá adjuntar copia de la literatura técnica (artículos, libros, normas, etc.) en la cual se respaldan los estudios citados. Se entregarán también los archivos de datos (en soporte magnético o papel, a convenir) utilizados en los estudios por computadora, con una descripción adjunta que permita interpretarlos en caso de no disponer UTE del programa que permita procesarlos.

#### **2.3.5. Proyecto de detalle**

Se indican a continuación los principales documentos a elaborar en la etapa de proyecto de detalle:

- Informes de los estudios de suelo realizados.
- Catálogos e información técnica de todos los suministros utilizados, incluyendo características eléctricas y mecánicas y materiales empleados.
- Memorias de cálculo y planos constructivos de todos los tipos de fundaciones.
- Planos de detalle de los herrajes y aisladores.
- Planos de detalle de los herrajes y conexiones necesarias para los trabajos relativos a la apertura de la línea PA5 – MA5.
- Memoria de cálculo y tablas de flechado para conductor y cables de guardia.
- Planos de accesos a la línea con indicación de porteras, sendas, puentes, alcantarillas y puestas a tierra de cercos.
- Informes y protocolos de los ensayos efectuados para la recepción de los distintos suministros.
- Planilla de distribución completada con la siguiente información "conforme a obra": tipo de fundación, tipo de puesta a tierra, ubicación de empalmes y contrapesos, amortiguadores, etc.

#### **2.3.6. Documentación de inspección y control de calidad**

- Plan de fabricación, control de calidad e inspecciones del Contratista y sus subcontratistas.
- Protocolos de ensayos de tipo, rutina y especiales, de los equipos, hayan sido o no presenciados por Inspectores designados por UTE.

## **2.4. ESTUDIOS DE INGENIERIA**

### **2.4.1. Estudios a realizar**

Los proyectistas y fabricantes deberán demostrar que el diseño de detalle es adecuado, por medio de estudios de ingeniería a realizar durante el Contrato.

Estos estudios deberán ser hechos con cálculos manuales y/o simulaciones digitales y analógicas basados en la información disponible en las Especificaciones y otras informaciones que puedan ser requeridas en el momento de ejecución de los estudios.

Para cada ítem de estudio, deberán presentarse informes finales con todos los datos modelados de componentes, configuraciones y condiciones, metodología y resultados, los cuales, después de la aprobación del Ingeniero, serán usados para la fabricación, construcción y puesta en servicio de los equipos.

## **2.5. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

UTE entregará la siguiente documentación:

- planos de diseño de las torres de 500 kV y 150kV a utilizar.
- distribución de torres para las líneas PTI – Cardal y SAB –SGU.
- planos de planta y perfil de las obras necesarias para la apertura de la línea Palmar-Montevideo A.
- esfuerzos sobre las fundaciones de las torres
- diseño de las porteras a instalar.
- Norma de Diseño de Instalaciones de Distribución y manuales para líneas de media tensión.
  - Planos de herrajes para líneas de 150 kV.

### **3. CAPITULO 3 - CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN**

#### **3.1. SERVIDUMBRES**

##### **3.1.1. Interferencias con servicios públicos**

###### **3.1.1.1. Servicios públicos eventualmente afectados**

La construcción de esta línea de alta tensión es susceptible de interferir con líneas eléctricas preexistentes (telefonía, energía), líneas férreas, etc.

###### **3.1.1.2. Trámites a cargo de UTE**

Corresponde a UTE realizar los trámites destinados a obtener la Licencia ambiental (Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente).

Se entrega en Anexo la Autorización Ambiental Previa concedida por el MVOTMA para la línea SAB-SGU. UTE controlará que las condiciones impuestas sean cumplidas por el Contratista.

###### **3.1.1.3. Obligaciones del Contratista**

El Contratista no iniciará sin conocimiento de UTE, ningún trabajo capaz de interferir con servicios públicos.

En particular, el Contratista deberá realizar los trámites necesarios para obtener las siguientes autorizaciones:

- a.** Permisos para cruces de rutas nacionales (Dirección de Vialidad del Ministerio de Transporte y Obras Públicas),
- b.** Permisos para cruce de cursos navegables (Dirección de Hidrografía del Ministerio de Transporte y Obras Públicas)
- c.** Permisos para cruces de líneas férreas (AFE)

En oportunidad del tendido de cables sobre vías de comunicación (rutas, vías férreas o cursos navegables), el Contratista acatará las indicaciones de la Dirección de Obras; en particular instalará señales de peligro y apoyos provisorios con poleas, a los efectos de no interrumpir la operación de las vías de comunicación.

Cuando deban cortarse árboles del ornato público, el Contratista entregará los

correspondientes troncos a la Dirección de Vialidad, en la forma y lugar que ésta indique.

A efectos de no dañar la caminería pública existente, el Contratista solicitará al MTOP o respectivas Intendencias o Juntas Locales, los requerimientos para poder circular con su maquinaria o vehículos pesados por la misma.

Se pondrá en conocimiento a la Dirección de Obra dichos requerimientos.

#### **3.1.1.4. Tendido a proximidad de líneas energizadas**

Si en oportunidad de un tendido a proximidad de líneas eléctricas energizadas, correspondiera realizar cortes de servicios, el Contratista deberá cursar a UTE la correspondiente solicitud con una antelación mínima de 15 (quince) días, indicando la persona que se hará cargo de comunicar a UTE el momento en que se puede restablecer el servicio. En general dicha operación tratará de llevarse a cabo en feriados o domingos. El Contratista deberá organizar su trabajo, de modo de limitar la duración del corte. No será responsabilizado por el costo de la energía no facturada; pero tampoco podrá exigir reembolso alguno por concepto de horas extra u otros gastos en que hubiera incurrido, como consecuencia del horario especial establecido.

El Contratista será responsable de los daños que pudiera ocasionar a las instalaciones de UTE o a terceros por caída o colocación indebida de las protecciones de las líneas de energía a cruzar y otros obstáculos.

#### **3.1.1.5. Cruce con líneas de distribución**

En el caso de cruce con líneas de distribución se deberán realizar las obras necesarias en dichas líneas para que se cumpla lo estipulado en el documento que se entrega como anexo titulado **“CRUCES CON LINEAS DE DISTRIBUCIÓN”**

En cada caso se deberá entregar para su aprobación el proyecto con el detalle de las obras a realizar sobre la línea de media tensión. Asimismo se deberá coordinar con la Oficina Regional a la cual corresponda la línea de Distribución para la ejecución de las tareas propuestas y aprobadas

En todo lo que refiere a condiciones de diseño y de construcción, aplica lo especificado en la Norma de Diseño de Instalaciones de Distribución, los Manuales técnicos constructivos y Manuales de Unidades Constructivas correspondientes.

La norma y manuales se adjuntan en anexos.

#### **3.1.1.6. Interferencias con gasoducto Cruz del Sur**

El trazado de la línea cruza dos veces el gasoducto Cruz del Sur y discurre en paralelo al mismo aproximadamente 3 km desde el vértice 8 al sur.

El Contratista deberá implementar las puestas a tierra u otras medidas de mitigación que sean necesarias para controlar el impacto de la línea sobre el gasoducto Cruz del Sur en las zonas en que la línea y el gasoducto se acercan.

A esos efectos, deberá realizar un estudio de influencia de la línea sobre el gasoducto en base a los Technical Brochures de CIGRE 95 y 290 y a las Directivas CCITT/ITU (Directives concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from electric power and electrified railway), y someterlo a la aprobación de UTE. El valor máximo aceptable de tensión inducida en relación a la seguridad del personal que trabaja en el gasoducto es 15 V rms en condiciones de operación normal de la línea.

Los restantes valores límite aceptables se establecerán durante el Contrato, en base a las recomendaciones de los Technical Brochures citados y de las Normas NACE RP-0177 y NAG 100.

Los datos del gasoducto necesarios para realizar este estudio se entregarán durante el Contrato.

Los valores de resistividad eléctrica del terreno necesarios para realizar el estudio serán obtenidos mediante medidas en campo a realizar por el Contratista.

El Contratista suministrará sin costo adicional tres licencias del software utilizado para el estudio de influencia de la línea sobre el gasoducto.

### **3.1.2. Interferencias con la propiedad privada**

#### **3.1.2.1. Servidumbres para la ejecución de las obras**

Dichas servidumbres consisten en:

- Servidumbre de paso: autoriza la libre circulación de personal, equipos y materiales, en la medida en que ello sea necesario para la ejecución de las obras.
- Servidumbre de ocupación temporaria: autoriza la realización de estudios, mensuras y cateos, así como la instalación de campamentos, equipos, tomas de agua, etc.
- Servidumbre de ocupación definitiva: autoriza la instalación de mástiles y sus puestas a tierra, dentro de la propiedad privada.

#### **3.1.2.2. Trámites a cargo de UTE**

UTE tomará directamente a su cargo el trámite de imposición de servidumbres a los predios afectados por el trazado de la línea. El procedimiento incluye:

- Notificación a los propietarios u ocupantes de predios afectados.
- Redacción de actas-inventario de daños o depreciaciones ocasionadas por las obras y posterior indemnización a los afectados.

- Acuerdos con los propietarios u ocupantes para el trazado de sendas de acceso.
- Acuerdos con los mismos para la ubicación de nuevas porteras, incluyendo la eventual entrega de llaves de los respectivos candados.

#### **3.1.2.3. Obligaciones del Contratista**

El Contratista no iniciará, sin conocimiento de UTE, ninguna obra que pueda perjudicar la propiedad privada.

El Contratista evitará cuidadosamente producir daños innecesarios a la propiedad privada y entorpecer la actividad diaria normal de los usuarios de los predios afectados; todo daño o perjuicio que se ocasione sin autorización de la Dirección de Obra y que no sea imprescindible para la ejecución de las obras, deberá ser reparado, física o monetariamente, por el Contratista.

#### **3.1.2.4. Talado y erradicación de árboles**

En principio, el Contratista deberá talar los árboles, macizos o setos de más de 3,5 m (tres metros y medio) de altura o cuyo desarrollo se prevea pueda superar esa altura que estén a menos de 40 (cuarenta) metros del eje de alineación para el caso de la línea de 500 kV y de 30 (treinta) metros en la línea de 150 kV.

Concretamente, en el caso de valles pronunciados, UTE podrá disponer la subsistencia de árboles altos pero que no representen peligro alguno por encontrarse a gran distancia vertical de los conductores.

Teniendo presente que UTE no desea perjudicar innecesariamente a los usuarios de los predios afectados, el Contratista no procederá a tala alguna sin autorización previa de la Dirección de Obra.

De acuerdo a la ley 15939 y decreto 330/93 el Contratista deberá gestionar los permisos para la tala de árboles en la zona de obra ante la oficina de Bosque nativo de la Dirección General Forestal del MGAP.

El Contratista, con por lo menos 15 días de antelación pedirá a UTE el acta-inventario correspondiente a los árboles a talar en cada predio (según se indica en art. 13. 1.2.2). Previamente deberá marcar con pintura los árboles que corresponda talar. A menos que el propietario u ocupante del predio indique lo contrario, los troncos serán cortados en tramos de 2,2 m (dos metros y veinte centímetros) de longitud, para utilización como postes de alambrado; los gajos seccionados en tramos de 0,5 m (cincuenta centímetros) para utilización como leña; en cuanto al follaje será retirado en forma que no ocasione daños ni molestias.

Todos los elementos aprovechables, tales como puntales, postes o leña, serán inventariados por el Contratista y entregados al ocupante del predio, bajo recibo; UTE

recibirá copia de esta documentación.

El Contratista procederá a la erradicación definitiva de los árboles talados dentro de la faja de servidumbre. Para ello puede optar por la aplicación del producto Tordón o similar, inmediatamente de cortados los mismos. Para la aplicación se seguirán las instrucciones del fabricante del producto. Además el personal encargado de las tareas deberá estar debidamente autorizado por el MGAP.

El Contratista podrá proponer en algunos casos la extracción del tocón como alternativa a la aplicación de productos químicos; la decisión sobre la solución a adoptar queda a criterio de la Dirección de Obra.

El precio de estos trabajos se considera incluido en el renglón Talado y erradicación de árboles.

Es de exclusiva responsabilidad del Contratista obtener la erradicación definitiva especificada, debiendo repetir el proceso de erradicación tantas veces como sea necesario a criterio de la Dirección de Obra y con cargo al Contratista hasta la Recepción Definitiva de la obra.

#### **3.1.2.5. Sendas de acceso**

El Contratista estudiará la zona donde se desarrollarán las obras a efectos de elegir el mejor trayecto de acceso a cada una de las estructuras, partiendo de caminos de uso público. Las sendas de acceso se utilizarán a lo largo de la vida útil de la instalación por lo tanto su construcción debe reunir las condiciones que posibiliten su mantenimiento a un bajo costo. Por ello se convendrá con la Dirección de Obra las obras de arte (calzadas, alcantarillas, etc.) a realizar para salvar los accidentes del terreno (cañadas, zanjas, cunetas, etc.).

No se podrá desviar o interceptar ningún curso de agua, desagüe permanente o intermitente salvo expresa autorización del Director de Obra. Los desvíos autorizados serán temporales limitados a la duración de la obra y el flujo natural de drenaje deberá ser restituido a su estado original.

En caso de que se requiera realizar tala de monte ribereño, la madera tanto de troncos como de ramas, se deberá retirar fuera del área inundable en un periodo menor a 10 días.

El material de préstamo para obras deberá ser extraído de canteras autorizadas.

Queda expresamente prohibido al enterramiento de cualquier tipo de residuos.

El no cumplimiento de alguno de estos puntos, de cualquier normativa ambiental vigente o de indicaciones expresas impartidas por UTE dará lugar a la generación por

parte de UTE de un documento de no conformidad que será considerado como antecedente negativo para próximas licitaciones.

En el transcurso de los trabajos la Dirección de Obra podrá ordenar la ejecución de nuevas obras de arte si los accidentes del terreno y los factores climáticos lo hicieran necesario.

El Contratista preparará planos donde figurarán los trayectos recomendados así como las porteras, sendas, puentes o alcantarillas que se deban construir y también las puestas a tierra de cercos.

Para la elección de los citados trayectos se tendrá especialmente en cuenta:

- Ubicación definitiva de las estructuras, basada en el estudio planialtimétrico
- Existencia de caminos o sendas ya trazados, los cuales deberán aprovecharse en la medida de lo posible, mejorando algún tramo de ser necesario
- Naturaleza del terreno circundante (se evitará atravesar zonas de bañado o con pendiente superior al 15%)
- Utilización del terreno circundante (se procurará evitar daños en cosechas y plantaciones)
- Disposición de alambrados y ubicación de porteras existentes.

La entrega a UTE del plano de accesos y su aprobación es condición previa para la iniciación de los trabajos en sitio.

El rubro accesos se pagará porcentualmente y de acuerdo con el tramo de línea que tenga finalizados los trabajos, es decir, planos entregados y caminos y obras de arte necesarias terminados.

Previo a la Recepción Provisoria se corregirán los planos de accesos según obra, introduciendo las modificaciones que hubieran surgido durante el desarrollo de la misma.

Las sendas deben ser construidas de modo de asegurar el acceso de UTE a las torres en condiciones climáticas variables (lluvia, períodos de crecidas, etc.), por lo que para su ejecución deberá tenerse en cuenta estos factores

El ancho de las sendas de acceso de que trata la servidumbre de paso será el indispensable para el paso de vehículos o maquinaria. En la zona más ancha (determinada por el cruce de dos vehículos en sentido contrario) la medida del ancho no excederá de 8m.

Deberán atenderse los siguientes requerimientos:

- En todos los casos en que se coloquen caños se deberán construir cabezales que eviten la erosión.
- En los casos de pendientes pronunciadas inevitables se harán drenajes transversales.

Las vías de acceso serán conservadas en buenas condiciones hasta la Recepción



Provisoria, a efectos de que puedan ser utilizadas para el mantenimiento de las instalaciones por UTE.

#### **3.1.2.6. Torres en zonas de cultivo**

Si en el lugar de implantación de una torre existieran viñedos o cultivos similares se admitirá el retiro de las plantas o pies de viña directamente afectados por la construcción de las fundaciones.

Los sostenes de las plantas no directamente afectadas se reacondicionarán para que la explotación pueda continuar normalmente.

Las indemnizaciones que correspondan efectuar a los usuarios de los predios por la aplicación estricta de las servidumbres de obra, acceso, explotación y seguridad, estarán a cargo de UTE.

Las indemnizaciones que correspondan en caso de haberse incurrido en más daños que los estrictamente necesarios, serán afrontadas por el Contratista.

#### **3.1.2.7. Porteras**

Se suministrarán y colocarán las porteras que signifiquen una reducción apreciable del trayecto de acceso a determinadas estructuras.

El Contratista suministrará e instalará las porteras con todos sus accesorios; en particular procederá al agujereado de postes, al afirmado de los postes que sostienen la portera, al tensado de los alambrados existentes y a una eventual regularización del terreno circundante, de modo de asegurar la facilidad de los accesos y la apertura total de la portera.

A efectos de identificar las porteras que servirán de acceso a las torres, incluyendo las existentes, el Contratista se hará cargo de pintar el larguero superior de las hojas de las porteras de color naranja. Además se agregará una indicación de a qué torres se accede desde esa portera.

Las porteras serán de madera dura, perfectamente estacionada, homogénea y libre de nudos, oquedades, torceduras y cualquier otro defecto constitutivo del material. El material constituyente puede ser lapacho o curupay. Los postes serán rectos, de sección uniforme y adecuadamente tratados con creosota u otro preservativo de reconocida eficacia.

Se dará a la portera, previo a su colocación, 2 manos de aceite de linaza cocido.

Serán de dos hojas y las dimensiones serán de 3.50 m de largo por 1.45 m de alto. Si el

Contratista necesitara un ancho de paso mayor para su equipo de montaje, podrá instalar porteras de 2 hojas cubriendo una distancia de 4.50 m, de calidad similar a las indicadas anteriormente.

Todos los bulones, tuercas, arandelas y restantes herrajes serán de acero cincado.

Se prestará especial atención a la fundación de los postes de arranque de la portera. Esta debe ser lo suficientemente profunda, y contener el suficiente hormigón debidamente compactado, como para evitar que con el transcurso del tiempo, el tiro del cerco de alambres adyacente produzca un corrimiento del arranque del extremo de la portera. Será de exclusiva responsabilidad del Contratista la efectividad del procedimiento realizado

El Contratista suministrará cadenas cincadas, de tamaño adecuado para el cierre de las porteras y candados, con sus correspondientes llaves.

Los candados serán de bronce de buena calidad de 50 mm.

El Contratista suministrará para cada portera candados de bronce, tipo “Yale”, con sus correspondientes llaves, con la inscripción grabada “U.T.E”, de acuerdo al siguiente detalle:

- 1) En porteras ubicadas en cercos que dan a un camino público; 2 (dos) candados,
- 2) En porteras ubicadas en cercos medianeros, 1 (un) candado.

Se proveerán 2 tipos de candados:

Tipo 1- Todos con la misma combinación y una misma llave común.

Se colocara un candado de este tipo en cada portera. Las llaves correspondientes a estos candados estarán en poder del personal responsable del mantenimiento de la línea.

Tipo 2- Con combinaciones todas diferentes entre sí y de los del tipo 1. Se colocarán en las porteras ubicadas en cercos que dan a un camino público y sus llaves quedaran en poder de los dueños o usuarios de las propiedades donde se instalen. Los candados del tipo 1 y los del tipo 2, se colocaran en serie en las porteras de manera de permitir que estas puedan ser abiertas independientemente por el propietario o por el personal de mantenimiento de la línea.

Si la portera está dentro de una propiedad, no se colocarán candados.

Los candados propuestos serán sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra antes de su entrega.

Se suministrará en exceso un 10 % del número total de candados necesarios de los 2 tipos.

### **3.2. OBRAS CIVILES**

#### **3.2.1. Ubicación de las torres en el terreno**

##### **3.2.1.1. Limpieza del área**

El Contratista procederá a la limpieza de un área mínima acorde a la estructura a instalar o fundación a construir procurando minimizar el impacto ambiental de la implantación.

##### **3.2.1.2. Tolerancias**

El Contratista deberá ubicar las torres en el terreno de acuerdo a lo indicado en el proyecto de distribución de torres presentado y aprobado, marcando su posición por medio de una varilla de hierro fijada en una base de hormigón, sobre la cual se grabará el número progresivo de torre. La tolerancia en la ubicación de dichas astas, con referencia a la alineación prevista, será de 3cm y la tolerancia de desplazamiento en el sentido longitudinal será de 20cm.

##### **3.2.1.3. Orientación de las fundaciones**

En un tramo recto de la línea, la fundación de cada torre estará colocada de manera que el eje longitudinal de las ménsulas, resulte ubicado en un plano perpendicular al trazado de la línea.

La fundación para cada torre ángulo se colocará de manera que las ménsulas de la torre queden en el plano bisectriz del ángulo, formado por la intersección de los trazados de las secciones adyacentes de la línea.

La orientación de torres terminales donde se verifique un ángulo de alineación, teniendo en cuenta el hecho de que la tensión mecánica de los cables entre el pórtico de estación y dicha torre terminal será mucho menor que para el resto de la línea, será tal que las ménsulas resulten perpendiculares a la línea.

Las tolerancias para la ubicación de las fundaciones son las siguientes:

Horizontales: semi-diagonal..... 1 mm/m  
                  semi-lado..... .1 mm/m

Verticales: diagonal.....1 mm/m  
              lado..... .1 mm/m

Rotación de los hierros de anclaje..... 1°

Inclinación de los hierros de anclaje.... 0,5°

Las distancias de los vértices del cuadrado de la base a los ejes de alineación (o bisectriz en el caso de torres de ángulo) no deben diferir entre sí más de 0,5%.

#### **3.2.1.4. Relevamiento de las fundaciones de cada pata**

Una vez aprobada por UTE la ubicación y orientación definitivas de las torres en el terreno, el Contratista procederá al relevamiento altimétrico de las diagonales, a fin de determinar la necesidad del empleo de patas desniveladas.

### **3.2.2. Excavaciones**

#### **3.2.2.1. Ejecución de los trabajos**

En el proceso de excavación se cuidará de limitar al mínimo la alteración del terreno circundante.

El material excavado, que sea apropiado, será utilizado posteriormente como material de relleno.

Cuando la excavación se realice en zonas de labranza o terrenos cultivados, la tierra vegetal se separará, no siendo utilizada para el relleno.

No se recurrirá al uso de explosivos, salvo en casos excepcionales y con aprobación previa de UTE. Si las excavaciones deben realizarse en la proximidad de cursos de agua que puedan afectar la fundación, el Contratista deberá desviar en forma segura dichos cursos y/o realizar, las obras auxiliares a fin de proteger adecuadamente la fundación.

La calidad del suelo será sometida a consideración de UTE previamente al hormigonado.

Las excavaciones se mantendrán limpias y en condiciones de seguridad hasta el momento de la colocación del hormigón.

El Contratista limpiará los pozos del material que se hubiera acumulado en los mismos, desde el momento de su ejecución, o que se hubiera alterado por la acción de agentes externos. UTE podrá exigir la realización de un contrapiso de regularización, sin costo adicional.

Mientras las excavaciones estén abiertas se adoptarán todas las medidas de seguridad necesarias para la protección de personas o animales. Los elementos de protección serán retirados posteriormente al relleno de las excavaciones.

### **3.2.2.2. Excavaciones en exceso**

En el caso de excavaciones efectuadas en exceso en relación a la profundidad requerida, se rellenará la misma con hormigón magro, quedando el costo resultante de este relleno a cargo del Contratista.

### **3.2.3. Fundaciones**

#### **3.2.3.1. Ejecución de las obras**

El Contratista no podrá iniciar la construcción de las fundaciones, antes que UTE haya aprobado los diseños a utilizar.

Se dará al hormigón una terminación prolija y con pendientes que impidan acumulación de agua junto a los hierros de anclaje ("remate en punta de diamante"). Esta terminación deberá realizarse al mismo tiempo que se realice el hormigonado, no admitiéndose capas de material superpuesto para tal fin.

La fundación se estudiará especialmente, en caso que el terreno sea erosionable o de características variables. Se deberán presentar proyectos bien detallados, ampliamente experimentados en obras similares.

Para las fundaciones que se encuentren en terrenos con declives, inundables o con agua subterránea, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que la estabilidad no pueda disminuir en el transcurso del tiempo, en particular debido a fenómenos hidrológicos. Al respecto se analizarán cuidadosamente las posibilidades de socavación de las fundaciones por efecto de las corrientes, y de desplazamiento de las márgenes de ríos o arroyos.

En las zonas de cultivos debe tenerse presente la posibilidad de que el agua de escurrimiento superficial contenga sales en disolución (sulfatos, sulfuros, cloruros, anhídrico carbónico) lo cual unido a un bajo pH estaría determinando condiciones agresivas para el hormigón y el acero. En tales casos así como en presencia de suelos agresivos deberá adoptarse un contenido de cemento en el hormigón de 400 kg/m<sup>3</sup> así como una relación agua-cemento inferior a 0,45.

Como solución alternativa, deberá estudiarse en el caso de suelos muy agresivos el recubrimiento de la superficie del hormigón con un revestimiento de tipo epóxico.

Se exigirá la construcción de un contrapiso de hormigón de regularización del suelo, de un espesor entre 5 y 10cm y una dosificación de cemento de 200 kg/m<sup>3</sup>. Esta tarea se considera incluida dentro del precio de la fundación.

En el caso de las perforaciones para la instalación de anclajes en roca se lavará cada

una de ellas cuidadosamente utilizando chorros de agua y aire hasta que el agua de lavado salga clara y sin fragmentos de roca.

El Contratista deberá presentar un registro para cada piquete indicando tipo de anclaje, profundidad de la perforación, longitud de la barra, composición de la lechada, eventual extracción de muestras para la determinación de propiedades, etc.

### **3.2.3.2. Fundaciones especiales**

Debido a características especiales del suelo o en caso de zonas inundables, como en las márgenes de ríos y arroyos, podrá requerirse la construcción de fundaciones especiales, las que serán diseñadas en acuerdo con UTE. Podrá tratarse de fundaciones mediante pilotes u otros recursos especiales.

La fundación se estudiará especialmente en caso que el terreno sea erosionable o de características variables. Se deberán presentar proyectos bien detallados, ampliamente experimentados en obras similares, los que serán sujetos a la aprobación de la Administración.

En caso de utilizarse pilotes, éstos serán de hormigón armado. Podrán ser hechos en sitio o premoldeados. Los cabezales irán arriostrados entre sí por elementos dimensionados para evitar movimientos o deformaciones debidas a fuerzas horizontales.

Para los pilotes de hasta 12m de longitud, las armaduras longitudinales serán de una sola pieza, sin empalmar. Para pilotes con longitudes mayores a 12m solamente se autorizará la ejecución de empalmes soldados que irán desfasados de modo que no exista más de un empalme en una misma sección.

Si algún pilote hubiera sido instalado con apartamiento de la vertical superior a 2% el proyecto de la fundación se modificará en lo que sea necesario.

No se admitirá una separación mayor de 0,10m del eje del pilote, con respecto a su correcta ubicación según proyecto, medida en el plano inferior del cabezal. Todos los pilotes que resultaren quebrados durante la hincada, se descartarán, siendo demolidos, retirados y reconstruidos por el Contratista y a cargo del mismo.

Podrá requerirse la ejecución de un ensayo de integridad del 15% de los pilotes ejecutados, si se constataran irregularidades se realizarán ensayos en otra muestra de pilotes de igual tamaño.

En caso de duda de la capacidad portante de uno o más pilotes, por incorrecta fabricación y/o colocación, se ensayarán mediante gatos hidráulicos con manómetros calibrados que permitan determinar la magnitud de carga con una precisión de 0.5 t. Las cargas se aplicarán en incrementos de 5 toneladas mantenidas durante 60 minutos, hasta que se produzca la falla del pilote o se mantenga por 24 horas después de cesar

todo asentamiento, un máximo de 2 veces la carga útil del pilote.

En caso de encontrarse suelos superficiales o napa freática agresivos al acero se deberá prever una protección adicional al galvanizado (ej. revestimiento epoxi horneado o acero inoxidable), la que deberá ser propuesta durante la ejecución del proyecto de detalle, que cubra convenientemente todos los elementos metálicos (riendas, etc.). Se formularán instrucciones y procedimientos para el mantenimiento durante la vida útil de la línea.

### **3.2.3.3. Disposición de los fustes**

#### Zunchos de costura

Se armará el hormigón en el tope de los macizos de fundación, rodeando el hierro de anclaje con un zuncho de costura, hecho con barra redonda de acero de 12mm de diámetro. Este zuncho tendrá por lo menos 6 espiras con paso no mayor de 120mm y diámetro interior no menor que 1,2 veces la distancia entre los dos puntos más alejados de la sección transversal del hierro ángulo de anclaje.

Todas las barras de refuerzo del hormigón de cada macizo (estribos, hierros verticales, zuncho en espiral), serán vinculadas entre sí y con el hierro de anclaje, por medio de varillas auxiliares, de modo de formar un único conjunto desde el punto de vista eléctrico.

#### Terrenos con pendiente

El fuste de cualquier fundación sobresaldrá por lo menos 30cm del nivel del suelo.

Como norma general, deberán alterarse lo menos posible las condiciones naturales del suelo en las zonas de los macizos de fundación.

Teniendo en cuenta que la distribución de las torres se ha hecho suponiendo en todas ellas las cuatro patas iguales, la prolongación de fustes de hormigón y el suministro de patas de distinta longitud en las cantidades apropiadas, será responsabilidad del Contratista.

#### Terrenos inundables

En las zonas afectadas por crecidas las fundaciones deberán elevarse por lo menos 0.50m por encima del nivel de la máxima crecida conocida. Si los fustes se elevasen a más de 1,20m sobre el nivel del suelo, se dispondrán a partir de dicha altura y a distancias de aproximadamente 0,40m, peldaños de acero cincado de 18mm de diámetro, que se montarán en sitio antes de colocarse el hormigón y estarán en correspondencia con el montante que disponga de escalera de pernos para el ascenso del personal.

Se prestará especial atención a la posibilidad de socavación de las fundaciones por

efecto de las corrientes.

### **3.2.4. Componentes de hormigón o materiales**

#### **3.2.4.1. Normas aplicables**

Para la ejecución de obras de hormigón armado, y en lo no especificado, se cumplirá con lo establecido en la norma UNIT 1050.

#### **3.2.4.2. Componentes del hormigón**

Las proporciones de los componentes se ajustarán a efectos de cumplir con las condiciones de resistencia, trabajabilidad, impermeabilidad y durabilidad y sin que se exceda la relación en peso agua/cemento de 0,55.

Con 60 días hábiles de anticipación a su utilización, el Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra los agregados gruesos y finos, realizará en presencia de la misma la determinación de la curva granulométrica y con la dosificación propuesta procederá al llenado de probetas a efectos de comprobar su resistencia.

UTE se reserva el derecho de hacer ensayos a cargo del Contratista, si hubiera presunción de que los agregados no cumplen lo especificado. Aquel proveerá las facilidades que sean necesarias a efectos de poder obtener muestras representativas para ensayos, de acuerdo a lo establecido en la norma UNIT-NM 26.

Si durante la obra, surgiera la necesidad del empleo de aditivos, se requerirá la aprobación de la Dirección de Obra la que exigirá productos de reconocida eficacia.

#### **3.2.4.3. Resistencia**

El Contratista preparará con la dosificación propuesta seis probetas cilíndricas para ser ensayadas a los 7 días y otras seis para ser ensayadas a los 28 días.

Los resultados de los ensayos, certificados por un Laboratorio de Ensayo de Materiales aceptado por la Dirección de Obra, serán entregados a ésta para su aprobación, con 30 días hábiles de anticipación a su utilización en obra. Se establecerá la relación de resistencia a los 7 y a los 28 días para determinar la aceptación del hormigón elaborado en obra a la luz de los resultados que se obtengan de los ensayos a 7 días.

Durante la obra el Contratista deberá realizar a su cargo los ensayos de probetas. A esos efectos se extraerán 6 testigos por cada piquete hormigonado de una vez o por cada etapa de hormigonado, en el caso de las fundaciones que así lo requieran, y cada vez



que se cambie la procedencia de alguno de los componentes. Se ensayarán 3 a los 7 días y 3 a los 28 días.

Cuando los resultados de estos ensayos resulten inferiores a los valores de diseño, se rechazará automáticamente el hormigón del cual provienen las probetas.

No obstante, antes de proceder a su demolición, se podrá, si la Dirección de Obra lo estima conveniente, hacer ensayos no destructivos u obtener probetas testigos del hormigón ya endurecido, para, con los resultados obtenidos, decidir sobre el destino de la estructura. Las investigaciones dispuestas, debidas al rechazo, serán de cargo del Contratista. Si se decide la demolición y posterior reconstrucción del hormigón cuestionado estas operaciones estarán también a cargo exclusivo del Contratista.

UTE podrá acordar un nuevo precio, inferior al del Contrato, para el hormigón que no cumpla las condiciones de resistencia requeridas, pero a su vez no se haya ordenado su demolición.

Para la realización de los ensayos, el Contratista podrá recurrir al mencionado Laboratorio de Ensayos de Materiales o disponer en obra de una prensa adecuada provista de dos manómetros, uno instalado en la prensa y el otro en poder de UTE para que ésta pueda hacerlo contrastar. Serán de cargo del Contratista los costos que se originen por esa contrastación.

#### **3.2.4.4. Consistencia**

La cantidad de agua se ajustará de modo de asegurar una consistencia adecuada del hormigón y para corregir las variaciones de humedad o granulometría de los agregados.

No se admitirá agregar agua para compensar el espesamiento del hormigón, debido a un exceso de mezclado o a un secado objetable antes de su colocación.

Se exigirá uniformidad en la consistencia del hormigón de distintas cargas. La muestra para ensayo será representativa de la carga.

Los resultados del ensayo de asentamiento, realizado de acuerdo con la norma UNIT-NM 67 y en la primera canchada de cada día estarán comprendidos entre 2 y 6 cm para patines, cabezas y riostras y entre 4 y 9 cm para fustes, pilares, pilotes.

UTE se reserva el derecho de exigir un asentamiento menor siempre que sea posible y que se obtenga hormigón de mejor calidad.

#### **3.2.4.5. Cemento**

Para la construcción de las fundaciones se empleará únicamente cemento del tipo

portland común que cumpla con las especificaciones de la norma UNIT 20.

Tanto el uso de cemento portland de alta resistencia inicial como el de aceleradores de fraguado será limitado a los casos excepcionales que determine y autorice la Dirección de Obra. Análogamente se procederá para el empleo de cementos de elevada resistencia a la acción de los sulfatos.

El cemento se transportará y almacenará siguiendo métodos que impidan la absorción de humedad. El Contratista usará el cemento en el orden cronológico de su llegada a la obra, para que no se vuelva indebidamente viejo.

UTE se reserva el derecho de hacer ensayos si hubiera presunción de que se haya alterado el cemento almacenado en la obra o si hubieran transcurrido más de tres meses desde su llegada a la misma. Se harán los ensayos físicos y mecánicos de acuerdo con la norma UNIT 21 y análisis químicos según la norma UNIT 22. Los mismos se realizarán en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería de Montevideo u otro laboratorio reconocido equivalente, a cargo del Contratista.

Todo el cemento para ensayos será suministrado por el Contratista a su cargo. Las muestras a ensayar se extraerán del cemento almacenado en obra y según lo establecido en la norma UNIT 20.

Se rechazarán los cementos que no cumplan las condiciones establecidas. También se rechazará el cemento que se presente alterado o con terrones en el momento de su empleo.

#### **3.2.4.6. Arena**

El término arena se usa para designar agregados en los cuales la máxima dimensión de las partículas es de 5mm.

La arena será de composición silícea y consistirá de partículas de roca dura, densa, durable y estará libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones de arcilla, partículas blandas, materias carbonosas y otras sustancias extraordinarias. Su granulometría responderá a la norma UNIT 82.

El contenido de polvo impalpable que pasa a través del tamiz UNIT 74 (determinación de acuerdo a la norma UNIT 72) no excederá de 5% en peso.

Realizado el ensayo correspondiente a impurezas orgánicas (UNIT-NM 49) el material propuesto deberá presentar un índice colorimétrico menor de 500 partes por millón (500 ppm).

El porcentaje de materias carbonosas determinado por el método de la norma UNIT 84 será inferior al 0,25% en peso.

Realizada la determinación del contenido de terrones de arcilla, según la norma UNIT-NM 44, el porcentaje en peso máximo admitido será el 1,5%.

La arena sometida al ensayo de durabilidad (AASHTO T 104) con una solución de sulfato de sodio, después de cinco ciclos de ensayos, no deberá sufrir una pérdida de peso superior al 10%.

Asimismo se someterá a la arena a ensayos de determinación de componentes potencialmente reactivos con los álcalis del cemento, según se indica a continuación para los agregados gruesos.

#### **3.2.4.7. Agregados gruesos**

El término agregado grueso se usa para designar a aquellos en los cuales las dimensiones de las partículas están comprendidas entre 5 y 40mm. Podrá provenir de la trituración de rocas u otros materiales duros, compactos y resistentes, o de la desintegración natural de los mismos, siempre que cumplan con los requisitos de la norma UNIT 102. Serán inertes a la acción de los agentes atmosféricos y de los demás elementos constitutivos del hormigón. A su vez, no deberán contener sustancias que afecten la resistencia y durabilidad del hormigón, o ataquen el acero. En particular, se prohíbe el empleo de agregados que contengan sílice cristalina (calcedonia) o amorfa (ópalo) que al reaccionar con los álcalis del cemento producen un gel expansivo que provoca la fisuración del hormigón. Se llevarán a cabo los ensayos necesarios para descartar el empleo de agregados potencialmente reactivos.

La cantidad de fragmentos alargados no deberá ser mayor del 10% en peso. Se entiende por fragmentos alargados aquellos cuya mayor dimensión sea superior a cinco veces su menor espesor.

El porcentaje de materias carbonosas determinado por el método de la norma UNIT 102 será inferior al 0,25% en peso.

El contenido de polvo impalpable que pasa a través del tamiz 74, determinado de acuerdo a la norma UNIT 72 no excederá de 0,5% en peso para piedras naturales y de 1% para piedras de molienda.

El porcentaje en peso máximo admitido de terrones de arcilla, determinado según la norma UNIT-NM 44, será el 0,25%.

Ensayado al desgaste por el método de la máquina Los Ángeles, de acuerdo a la norma UNIT-NM 51, el resultado será inferior a 50%.

La determinación del porcentaje de partículas blandas se efectuará de acuerdo a la

norma UNIT-NM 32 y el máximo admisible en peso será el 3%.

El agregado grueso sometido al ensayo de durabilidad con una solución de sulfato de sodio, después de cinco ciclos de ensayo, no deberá sufrir una pérdida de peso superior al 12% (AASHTO T 104).

#### **3.2.4.8. Agua**

El agua estará libre de cantidades objetables de sedimentos, materias orgánicas, sales y otras impurezas. Se utilizarán los servicios de OSE. Serán de cuenta del Contratista todos los gastos que se originen por la obtención y uso de agua.

Cuando la Dirección de Obra lo considere necesario, el agua será ensayada por los métodos indicados en la norma AASHTO T 26.

En ningún caso el agua contendrá impurezas que causen una variación importante en el tiempo de fraguado o una reducción mayor del 10% de la resistencia a compresión del hormigón comparadas con las obtenidas en una mezcla con agua destilada.

#### **3.2.4.9. Acero para armaduras**

Las barras de refuerzo que se empleen en la construcción del hormigón armado corresponderán a las calidades de acero tipo I y III según denominación de la norma DIN 1045 o calidades equivalentes según normas UNIT.

#### **3.2.4.10. Piedras para hormigón ciclópeo**

Serán de un tamaño tal que puedan ser manejadas por un solo hombre y de dimensión máxima no superior a 50 cm. Deberán ser tenaces, sanas y limpias. El porcentaje de desgaste en ensayo por medio de la máquina de Deval (UNIT 30) no será superior al 3,5%. Con preferencia se usarán piedras de superficie áspera y forma angulosa.

#### **3.2.4.11. Almacenamiento de materiales**

El almacenamiento de los materiales deberá realizarse sobre plataformas de hormigón pobre, láminas de polietileno de suficiente resistencia al desgarro, o chapas metálicas.

El cemento se dispondrá por partidas en depósitos convenientemente resguardados de lluvia, humedad y cambios de temperatura.

Los silos de cemento serán del tipo autodescarga y preferiblemente una partida de cemento será descargada completamente del silo antes del ingreso de la siguiente partida.

Las barras de acero destinadas a armaduras deberán también ser almacenadas sobre plataformas.

Los aceros, así como los cementos de distintas calidades se almacenarán separadamente y se señalarán de manera que no puedan confundirse.

### **3.2.5. Elaboración del hormigón**

#### **3.2.5.1. Medición de materiales**

Los medios y equipos que proveerá el Contratista para medir la cantidad de cada uno de los componentes del hormigón deberán contar con la aprobación de la Dirección de Obra.

El cemento se medirá en base a sacos sin fraccionar enteros o por peso.

En el caso de que la medida de la arena y cada tamaño de agregado grueso se realice por volumen, esta operación se hará enrasando el borde superior del recipiente de medida. Si este procedimiento de medida no se cumpliera a satisfacción de UTE, ésta se reserva el derecho de exigir la medida en peso.

#### **3.2.5.2. Mezclado**

El hormigón será mezclado en hormigoneras de tipo y capacidad previamente aceptado por la Dirección de Obra.

Cada mezcla y sus operaciones estará sujeta a la aprobación de UTE. Esta se reserva el derecho de ordenar un aumento del tiempo de mezclado cuando no se obtengan cargas de hormigón de consistencia uniforme.

El Contratista podrá disponer plantas de hormigonado, fijas o móviles, ubicadas estratégicamente a lo largo de la traza con dispositivos adecuados para efectuar la medición en peso de cada uno de los materiales que constituyen cada carga de hormigón.

#### **3.2.5.3. Encofrados**

Se usarán donde sea necesario confinar el hormigón y darle la forma indicada en los planos.

Todos los moldes deberán tener la rigidez y resistencia necesaria para soportar sin deformarse la presión hidrostática del hormigón, los esfuerzos ocasionados por el vibrado y eventuales sobrecargas. Sus superficies estarán limpias y serán suficientemente estancas de modo de evitar la pérdida de mortero o lechada y rectificarse perfectamente

después de cada empleo, cuando corresponda.

El sistema de moldes y andamiaje deberá ser aprobado y recibido por la Dirección de Obra, previamente al llenado. Esta inspección no exime al Contratista de la responsabilidad por el correcto funcionamiento del sistema durante su utilización. En casos de construcciones importantes la Dirección podrá exigir la presentación de los cálculos de resistencia de los encofrados y planos de los mismos.

Si al desencofrar aparecieron defectos tales como "nidos de abejas" el Contratista propondrá a la Dirección el método de reparación.

#### **3.2.5.4. Colocación en obra**

No se colocará hormigón en obra sin que la Dirección de Obra haya observado el acondicionamiento del terreno de fundación y la disposición, diámetro y calidad de las armaduras.

Los métodos y equipos usados para transportar el hormigón, harán posible la entrega del mismo en el lugar de colocación, sin objetable segregación del material o disminución del asentamiento.

La colocación se hará de manera continua hasta la terminación de la parte de la estructura a realizarse.

Todo el hormigón se colocará en obra a la luz del día.

Se evitará verter el hormigón desde alturas tales que hagan posible la segregación de los diferentes materiales a causa de su distinto tamaño y/o densidad. En particular, en el caso de fustes o pilares se preverán en los encofrados aberturas que permitan verter el hormigón desde una altura no superior a 1,50 m.

El hormigón se colocará en capas aproximadamente horizontales, de espesor inferior a 30 cm.

Cada capa de hormigón se vibrará con vibrador de tipo de inmersión y alta frecuencia para asegurar la eliminación de huecos y la obtención de la mayor compacidad posible. La potencia y frecuencia deberá adecuarse a la granulometría y volumen de hormigón usados. La utilización de los vibradores debe ser realizada por personal capacitado bajo vigilancia experta, evitando que queden partes de hormigón sin vibrar, segregación de los materiales, desajuste de las armaduras o encofrados, etc.

No se deberá colocar hormigón cuando la temperatura ambiente sea menor de 5° C o cuando, aún siendo mayor, se prevea que en las horas inmediatas pueda descender de ese límite. La temperatura del hormigón en el momento de colocado no excederá de 25° C ni será menor de 10° C. Se tomarán las precauciones necesarias para asegurar estos

límites.

En aquellos casos en que exista presencia de agua, previamente al hormigonado deberá procederse al bombeo de la misma, mediante una canaleta perimetral y luego efectuarse la limpieza de la excavación.

Con respecto a la terminación de las superficies de hormigón no limitadas por encofrados, se trabajarán con herramientas adecuadas para darles un aspecto análogo al obtenido con llana.

El hormigón en el tope de la fundación tendrá la pendiente adecuada para que el agua escurra fácilmente, desde el elemento metálico empotrado hacia afuera.

Se evitará el excesivo allanado de la superficie mientras el hormigón esté plástico.

En todos los casos la terminación de la fundación se deberá hacer a continuación del hormigonado, es decir en una sola etapa.

#### **3.2.5.5. Juntas de construcción**

Su ubicación estará prevista en los planos, en su defecto serán fijadas por la Dirección de Obra desde el principio del trabajo de hormigonado, atendiendo al modo de operación, rendimiento de las hormigoneras, naturaleza del elemento, etc.

Las superficies de las juntas de construcción deberán estar limpias y húmedas en el momento de colocar el hormigón fresco. La limpieza consistirá en la remoción del hormigón suelto lográndose que aparezca la superficie rugosa del hormigón endurecido.

La Dirección podrá ordenar el uso de adhesivos entre el hormigón fraguado y el hormigón a colocar, sin costo adicional. Las superficies a unir cumplirán con las recomendaciones del producto a emplear y deberá realizarse una aplicación cuidadosa del mismo.

Únicamente se admitirán aquellas juntas de construcción que hayan sido indicadas en los planos constructivos de las fundaciones y oportunamente aprobados por la Dirección de Obra.

#### **3.2.5.6. Curado del hormigón**

Inmediatamente de terminada la colocación del hormigón las superficies expuestas se protegerán debidamente de los rayos solares, viento, lluvias y/o heladas y de toda acción mecánica perjudicial.

El hormigón deberá curarse, por lo menos durante los primeros 10 (diez) días a partir de la finalización de su colocación, mediante la aplicación de un producto químico o con

agua, manteniendo en este caso las superficies continuamente húmedas y protegidas con láminas de polietileno, arena, lonas, etc. Se evitará aplicar agua a presión directamente sobre el hormigón.

En el caso de emplearse encofrados de madera, mientras éstos estén colocados, se mojarán regularmente para evitar que se sequen.

Cuando el hormigón quede expuesto a las heladas, se mantendrá a una temperatura no inferior a 10° C por lo menos durante una semana después de colocado.

Los elementos premoldeados fabricados en obrador podrán curarse con vapor.

#### **3.2.5.7. Desencofrado**

Los encofrados se quitarán con cuidado para evitar dañar el hormigón.

El período mínimo de permanencia de los moldes será de 3 días en el caso de fustes, caras laterales de vigas, muros de contención.

#### **3.2.5.8. Hormigón dañado o defectuoso**

El hormigón dañado por cualquier causa, así como el que se encuentre defectuoso por razones de construcción se quitará y reemplazará de acuerdo con la Dirección de Obra a expensas del Contratista.

#### **3.2.5.9. Armaduras**

Las armaduras se colocarán en el hormigón según se muestra en los planos, en los que se indicará la calidad, diámetros, posición y forma de las mismas.

Las superficies de las barras, así como las de cualquier soporte metálico para las mismas, se limpiarán de herrumbre, costras, barro, grasa u otras sustancias extrañas antes de colocarlas.

Se considerarán objetables las escamas gruesas de herrumbre y las costras desmenuzables que se puedan quitar por frotación firme con arpillera.

En casos de usarse bloques de mortero para soportar armaduras, la forma, dimensión y composición del mortero para la fabricación de los mismos, serán adecuados.

Las armaduras, después de colocadas, se mantendrán limpias hasta quedar completamente inmersas en el hormigón. Todas las armaduras se protegerán con un recubrimiento mínimo de hormigón de 5cm incluyendo estribos y uniones.



Las barras se colocarán en su posición de modo que no sufran corrimientos durante la colocación del hormigón.

Para soportar la armadura el Contratista podrá usar asientos, soportes, colgantes, espaciadores, etc. No se permitirá el uso de elementos corroibles de esta índole en la proximidad de las superficies vistas del hormigón.

No se permitirá suspender la armadura de los fustes de la plantilla que se utiliza para ubicar los hierros de anclaje en posición.

#### **3.2.5.10. Hierros de anclaje**

Los ángulos de anclaje se soportarán rígidamente en la posición adecuada en forma de evitar desplazamientos o vibraciones impropias durante la colocación del hormigón. A los efectos de asegurar con toda exactitud la posición según la elevación e inclinación requeridas, deberá emplearse una estructura auxiliar (plantilla). El posicionado definitivo deberá comprobarse por medio de teodolito y nivel óptico.

En dicha operación podrán admitirse las siguientes tolerancias:

- a. la diferencia de elevación entre partes homólogas de dos hierros de anclaje no excederá de la milésima parte de su distancia horizontal
- b. la elevación real de cualquier hierro de anclaje no diferirá de la elevación proyectada en más de 15mm
- c. los hierros de anclaje se colocarán de modo que su posición no difiera horizontalmente de la correcta en más de 6mm
- d. la inclinación de los hierros de anclaje no diferirá de la correcta en más de 0,5°.

#### **3.2.6. Rellenos**

El Contratista no procederá a efectuar el relleno antes de tres días de colocado el hormigón y dispondrá de un plazo máximo de 15 días para realizar dicha operación. Previamente a la misma se deberá retirar de la excavación el agua, barro y todo material que conspire contra una buena compactación.

Se utilizará para el relleno el mejor material obtenido durante la excavación. El mismo debe estar libre de raíces, trozos de roca u otras materias orgánicas. La tierra vegetal que fuera extraída de la excavación sólo podrá usarse para el relleno de los últimos 30cm. Será colocado y correctamente compactado mecánicamente por capas no mayores de 20cm.

El Contratista contará en obra con el equipo necesario para poder realizar

determinaciones de densidad in situ. UTE dispondrá efectuar dichos ensayos en todos los casos que considere necesario. Se exigirá una densidad del 95% de la máxima densidad de compactación determinada por el ensayo Proctor, en forma homogénea en todo el espesor del relleno.

Se someterá a la aprobación de la Dirección de Obra el método de compactación a utilizar, así como el compactador mecánico a ser empleado.

Si fuera necesario, se realizarán aportes de material adecuado para usar como relleno. El Contratista deberá suministrar a la Dirección de Obra muestras de los mismos, las que serán entregadas a un Laboratorio de Ensayos acreditado a efectos de determinar los valores de límite líquido, índice plástico, densidad seca máxima y humedad óptima, a cargo de aquel.

La Dirección de Obra puede objetar el material de las excavaciones a usar en el relleno de acuerdo a la calidad, humedad o granulometría que tenga ese material.

Si el aporte de material se realizará con préstamo del mismo predio donde se ubica la fundación, se deberá rellenar inmediatamente el pozo de préstamo. No se liquidará el rubro fundaciones si permanecieran abiertos los pozos de préstamo del mismo predio.

El material en exceso resultante de las excavaciones, así como el desechado se depositará en lugares apropiados, que se acordarán con UTE.

La superficie del terreno en cada torre quedará lisa y nivelada de forma que se mantengan adecuadamente drenadas las patas de la torre. El costo de estos trabajos será incluido en el precio de las fundaciones.

En terrenos de labranza, plantaciones de frutales o a pedido del propietario y con el visto bueno de UTE pueden dejarse los 30 cm superiores para rellenar con tierra vegetal.

En condiciones especiales, tales como en torres ubicadas en laderas, UTE podrá requerir la construcción de muros de contención para asegurar el eficaz comportamiento al levantamiento.

El pago de cada fundación quedará supeditado a la culminación de las tareas de relleno y correcta compactación.

### **3.2.7. Seguridad e higiene laboral**

El Contratista deberá cumplir con los requisitos de seguridad e higiene descritos en el Capítulo de Especificaciones Técnicas Generales (ETG).

En particular, se exigirá al Contratista el cumplimiento estricto de las condiciones de seguridad en las obras así como de las exigencias respecto de los obradores estipuladas en el Decreto 89/995 (Disposiciones Reglamentarias de Seguridad e Higiene para la Industria de la Construcción).

### **3.3. MONTAJES**

#### **3.3.1. Torres**

##### **3.3.1.1. Directivas generales**

El Contratista entregará Manuales describiendo los procedimientos de armado e izado de las estructuras.

El Contratista procederá al montaje de las torres, de acuerdo a los procedimientos establecidos en los diagramas de montaje, listados constructivos, planos e instrucciones correspondientes.

Para el montaje de las estructuras en el suelo se utilizarán escuadrías de madera apropiadas de modo que las piezas no resulten indebidamente solicitadas.

Las torres no serán colocadas sobre las fundaciones de hormigón, hasta por lo menos siete días después de la fecha de llenado.

El método empleado para armar y parar las torres estará sujeto al control por parte de UTE y asegurará que durante la operación ninguna parte de la estructura sea sometida a esfuerzos superiores a aquellos para los cuales fue diseñada.

Se evitará que un método inadecuado de montaje de las torres, provoque desalineamientos entre partes o elementos adyacentes de la estructura. Las uniones entre dos elementos serán cuidadosamente limpiadas antes de la colocación de los bulones de unión. Cuando se proceda a armar las torres en tierra, las mismas se mantendrán apoyadas sobre soportes de madera, para evitar el contacto directo con el suelo y mantener la estructura libre de tierra o materiales extraños que tiendan a adherirse a la misma. Se tendrá especial cuidado que al izar las torres por medios mecánicos (grúas, etc.) los perfiles de las mismas no sufran deformaciones permanentes. A tales efectos deberán colocarse elementos de rigidez temporarios para el armado. Asimismo se apretarán los bulones luego del montaje definitivo de la torre.

Si el parado se realiza mediante montaje en secciones parciales, el abulonado inicial será adecuado para los esfuerzos resultantes del peso propio, y esfuerzos de manipuleo, pero no se apretarán excesivamente los bulones para permitir el alineamiento de las secciones o elementos adyacentes. Las secciones parciales serán cuidadosamente soportadas durante la operación de parado. Se evitará el uso de herramientas que

puedan dañar las tuercas o el cincado de protección.

Todos los elementos serán transportados y manipulados con cuidado, para evitar que se dañe el cincado.

Los materiales dañados, se volverán a sumergir en baño de zinc, a menos que, a juicio de la Dirección de Obra, el daño sea local y pueda ser reparado aplicando un recubrimiento de pintura de zinc. Para ello, se limpiará primero con un paño impregnado en disolvente de petróleo liviano o dimetilbenceno y luego con cepillo de bronce fosforoso y solvente. Se aplicarán dos manos de pintura cincante siguiendo las indicaciones del fabricante. Dicha pintura será fabricada en base a polvo de cinc de acuerdo a las especificaciones más exigentes del país de origen

No se permitirá pintar superficies extensas.

Antes de proceder a la reparación la superficie se limpiará y cepillará adecuadamente.

Se rechazará cualquier elemento, que se vuelva a dañar después del segundo baño o reparación.

El Contratista reparará todo el material dañado a su costo.

No se admitirá el punzonado, taladrado, o escariado, para corregir la ubicación de agujeros mal ubicados por deficiencias del trabajo de perforación en fábrica, a menos que medie autorización escrita de UTE. Si se detectan errores de fabricación en las piezas de acero, el Contratista deberá notificarlo a UTE, quien decidirá el procedimiento a adoptar.

Cuando se realicen correcciones en obra, las superficies del acero que quedan expuestas alrededor de los agujeros o en el borde de los cortes serán cubiertas con una capa de pintura galvanizante.

#### **3.3.1.2. Colocación de bulones**

La colocación de bulones se ajustará al siguiente criterio:

- Los de eje horizontal tendrán su cabeza orientada hacia el interior de la torre
- Los de eje vertical tendrán su cabeza orientada hacia arriba.

Una vez completado el armado de la torre todos los bulones serán reapretados. Cada tuerca será asegurada en su posición definitiva, mediante la colocación de las contratueras correspondientes, suministradas a ese efecto.

### **3.3.1.3. Precauciones especiales**

Además de las normas de seguridad impuestas por las leyes y reglamentos vigentes, el Contratista deberá adoptar todas aquellas que sean razonables, a indicación de la Dirección de Obra.

En particular, toda vez que los trabajos se vean interrumpidos, se mantendrán desmontadas las escaleras o pernos de escalamiento.

Los equipos auxiliares que se utilicen para el montaje (grúas, cabrias, etc.) serán suficientemente seguros como para garantizar la realización de los trabajos, sin riesgo de caída de elementos o tramos de torre. En lugar bien visible, tendrán indicación de la carga máxima de trabajo.

### **3.3.1.4. Trabajos finales**

Finalizado el montaje de las torres, serán limpiadas, eliminando cualquier material extraño.

El Contratista instalará las chapas indicadoras de peligro, numeración de torres, etc., que se indican en los planos de montaje.

Una vez instalados los conductores y cable de guardia, y sometidos a los esfuerzos resultantes, las torres quedarán en posición vertical, admitiéndose una tolerancia de desplazamiento, de 5cm cada 10m de altura.

Durante la operación de montaje se adoptarán todas las precauciones razonables.

### **3.3.2. Aisladores**

Todos los aisladores deben ser manipulados cuidadosamente durante su transporte e instalación, con la finalidad de evitar daños de cualquier especie. En particular, se cuidará que el badajo del aislador no sufra torceduras durante la instalación.

El alzamiento de las cadenas debe ser hecho con el máximo cuidado para evitar daños o esfuerzos anormales de flexión que puedan causar deformación, debiendo ser empleados dispositivos adecuados. Las cadenas serán izadas siempre desde el tercer aislador, dejando dos libres para facilitar el montaje en los herrajes de la torre.

Las chavetas de los aisladores deben quedar siempre en las siguientes posiciones:

- Con el anillo colocado hacia arriba en las cadenas de amarre
- Con el anillo colocado hacia el eje de la línea, en las cadenas de suspensión.

En ningún caso se admitirá deformación permanente de las chavetas de los aisladores.

La operación de armar las cadenas de aisladores, mediante el acoplamiento de los aisladores y de los herrajes correspondientes, se realizará respetando las recomendaciones impartidas por los fabricantes; no se permitirá levantar la torre equipada de cadenas de aisladores.

Los aisladores serán limpiados previamente a su instalación, y lucirán brillantes cuando sean instalados.

Las roscas de los bulones a emplear, serán engrasadas inmediatamente antes de su montaje.

A los efectos de facilitar la inspección visual y el mantenimiento, tanto el seguro de los pernos de las grapas de suspensión del conductor como las chavetas de los aisladores deberán quedar sobre una misma línea vertical, orientada hacia la torre.

### **3.3.3. Cables**

#### **3.3.3.1. Inspección previa de carretes y cables**

A los efectos de deslindar responsabilidades y evitar que el cable que vaya a instalarse pueda adolecer de algún defecto, todos los carretes serán cuidadosamente inspeccionados en presencia de un representante de UTE, antes de dar comienzo a las tareas de tendido.

Cuando en algún carrete se constaten signos evidentes de maltrato, tales como resquebrajaduras del armazón o roturas de los listones exteriores de protección, se inspeccionará cuidadosamente en busca de posible abrasión, quiebre, o retorcimiento de los cables, labrándose el acta respectiva.

#### **3.3.3.2. Reparaciones**

Si apareciera un trozo de cable con averías, se lo eliminará mediante corte, uniéndose luego las partes en buenas condiciones mediante piezas para empalmes; si aparecieran partes del conductor ligeramente dañadas, con rotura o debilitamiento (reducción del diámetro en un tercio o más) de uno o dos hilos de aluminio a lo sumo, la reparación podrá efectuarse con vainas de aluminio dispuestas para ese fin.

El Contratista deberá tomar a su costo la mano de obra insumida en las reparaciones y reponer posteriormente a UTE los materiales empleados.

#### **3.3.3.3. Tendido**

El Contratista deberá tender, flechar y engrampar:

- los conductores, el cable de guardia convencional y el cable de guardia OPGW, en el caso de la línea de 500 kV.
  - los conductores y el cable de guardia OPGW, en el caso de la línea de 150kV
- de manera de cumplir con las presentes especificaciones.

El cable de guardia se tenderá antes que los conductores.

Para el tendido de los conductores y el cable de guardia sólo se admitirá el empleo de equipo de tensado y de frenado de diseño apropiado para asegurar que el mismo sea realizado en condición de tensión controlada, evitando el arrastre de los cables sobre el suelo. Se protegerán mediante caballetes adecuados los alambrados y demás obstáculos a sortear.

El Contratista no iniciara el tendido hasta que la Inspección de Obras de su aprobación a los medios de protección instalados.

Independientemente de la aprobación anterior, será de exclusiva responsabilidad del Contratista todo daño que pueda provocarse en las instalaciones de UTE o terceros motivados por una incorrecta protección o método inadecuado de tendido de conductores, debiendo el Contratista indemnizar a quien correspondiere por los daños causados.

Se seguirán básicamente las especificaciones de la publicación IEEE 524.

La instalación de los equipos de tendido debe realizarse en forma tal que el ángulo de las líneas tiro con la horizontal no origine fuerzas verticales excesivas sobre las estructuras.

Si la Dirección de Obra verificara que el equipo de tendido, poleas, prensas, matrices, etc. no están en condiciones adecuadas para operar podrá suspender los trabajos y ordenar la reparación o sustitución de los elementos defectuosos.

El Contratista someterá el plan de tendido a la aprobación de UTE con dos meses de anticipación al comienzo de los trabajos. Se procurará realizar el tendido de modo de utilizar la menor cantidad posible de uniones. En ningún caso los empalmes se ubicarán a menos de veinte metros de la grapa de sujeción más próxima, ni se montará más de un empalme sobre el mismo cable en un vano. La cantidad y ubicación de los empalmes serán sometidas a la aprobación de UTE. De todas formas no se admitirá el uso de empalmes en cruces con ferrocarriles, rutas principales, líneas de telecomunicación y energía, ni en ríos.

Los empalmes y grapas serán montados utilizando herramientas apropiadas de modo que se eviten deformaciones o daños de los cables o de los hilos que los constituyen. Previamente al montaje de las grapas el conductor será limpiado y engrasado en su punto de sujeción y se colocarán las varillas de refuerzo correspondientes.

El Contratista registrará la ubicación de los empalmes y contrapesos, la que detallará en el listado de torres.

#### **3.3.3.4. Tensado y flechado de los cables**

Las temperaturas y tensiones mínima, máxima y media anual asumidas para el cálculo mecánico de los cables se detallan en el capítulo Ingeniería y Diseño.

Los conductores y el cable de guardia serán flechados de modo que en las condiciones de viento, frío y fatiga la tensión final de los cables tenga un factor de seguridad, en relación a la tensión de rotura, como mínimo igual al especificado y, en la condición de temperatura máxima, la distancia del conductor más bajo al suelo, no sea inferior al mínimo establecido. El Contratista preparará y someterá a la aprobación de UTE las tablas de flechado para el tensado de línea dos meses antes de la ejecución del tendido.

El Contratista deberá presentar el cálculo de flechas siguiendo un procedimiento que le sea habitual, siempre que éste sea claro, justificado, experimentado y razonablemente exacto; en particular podrá apelarse indiferentemente a gráficos, computadoras o cálculo tradicional.

El Contratista deberá documentar de qué manera tuvo en cuenta en sus cálculos el aumento de flecha que experimentará el cable durante el servicio hasta alcanzar su asentamiento final.

#### **3.3.3.5. Procedimiento de flechado**

Los plazos de tiempo transcurridos desde la operación de tendido hasta la sujeción de cables en grapas, serán tales que aún permitiendo la acomodación de las capas externas de los cables, se reduzca al mínimo el peligro de daño de los mismos y que no se alteren sus características físicas que han servido para realizar las tablas de flechado. Se tensará un conductor por vez. Siempre que sea posible se flechará en una operación toda la longitud de conductor comprendida entre dos torres de amarre.

Aún cuando éstas hayan sido calculadas para resistir el tiro de todos los cables hacia una única dirección, por razones de precaución, se instalarán vientos durante la operación de flechado.

En algún caso excepcional podrá admitirse que una torre de suspensión oficie temporalmente como torre de amarre, mientras se procede al flechado; en tal caso deberá ser cuidadosamente aventada. La cadena de aisladores de esta torre, se mantendrá en posición vertical, hasta que sea completado el tendido del tramo siguiente. Se colocará una marca sobre cada conductor, a una distancia prefijada de la polea de esta última torre. Se verificará la posición de esta marca después de realizar el tiro siguiente, para asegurarse que el vano trasero conserva la flecha adecuada.



### **3.3.3.6. Ajuste de las flechas**

Para la puesta en posición de los conductores y cable de guardia, (con las flechas que les corresponda en las condiciones de colocación), se procederá por nivelación con aparatos ópticos, ubicados en las torres en la posición que corresponda a cada caso.

Se evitará efectuar el ajuste de flechas con vientos fuertes, con temperaturas extremas, o existiendo nubes que establezcan zonas alternadas de luz y sombra en el área de trabajo.

Cada vez que se fleche un vano se medirá la temperatura con un termómetro centígrado preciso, que dé la verdadera temperatura del cable. Para ello se suspenderá libremente en el aire, en el lugar de tendido y a una distancia no menor de 1,5m sobre el suelo, una muestra de cable expuesto a las condiciones ambientes y se medirá la temperatura de dicha muestra.

Durante las operaciones de ajuste de flecha, se harán las correcciones debidas a las variaciones de temperatura, que en verano pueden alcanzar valores muy altos.

### **3.3.3.7. Verificación de las flechas**

En la medida de la flecha se admitirá una tolerancia de 4cm de flecha por cada 100m de vano, siempre que la flecha en todos los conductores del vano sea la misma y que la distancia mínima a tierra especificada sea observada.

En general, entre dos torres de amarre, se verificará la flecha por lo menos en tres vanos, dos de ellos cerca de los extremos y el restante en la zona intermedia, eligiéndose preferiblemente vanos que sean aproximadamente iguales al vano de cálculo.

En forma especial se verificarán las flechas cuando existan fuertes desniveles, en todos los vanos de cruce y en todo vano cuya longitud exceda en más de 80m la del vano de cálculo.

En el caso de torres situadas en una zona con fuertes desniveles el punto de fijación de las cadenas deberá elegirse con cierto criterio y en general luego de algún tanteo, de modo que se verifiquen simultáneamente y dentro de un margen razonable, las flechas impuestas para los vanos adyacentes y la verticalidad de la cadena.

El Contratista dispondrá de dinamómetros y niveles, aptos para ser montados en los perfiles de las torres, a efecto de la verificación del flechado. Es responsabilidad exclusiva del Contratista dar la flecha correcta a los vanos.

El Contratista llevará un registro de la condición de flechado por cada tramo, en el que se indicará: flecha, temperatura, vano y flecha del cable.

Después de haber flechado los conductores y cables de guardia, el Contratista montará los amortiguadores en las ubicaciones que resulten del estudio realizado.

### **3.3.4 Cables con fibra óptica (OPGW y Dieléctrico)**

#### **3.3.4.1 Inspección previa de carretes y cables**

A los efectos de deslindar responsabilidades y evitar que el cable que vaya a instalarse pueda adolecer de algún defecto, todos los carretes serán cuidadosamente inspeccionados en presencia de un representante de UTE, antes de dar comienzo a las tareas de tendido.

Cuando en algún carrete se constaten signos evidentes de maltrato, tales como resquebrajaduras del armazón o roturas de los listones exteriores de protección, se inspeccionará cuidadosamente en busca de posible abrasión, quiebre, o retorcimiento de los cables, labrándose el acta respectiva.

#### **3.3.4.2 Daños en el cable**

No se aceptarán averías en el cable, debiendo en ese caso ser descartada la bobina y repuesta a cargo del Contratista.

#### **3.3.4.3 Tendido de los cables con fibra óptica**

Comprende la instalación del cable OPGW, empalmado y bajada desde el pódico con cable de fibra óptica dieléctrico. Se ingresará a locales con cable dieléctrico, montando la caja terminal correspondiente y dejando una reserva en el sitio de mínimo 25m de cable.

##### **3.3.4.3.1 Tendido de OPGW**

El Contratista deberá tender, flechar y engrampar el cable de guardia de manera de cumplir con las presentes especificaciones.

Sólo se admitirá el empleo de equipo de tensado y de frenado de diseño apropiado para asegurar que el mismo sea realizado en condición de tensión controlada, evitando el arrastre de los cables sobre el suelo. Se protegerán mediante caballetes adecuados los alambrados y demás obstáculos a sortear.

El Contratista deberá asimismo presentar de forma detallada el procedimiento de tendido a emplear para aprobación de UTE previo al comienzo de los trabajos.

El Contratista no iniciará el tendido hasta que la Inspección de Obras dé su aprobación a los medios de protección instalados.

Independientemente de la aprobación anterior, será de exclusiva responsabilidad del Contratista todo daño que pueda provocarse en las instalaciones de UTE o terceros motivados por una incorrecta protección o método inadecuado de tendido, debiendo el Contratista indemnizar a quien correspondiere por los daños causados.

Las grapas serán instaladas utilizando herramientas apropiadas de modo que se eviten deformaciones o daños del cable o de las fibras que los constituyen.

La instalación de los equipos de tendido debe realizarse en forma tal que el ángulo de las líneas de tiro con la horizontal no origine fuerzas verticales excesivas sobre las estructuras.

Si la Dirección de Obra verificara que el equipo de tendido, poleas, etc. no están en condiciones adecuadas para operar, podrá suspender los trabajos y ordenar la reparación o sustitución de los elementos defectuosos.

El Contratista someterá el plan y los procedimientos de tendido a la aprobación de UTE con anticipación al comienzo de los trabajos.

El tendido de los cables con fibra óptica será realizado en condiciones de tensión controlada, de forma que no sea posible el arrastre del cable por el suelo.

Los procedimientos de tendido seguirán en general los métodos habituales utilizados para el tendido de conductores de fase en líneas de alta tensión.

Se seguirán las especificaciones de la Publicación IEEE 524 aplicables a conductores de fase.

Se respetarán adicionalmente las siguientes prescripciones:

- Tensión máxima de tendido: 50% de la tensión prevista de flechado.
- Velocidad máxima de tendido: 0,5 m/s
- Número máximo de vanos por tirada: 20

Las roldanas serán de aluminio o tendrán gargantas de material sintético que no dañe la superficie del cable y su diámetro será el adecuado para que el cable nunca tenga un radio de curvatura inferior al indicado por el fabricante.

Asimismo tanto la frenadora como la tiradora de cables deberán respetar los tiros máximos y diámetros mínimos de carrete recomendados por el fabricante del cable.

Cuando sea necesario tender en ángulos mayores de 15° se usarán poleas dobles.

Deberá implementarse un mecanismo que evite la torsión del cable durante el tendido.

La línea auxiliar de tendido debe ser del tipo que resista la tendencia a la torsión.

Sólo se realizarán empalmes en los extremos de las bobinas.

Luego de finalizado el tendido, y hasta finalizar el procedimiento de instalación, se deberán acondicionar adecuadamente las "colas" de cable previstas para empalmes y futuras reparaciones, de forma que el cable no se dañe ni quede sometido a radios de curvatura peligrosos.

La longitud de las "colas" se calculará de forma tal que las cajas de unión o empalme sean adosadas a la torre a una distancia del suelo de aproximadamente 10m y de manera que pueda dejarse un bucle sobrante de cable de al menos 25 mts.(respetando los radios de curvatura mínimos y sujeto a la torre con los herrajes correspondientes) para posibles reparaciones futuras.

Durante todo el proceso de instalación, y hasta ejecutar los empalmes, los extremos expuestos del cable se protegerán con capuchones termocontraíbles contra el ingreso de humedad u otros contaminantes que puedan deteriorar las fibras ópticas.

#### **3.3.4.3.2 Tensado y flechado del OPGW**

El Contratista preparará y someterá a la aprobación de U.T.E. las tablas de flechado incluyendo una descripción de los criterios y métodos de cálculo utilizados.

El cálculo de flechado deberá respetar los siguientes criterios indicados en el punto 2.2.4.2.

#### **3.3.4.3.3 Procedimiento de flechado**

El procedimiento será idéntico al descrito en el punto 3.3.3.5 de este capítulo.

#### **3.3.4.3.4 Ajuste de las flechas**

Para el ajuste de las flechas se seguirá lo descrito en el punto 3.3.3.6 de este capítulo.

#### **3.3.4.3.5 Verificación de las flechas**

Para la verificación de las flechas se seguirá lo descrito en el punto 3.3.3.7 de este capítulo.

#### 3.3.4.3.6 Tendido de cable dieléctrico en edificios

Los recorridos dentro de edificios que no puedan realizarse por canalizaciones existentes, se realizarán en bandejas o escalerillas adecuadas, a suministrar e instalar por el contratista (en caso de ser ésta metálica, será convenientemente galvanizada y pintada).

El procedimiento de tendido y la posición final de los cables serán tales que respeten las características técnicas de los mismos.

Los cables dentro de los edificios se instalarán en un ducto corrugado de PVC de 1" convenientemente fijado al menos cada 0,50 m.

Los cables en canales existentes se fijarán a la pared del canal al menos cada 0,5m.

En cada local se dejará una reserva bien acondicionada de al menos 25m de cada cable de fibra óptica a instalar. La ubicación de esta reserva se definirá en conjunto con UTE.

Se respetarán las estructuras y las terminaciones existentes en los locales; se repondrán todas las terminaciones o revoques afectados.

Las cámaras a pie de pórtico y las de ingreso a locales deberán ser como mínimo de 1m por 1m de forma de respetar los diámetros aceptables para el cable.

En caso que se deba unir físicamente estas cámaras a canales y/o cámaras existentes, dicha unión se realizara a través de un caño de PVC de  $\Phi$  63mm, enterrado a una profundidad no menor a 60cm.

#### 3.3.4.3.7 Ejecución de empalmes de fibra óptica

Los empalmes de las fibras ópticas tanto en las cajas de empalme o unión como en las cajas terminales se realizarán por el método de fusión.

Sólo se realizarán empalmes en los extremos de las bobinas.

**Una vez flechado el cable deberá esperarse como mínimo una semana para la realización de los empalmes ópticos, evitando así que las fibras puedan quebrarse al acomodarse dentro del cable.**

Para recepcionar cada enlace se realizarán medidas con OTDR en ambas direcciones. Los perfiles se promediarán.

El criterio de aceptación será:

- Para el tendido, no deben existir puntos de atenuación ni reflexión

- Para los empalmes, se deben ajustar a los criterios detallados a continuación:

Valores de atenuación menor o igual a 0.10dB son aceptables

Valores de atenuación entre 0.10 dB y 0.20 dB son aceptables si se dan en menos de un 20% de los empalmes de cada caja. Si se supera este 20%, todos los empalmes con valores mayores a 0.10dB deben ser realizados nuevamente hasta ajustarse al criterio de aceptación.

Todos los empalmes con valores de atenuación mayores a 0.20dB deberán ser realizados nuevamente hasta ajustarse al criterio de aceptación.

Los valores de atenuación mencionados son promedios de medidas bidireccionales realizadas con OTDR a 1550nm.

Los empalmes de las fibras del cable a los "pigtails" o "latiguillos" de las cajas terminales se realizarán por el procedimiento de fusión y deberán tener una atenuación promedio inferior a 0,05 dB medidos desde ambas direcciones.

### **3.3.5 Red de puesta a tierra**

#### **3.3.5.1 Generalidades**

El Contratista deberá diseñar y construir la red bajo tierra de modo que la resistencia eléctrica de cada torre no sea en ningún caso mayor de 10 ohm; la correspondiente medida se efectuará con la torre totalmente montada y los cables de guardia desconectados. Como la resistencia de tierra de una torre varía en forma bastante apreciable con el tiempo, sea por las modificaciones de las características del terreno según las estaciones, sea por las alteraciones permanentes que la puesta a tierra pueda sufrir, se repetirá la medida por lo menos en dos épocas del año (por ejemplo: diciembre - enero y abril - mayo).

El Contratista deberá hacer sus propias provisiones a los efectos de cumplir con el valor de resistencia estipulado para cada mástil.

Toda pieza o accesorio no mencionado específicamente deberá ser muy resistente a la corrosión especialmente si tales partes pueden ser enterradas o sumergidas.

No se permitirá la utilización de acero galvanizado para la parte de instalación que deba ir enterrada o sumergida.

Tampoco se permitirán empalmes de cables bajo tierra por medio de piezas abulonadas; éstos serán por soldadura exotérmica. El procedimiento de soldadura será sometido a la aprobación de UTE; y en su realización se empleará personal de probada experiencia. Las soldaduras serán sometidas a inspección: las que resulten rechazadas deberán

reemplazarse a satisfacción de UTE. Una vez aprobada la soldadura, se procederá a cubrir la misma con una pintura bituminosa o derivados asfálticos que aseguren un buen recubrimiento.

Se usarán elementos bimetálicos en los puntos de conexión de la red de tierra a la torre a efectos de evitar la aparición de pares galvánicos (por ejemplo en el contacto de cobre y zinc).

El relleno de las zanjas para tendido de cable de tierra se hará exclusivamente con tierra apisonada, eliminando cuidadosamente piedras o materiales arenosos.

#### **3.3.5.2 Puesta a tierra con jabalinas tipo “copperweld”**

Siempre que la naturaleza del terreno lo permita e independientemente de la medición se colocará una puesta a tierra de seguridad consistente en dos jabalinas tipo “copperweld”, una en cada uno de dos macizos de fundación ubicados en diagonal.

Las jabalinas se clavarán, cada una en un ángulo del fondo de la excavación, hasta que sus extremos superiores queden a 0.50m del nivel del terreno.

Dentro del macizo de fundación se colocará, previamente al hormigonado, un tubo de PVC flexible que partiendo del ángulo interior del perfil de anclaje de la torre llegue hasta una profundidad de 0.50m del nivel del terreno. Este tubo actuará como ducto dentro del cual se instalará un cable de conexión tipo “copperweld” entre la pata de la torre y la jabalina. Una vez instalado el cable de conexión del tubo de PVC flexible este irá sellado en la parte superior. La conexión entre el cable y la jabalina será mediante soldadura exotérmica.

#### **3.3.5.3 Contrantenas radiales**

Cuando las condiciones del terreno impidan la colocación de jabalinas tipo “copperweld” o si después de colocadas las mismas se verificara que la resistencia de puesta a tierra fuese superior a 10 ohm, se utilizarán contrantenas radiales.

Se colocará un mínimo de dos contrantenas de 10 m cada una. No tendrán en ningún caso una longitud superior a 70 m. Se enterrarán por lo menos a 50 cm de profundidad, siempre que las condiciones del terreno lo permitan.

Si la roca aflorara a un nivel superior, el cable se anclará a la superficie de la roca en forma de asegurar una buena resistencia mecánica.

Estos anclajes estarán distanciados como máximo 6m.

#### **3.3.5.4 Contrantenas continuas**

Cuando varias torres consecutivas estén ubicadas en terrenos de alta resistencia específica tales como zonas arenosas o con abundantes afloramientos rocosos, de verificarse que la resistencia a tierra de las torres es superior a 10 ohmios, se unirán las torres entre sí por una contrantena continua simple o doble, según las circunstancias, de cable de acero recubierto de cobre.

Cuando se utilice contrantena continua simple, se dispondrán además en cada torre dos radiales de longitud no superior a 70m cada uno en la dirección perpendicular a la línea, con el fin de disminuir la impedancia a la onda de sobretensión de choque.

En caso de usarse contrantena continua doble, los dos cables se colocarán por lo menos a 8m de cada lado del eje de la línea.

Siempre que las condiciones del terreno lo permitan, el cable irá enterrado por lo menos 50cm debajo de la superficie.

Cuando no resulte practicable enterrar los cables, éstos se colocarán según las especificaciones indicadas para las contrantenas radiales.

Cuando se encuentren obstáculos tales como cantos rodados, o afloramientos de roca, los cables rodearán el obstáculo, siempre que la máxima distancia al eje del trazado no exceda 15m.

Si esta distancia máxima no pudiera ser mantenida, se dispondrán los cables sobre el obstáculo y se anclarán seguramente en los puntos críticos.

Para el cruce de lechos de corrientes de agua los cables se enterrarán y anclarán seguramente, en la forma que proporcione la máxima protección de los mismos.

#### **3.3.5.5 Puesta a tierra de cercos**

Todos los cercos de alambre que crucen la traza de la línea, o que sin cruzarle se mantengan durante 400m o más dentro de la faja de servidumbre de 80m de ancho, serán puestos a tierra apelando a elementos (perfiles, flejes) cincados, hincados en el suelo y provistos de bulones destinados a asegurar el contacto con los alambres del cerco o mediante procedimiento similar. Se hincarán cada 150m de cerco paralelo a la línea cuando éste se encuentre a menos de 40 m de su eje; y a cada lado de la zona de servidumbre cuando cruce por debajo.

Cuando un cerco se mantenga durante más de 200m a menos de 30m del eje de la línea, la Dirección de Obra podrá disponer la interrupción de la continuidad de los alambres del mismo. A tal fin, el Contratista podrá utilizar piezas aislantes diseñadas al efecto, las que podrán presentar uniones preformadas; alternativamente podrá también



disponer dos postes terminales independientes a corta distancia uno del otro.

### **3.4. ENSAYOS**

#### **3.4.1. Ensayos en sitio**

##### **3.4.1.1. Ensayos de anclajes y especiales**

UTE podrá disponer de ensayos especiales tendientes a confirmar las hipótesis de diseño de fundaciones, tales como ensayos a escala real de levantamiento del macizo. Asimismo, en el caso de fundaciones en roca sana, el Contratista realizará ensayos sobre el hierro de fijación a la roca para comprobar su capacidad al arrancamiento. Se realizará un ensayo por cada longitud de anclaje propuesto y tipo de roca definido. En caso de utilizar anclajes inyectados autoperforantes se deberán realizar ensayos de homologación de los mismos para distintos tipos de suelo en que se prevean utilizar.

##### **3.4.1.2. Medida de resistencia de puesta a tierra**

El procedimiento para la realización de estas medidas a realizarse en todas las torres, será de tipo normalizado, propuesto por el Contratista y aprobado por UTE.

##### **3.4.1.3. Ensayo del hormigón y sus componentes**

El Contratista dispondrá en su obrador de equipo de ensayo (prensa hidráulica, moldes, pileta, etc.), para efectuar los ensayos indicados en el párrafo 2.6.3, sin costo adicional para UTE.

##### **3.4.1.4. Estudios de vibraciones de campo**

Se especifican en pto. 4.11.3.5 “Estudio de vibraciones de campo”.

##### **3.4.1.5. Ensayo de funcionamiento**

La puesta en servicio de la línea será realizada por UTE en su calidad de responsable técnico y propietaria de la obra. El Contratista prestará la asistencia de mano de obra, transporte, etc, que le sea requerida.

#### **3.4.1.6. Ensayo de cables de Fibra Óptica**

El contratista suministrará a UTE un informe conteniendo el perfil de atenuación de todas las fibras medido con OTDR en ambas direcciones, así como las medidas de PMD de cada fibra del cable.

Las fibras en los cables instalados entre cajas de empalme o terminal no podrán presentar ninguna atenuación o discontinuidad. En las cajas de empalme o terminales las atenuaciones deberán estar dentro de los valores indicados en el punto 3.4.4.3.7.

El valor de coeficiente de PMD del tramo completo, o sea entre ambas estaciones, no podrá superar los 0,1 ps/√km.

Una vez recibido este informe, UTE evaluará si está en un todo de acuerdo con lo solicitado. De ser así, realizará sus propias medidas en campo para dar el visto bueno. En caso contrario se solicitará las correcciones necesarias para cumplir con lo especificado.

#### **3.4.1.7. Ensayos en fábrica**

Los ensayos en fábrica correspondientes a los suministros asociados a la línea de transmisión se indican en el Capítulo de “Suministros para la línea de transmisión”.

### **3.5. PLAN AMBIENTAL**

Se deberá presentar por parte del contratista un Plan de Gestión Ambiental de Construcción (PGA-C) que dé estricto cumplimiento a todos los requisitos establecidos en la normativa ambiental nacional y departamental vigente y lo específico establecido por DINAMA en la Autorización Ambiental Previa.

El PGA-C deberá ser aprobado por la Gerencia de Medio Ambiente de UTE y cumplir con los requisitos de DINAMA. Deberá contener como mínimo: plan general de construcción en el área de obra, plan general para el cruce de arroyos y quebradas que minimice el corte de árboles, plan de gestión de residuos, plan de gestión de efluentes, plan de monitoreo, plan de actuación ante hallazgos arqueológicos, contingencias y riesgos ambientales

### 3.6. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Se deberá presentar un plan de gestión de residuos para aquellos residuos generados en la obra de acuerdo a la Propuesta Técnica de Reglamentación de residuos sólidos de DINAMA.

Este plan será revisado y autorizado por parte de la Gerencia de Medio Ambiente de UTE, para su elaboración se deberá considerar la siguiente información de base:

<b>Etapas</b>	<b>Residuos sólidos</b>	<b>Gestión</b>
Construcción	Asimilables a domiciliarios	Serán recolectados y dispuestos según lo establezca el digesto municipal y la normativa ambiental nacional vigente
	Inertes (restos de materiales de construcción, hormigón)	Reutilización en obra si es posible, en caso de no poder ser reutilizados, acordar con el propietario, o disponer según la normativa ambiental nacional vigente.
	Restos vegetales y suelo.	Dispuestos dentro del predio, en acuerdo con el propietario.
	Trapos sucios, filtros y residuos sólidos con restos de hidrocarburos.	Colocados en bolsas cerradas y dispuestos como residuos peligrosos, donde la autoridad competente lo establezca.
	Baterías usadas	Almacenadas transitoriamente en los obradores, sobre piso impermeable y bajo techo, para luego ser entregadas a un gestor habilitado de acuerdo la normativa ambiental nacional vigente

### 3.7. PLAN DE CONTINGENCIAS Y RIESGOS

Se deberá presentar un plan de contingencias y riesgos, el cual será revisado y aprobado por parte de la Gerencia de Medio Ambiente (GMA) de UTE. Se espera que este plan cuente al menos con:

- Definición de responsabilidades
- Equipamiento necesario
- Registros de datos
- Cadena de avisos

- Áreas de almacenamiento y trabajo
- Capacitación del personal

### 3.8. PLAN DE MONITOREO

Las acciones ambientales básicas para cada uno de los aspectos ambientales se presentan en la siguiente tabla, serán responsabilidad del contratista y la GMA-UTE controlará su cumplimiento.

Aspecto ambiental	Acciones ambientales
Efluentes líquidos	Cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria  Registros de retiro de baños químicos en obradores  Registros de disposición de restos de hidrocarburos
Residuos sólidos	Ver Plan de gestión de residuos
Ruido	Cumplimiento del cronograma de obras y horarios establecidos.  Registros de comunicaciones de vecinos.
Consumos	Cumplimiento de los requisitos establecidos para trabajar en el SNAP.  Cumplimiento de los requisitos de obras en faja de servidumbre.  Registros de comunicaciones de vecinos
Tala	Cumplimiento en el plan de Tala  Registro de árboles talados en Acta de Tala.
Presencia física	Control de circulaciones de vehículos, especialmente en caminos de servicio.  Registros de comunicaciones de vecinos.
Aspectos incidentales	Capacitación del personal frente a eventuales contingencias.  Control del estado de obradores, materiales y productos peligrosos almacenados

### **3.9. PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE LABORAL**

Asimismo, deberá presentar un plan de seguridad e higiene laboral de acuerdo a las mejores prácticas y a lo indicado en el Capítulo de “Especificaciones Técnicas Generales” (ETG).

## **4. CAPITULO 4 - SUMINISTROS PARA LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN**

Estas especificaciones aplican a los suministros para la línea de transmisión de 500kV y los tramos de 150kV.

### **4.1. TORRES**

#### **4.1.1. Generalidades**

El diseño de las torres de 500 kV y 150kV es entregado por UTE.

#### **4.1.2. Corte de piezas metálicas**

Los cortes se harán con cizalla; no se permitirán cortes por soplete. Las partes que queden expuestas a la vista después del montaje, deberán estar prolijamente acabadas.

#### **4.1.3. Ejecución de orificios**

Los orificios estarán exentos de defectos, entendiéndose por tal cualquier deformación visible o falla del mismo.

Normalmente todos los orificios en los elementos de acero estructural, se harán por punzonado completo, al diámetro total. Excepcionalmente, algún orificio podrá ser taladrado o subpunzonado (punzonado a un diámetro inferior), y posteriormente escariado.

En ningún caso el diámetro del orificio terminado superará al diámetro nominal del perno en más de 1,6 mm. Todos los orificios serán de corte limpio y sin rasgar. No se admitirán rebabas en los bordes de los orificios. Todos los orificios serán cilíndricos y de eje normal a las caras del elemento.

Los orificios contiguos a puntos de pliegue, se harán después del plegado para evitar distorsión en los mismos.

Todos los orificios estarán espaciados de acuerdo con los planos aprobados y se ubicarán sobre las líneas de gramil. Para todos los orificios de pernos, se tolerará a lo sumo, una diferencia de 0,8 mm entre la ubicación real y la indicada en los planos.

No se admitirán rellenos o soldaduras de agujeros mal punzonados.

Tampoco se admitirá que una estructura contenga orificios que no se vayan a utilizar. Cada pieza se fabricará con los orificios estrictamente necesarios para una ubicación

dada en la torre.

#### **4.1.4. Marcas**

En los diagramas de montaje y dibujos de detalle, cada elemento se identifica con un número que deberá estamparse, con una matriz de metal, en el correspondiente elemento real.

Las marcas se estamparán sobre el acero antes del cincado con números de por lo menos 16 mm de altura, de tal manera que sean claramente legibles después del cincado.

Toda pieza mayor de 4 m deberá ser marcada en sus dos extremos.

Todo elemento de acero especial deberá marcarse con la letra H.

#### **4.1.5. Limpieza**

Todos los elementos de acero para las torres, se limpiarán de herrumbre, polvo, barro y cualquier otra sustancia extraña, después de completados los trabajos de fabricación.

Se tendrá especial cuidado de limpiar la escoria de los lugares soldados.

#### **4.1.6. Cincado**

Después de la limpieza todos los materiales se cincarán de acuerdo con las "Standard Specification for Zinc (Hot Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products" (Designación ASTM A - 123 en vigencia). El recubrimiento de cinc será liso y continuo, estando libre de imperfecciones como manchas negras, grumos, burbujas, rugosidades, escorias, pliegues, etc.

Los elementos terminados que trabajarán a la compresión, no podrán tener alabeo lateral mayor que la milésima parte de la longitud axial entre los puntos en que serán soportados lateralmente.

Los elementos terminados que trabajarán a la tracción, no tendrán alabeo lateral que exceda de 2 mm por cada metro de longitud.

Los filetes de las roscas de las tuercas se repasarán después de cincadas.

#### **4.1.7. Enderezamiento después del cincado**

Los materiales que se hayan torcido durante el proceso de cincado, se enderezarán por prensa y otros métodos adecuados.

No se permitirá que se enderecen los perfiles a martillo, u otro procedimiento susceptible de dañar el cincado.

#### **4.1.8. Detalles de las uniones y empalmes**

En los planos de las torres se detallarán claramente todos los tipos de uniones y empalmes.

Las uniones de las diagonales con los montantes, no coincidirán con los empalmes de los montantes.

Cuando se utilicen empalmes con hierro ángulo, se chanfleará la arista del hierro ángulo interior, para que no toque la media caña del hierro ángulo exterior.

En los lugares donde sean necesarios rellenos en dos o más orificios adyacentes, se usará una placa simple de relleno en lugar de anillos de relleno.

Las diagonales serán de una pieza, sin cubrejuntas ni placa de unión central y se unirán en el punto de intersección, mediante un bulón y una arandela separadora de espesor adecuado.

Los empalmes de los montantes se realizarán con cubrejuntas y lo más próximos posible al nudo principal. Se ejecutarán con un perfil ángulo interior de espesor no menor que el del elemento más robusto y dos cubrejuntas exteriores (uno en cada ala del montante).

La arista del ángulo cubrejuntas se amolará para que ajuste a la media caña de los hierros ángulos exteriores. No se permitirá el uso de relleno entre el cubrejunta y los elementos principales a unir.

En la unión se proveerá una luz de 1,6 mm entre los extremos de los elementos unidos. En cualquier unión de montantes, se pondrán por lo menos 6 bulones.

#### **4.1.9. Bulones y tuercas**

Para todas las uniones de elementos de la torre se utilizarán bulones con arandela circular, tuerca y contratuerca.

En todo lo que complementa el Pliego y no difiera de las especificaciones del mismo, los bulones estarán de acuerdo a la norma vigente ASTM designación A 394.

Tanto la cabeza de los bulones como las tuercas serán hexagonales, y de iguales dimensiones.

Todas las tuercas serán de filete simple y estarán cincadas en caliente según la norma



ASTM A153. Se admitirá que el filete de las tuercas sea repasado posteriormente al cincado en fábrica.

La profundidad del filete de rosca será suficiente, para permitir un espesor adecuado de cincado. Se cuidará que no haya exceso de cinc en el fondo de los filetes, y que las tuercas giren fácilmente en toda la longitud del bulón, pero sin excesiva flojedad.

Todos los bulones llevarán contratuercas; el diseño de las mismas será similar al de las tuercas, salvo el espesor que se reducirá a la mitad. Se podrán utilizar contratuercas del tipo "palnut" cincadas.

Se suministrará el cinco por ciento (5%) adicional de bulones con arandela, tuerca y contratuercas de cada diámetro y longitud, por torre.

#### **4.1.10. Montaje en fábrica**

En fábrica se montará completamente una torre de cada tipo, incluyendo todas las variantes de patas para verificar la precisión del ajuste de cada pieza.

En caso que hubiera falta de correspondencia de los orificios, no se permitirá el escariado.

#### **4.1.11. Embalaje**

Todas las partes de una torre se embarcarán desmontadas y embaladas para la exportación.

Todas las partes similares de la misma torre se empaquetarán en conjunto en la fábrica, antes del embarque, exceptuando aquellas que resultaran demasiado pesadas para empaquetar, desde el punto de vista de la conveniencia en el manipuleo. Todos los elementos de un paquete deben ser idénticos entre sí. Se utilizará alambre galvanizado nº 12 o de mayor diámetro para atar los paquetes, atravesando los orificios en los extremos de los elementos. Los paquetes de angulares se atarán además con flejes de acero galvanizado de por lo menos 25 mm de ancho, separados entre sí no más de 1.50 m.

Los bulones y demás partes pequeñas de cada torre, incluyendo repuestos, se embarcarán en cajas o bidones lo suficientemente fuertes para resistir el manipuleo necesario. Siempre que una caja contenga bulones de diferente tipo, se los clasificará por medio de bolsas distintas. Cada saco y/o caja llevará una lista de los bulones que contiene, escrita con tinta indeleble y adherida con seguridad.

A fin de identificar los bultos correspondientes a los distintos tipos de torres, se marcarán con bandas de distinto color. En el caso de las torres de repuesto, los perfiles se

entregarán embalados en conjuntos por tramo de torre, como aparecen en los planos de las torres.

#### **4.1.12. Inspección en obra**

UTE se reserva el derecho de extraer, en obra, perfiles u otras piezas del suministro a efectos de realizar ensayos de cincado, resistencia, etc. El Contratista tendrá la obligación de reponerlos de modo que la provisión, incluidos los repuestos, resulte completa.

### **4.2. ACCESORIOS PARA TORRES**

#### **4.2.1. Generalidades**

Los accesorios y sus piezas de sujeción deberán ser aptos para instalación a la intemperie; en particular todas las piezas ferrosas deberán ser cincadas según las normas ASTM correspondientes. Los agujeros que resulten necesarios en las piezas, deberán ejecutarse previamente al cincado.

#### **4.2.2. Señales de peligro**

En todas las torres, en la parte inferior del cuerpo básico o en las prolongaciones y en el eje de las dos caras longitudinales, se instalarán dos señales de peligro con la inscripción "ATENCIÓN, RIESGO DE DESCARGA ELÉCTRICA, ALTA TENSION" y un dibujo de alcance inmediatamente comprensible representando un rayo. UTE proporcionará al Contratista un diseño normalizado.

En anexo se incluye el diseño normalizado para la cartelería de líneas de transmisión.

Las señales serán realizadas con chapa de acero de no menos de 1.5 mm de espesor galvanizada, sobre la que se colocará, previa aplicación de un "primer" para facilitar la adherencia, una película autoadhesiva plástica tipo Avery 900 Super Cast con la inscripción y el dibujo señalados. Sobre el perímetro de la película se aplicará un barniz adecuado de modo de evitar la formación de salientes que faciliten su arrancamiento.

#### **4.2.3. Señales de numeración para inspección terrestre**

Se adoptará el orden de numeración indicado en las planillas de distribución de mástiles.

Los materiales serán similares a los empleados en las señales de peligro; podrá resolverse en forma conjunta la sujeción de las señales de numeración y las de peligro.

En el diseño de las letras se buscará la máxima legibilidad.

#### **4.2.4. Señales de numeración para inspección aérea**

En aquella torre que corresponda la numeración que finalice en 0 se instalarán en el tope y formando un ángulo de 10° con la vertical, dos señales para inspección aérea.

Los materiales empleados serán en todo, similares a los usados para la fabricación de las señales anteriores.

#### **4.2.5. Escaleras**

Cada torre estará provista de una escalera de bulones sobre un montante. Se construirá con bulones de  $\frac{3}{4}$ " de diámetro, y con cabeza circular de aproximadamente 40 mm de diámetro. Se colocarán con arandela circular, tuerca y contratuerca.

La escalera se extenderá a partir de 2,50 m medidos desde el tope de la fundación.

#### **4.2.6. Protecciones anti-aves**

En las ménsulas superiores de las torres de suspensión se colocarán dispositivos destinados a minimizar los problemas de contaminación causados en los aisladores por las grandes aves (águilas, cuervos, etc.). Serán fácilmente removibles sin necesidad de retirar o aflojar piezas estructurales.

Se adjunta en anexo el diseño utilizado por UTE con esos fines.

### **4.3. CONDUCTOR**

#### **4.3.1. Tipo de conductor**

El Contratista suministrará los siguientes conductores con las siguientes composiciones:

Para línea 500 kV

- Conductor denominado Dove, en la norma canadiense CSA o también ASTM B232.

Para línea 150 kV

Conductor denominado Hawk, en la norma Canadiense CSA o también ASTM B253

#### **4.3.2. Normas y prescripciones generales**

Estas especificaciones hacen referencia a las normas IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) en vigencia, en especial a las Publicaciones IEC 61089, IEC 60888, IEC 60889 que se toman como básicas en definiciones, tolerancias y ensayos, y a las cuáles deberán ajustarse los cables ofrecidos en todo lo que no contradigan las presentes especificaciones. Eventualmente podrán ser fabricados según normas internacionalmente reconocidas, similares a las IEC pedidas, quedando a juicio de UTE la evaluación de la similitud de las mismas.

En las bobinas que forman la muestra de cada lote se verificará la longitud con el peso por metro del conductor. La longitud de conductor de un carrete tendrá una tolerancia de más o menos 5 % de su longitud total nominal de 2500 m.

No se admitirán bobinas con longitudes menores que la tolerancia (95% de la longitud nominal).

Los conductores se suministrarán en grupos de 12 carretes de la misma tanda de producción con la finalidad que no exista diferencia de pesos unitarios entre los subconductores de una misma fase. A dichos efectos los carretes de cada grupo estarán debidamente marcados para correlacionarlos entre sí. Dentro de cada familia la longitud del carrete más largo deberá ser menor que la longitud del más corto multiplicada por el factor 1.01. No se permitirá mezclar bobinas o deshacer juegos sin la aprobación previa de UTE.

#### **4.3.3. Valores especificados**

a. Para los hilos de acero cincado antes y después de cableados, se aceptarán los valores indicados en la Publicación IEC 60888 o norma similar.±

b. Para los hilos de aluminio antes y después de cableados, se aceptarán los valores indicados en la Publicación IEC 60889 o norma similar.

Las restantes características nominales de los conductores se indican en las Tablas adjuntas.

#### **4.3.4. Grasa**

Sobre la capa exterior del alma de acero se aplicará grasa en cantidad sólo suficiente para llenar los intersticios.

Se cuidará que el conductor no quede engrasado exteriormente para evitar la retención de polvo y las dificultades en el manipuleo y tensado a que ello pudiera dar

lugar.

El peso de la grasa por metro de conductor se calculará de acuerdo a la Norma IEC 61089, aceptándose una tolerancia de  $\pm 30$  %. Las especificaciones de la grasa se indican más adelante.

#### **4.3.5. Soldaduras de hilos**

Se cumplirán las especificaciones de la Publicación IEC 61089, pero se exige una distancia mínima de 50 m entre dos soldaduras cualesquiera de hilos de aluminio en el conductor terminado.

Las soldaduras se marcarán en la parte exterior del conductor terminado, con pintura o con cinta plástica de color vivo.

#### **4.3.6. Carretes**

El cable será entregado en carretes nuevos de madera o de estructura de acero.

Los carretes tendrán una fortaleza adecuada para resistir los manipuleos del transporte y los esfuerzos de defilado del conductor.

Las bobinas serán recubiertas en su interior con materiales plásticos que eviten el rayado del conductor cuando se bobinen las mismas. Serán cerradas con duelas de madera que permitan su transporte y almacenamiento.

La madera será estacionada y tendrá un tratamiento fungicida, germicida y de protección contra los agentes atmosféricos, que se detalla a continuación:

#### **Preservación de madera contra insectos xilófagos**

Aplicado a Carreteles de madera para conductores, cuyo almacenamiento sea bajo techo por 10 años o más.

Las bobinas se construirán de pino (o madera que permita la total impregnación de los productos), además de cumplir con los demás requisitos de las normas de carretes.

Se usará el método de impregnación "BETHELL" (vacío, presión, vacío).

**Preservante CCB**, por ejemplo TIMBERLUX:

- Cromo hexavalente 25,7% ( $\text{Cr}_2\text{O}_6$ )
- Cobre bivalente 10,7% ( $\text{CuO}$ )
- Boro pentavalente 18,6% ( $\text{B}_2\text{O}_5$ )

Proceso:

- Vacío inicial 600mm Hg, 15 minutos
- Presión 12 kg/cm<sup>2</sup>, 40 minutos.
- Vacío final 600mm Hg, 15 minutos
- Retención: 6kg de producto activo por metro cúbico de madera impregnada.

Se podrá usar otro método de preservación equivalente al planteado, para el cual se deberá demostrar su equivalencia, quedando el mismo a aprobación por parte de esta Administración.

Luego del armado de las bobinas, y antes de enrollar los conductores, las mismas se pintarán con pinturas sintéticas que impidan la penetración de humedad. Con un esquema de primera mano de fondo de madera y 2 manos de sintético.

El diámetro de las caras será tal que impida todo riesgo de contacto del cable con el suelo, en el curso de maniobras.

Sobre cada cara se fijará con 4 bulones, una chapa de acero de dimensiones mínimas 20 cm x 20 cm x 6 mm, con un buje central soldado, de diámetro interior mínimo 78 mm y longitud mínima 5 cm.

Una de las caras llevará un agujero oblicuo y una ranura para pasar el trozo inicial de cable y clavarlo de modo que sobresalga lo menos posible del plano de dicha cara.

El extremo del cable deberá clavarse al lado interior de la cara del carrete, con una tensión suficiente para evitar el desplazamiento de las últimas espiras. Se marcará en la parte exterior de las caras el sentido de bobinado del cable.

El cable deberá bobinarse en espiral, tan apretado como sea posible, sin permitir que se monte una espira sobre otra de la misma capa.

Las bobinas se entregarán cerradas en toda su periferia por listones de madera clavados en ambos extremos del perímetro de las caras del carrete y sujetos con 2 flejes de acero.

Su construcción se regirá por normas como ser NBR 11137, IRAM 9590-1 u otras de reconocimiento internacional.

#### **Bobinas de estructura de acero o acero y madera:**

En aquellas bobinas construidas de acero y madera, la madera debe cumplir con las especificaciones de las bobinas de madera anteriormente indicadas en este párrafo.

#### **Bobinas de acero:**

Las mismas deberán ser lo suficientemente resistentes para contemplar los esfuerzos de transporte, almacenado y tendido de los conductores.

En la estructura de acero, antes de adicionarle maderas u otros elementos, deberán ser removidos los óxidos, y luego será pintada con pintura de fondo antióxido de por lo menos 80micrones y dos manos de recubrimiento que sumen 80 micrones. El acero puede ser pintado con otros esquemas los que deberán ser aprobados por UTE, El esquema debe garantizar la integridad del acero a la intemperie por un año o estacionada en almacenes por 10 años.

*Las bobinas y/o envases vacíos serán entregados por el Contratista en depósitos que UTE indicará oportunamente. Se admitirá el transporte de las bobinas vacías desarmadas. Todos los gastos que se generen por este concepto estarán a cargo del Contratista.*

#### **4.3.7. Marcas**

Cada bobina llevará una chapa en que conste:

- a) Marca de fábrica y país de origen
- b) Número de bobina
- c) Tipo de cable
- d) Peso bruto
- e) Peso del cable
- f) Longitud del cable en metros
- g) Número de la licitación.

### **4.4. CABLE DE GUARDIA CONVENCIONAL**

#### **4.4.1. Normas**

Estas especificaciones hacen referencia a las normas ASTM o IEC en vigencia (a elección del Contratista) e IEEE, que se toman como básicas en definiciones, tolerancias y ensayos, y a las cuáles deberán ajustarse los cables ofrecidos en todo lo que no contradiga las presentes especificaciones.

#### **4.4.2. Tipo**

Será de acero recubierto de aluminio (aluminum-clad steel wire), compuesto por 7 hilos de 3,67mm de diámetro (7 No 7 AWG según designación americana).

#### **4.4.2.1. Valores especificados**

Las características nominales principales del cable se indican en las Tablas adjuntas.

Las características nominales adicionales estarán de acuerdo a las Normas ASTM o IEC en vigencia.

#### **4.4.2.2. Carretes, marcas y longitudes de entrega**

Vale lo indicado para los conductores de fase, salvo la longitud máxima de bobina, que será 3.000 m.

### **4.4.3. Cable de guardia con fibra óptica – OPGW para línea 500 kV**

#### **4.4.3.1. Características generales**

Los cables de guardia con fibra óptica OPGW se ajustarán por completo al estándar 1138 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (por sus siglas en inglés IEEE), salvo indicación en contrario.

Los cables contarán con 36 fibras ópticas del tipo monomodo según norma G.652 D, en un todo de acuerdo con las características técnicas que se detallan en el punto 4.4.3.2.

#### **4.4.3.2. Estructura del cable**

La capacidad de soportar las corrientes de cortocircuito especificadas sin dañar térmicamente a las fibras ópticas se conseguirá por medio de capas periféricas de hilos de acero recubierto de aluminio ("aluminum clad steel") o aleación de aluminio.

La protección mecánica del núcleo óptico se conseguirá por medio de un tubo de aluminio tal cual se establece en la norma IEEE1138. El tubo de aluminio será extruído, no permitiéndose tubo soldado, admitiendo una tolerancia en la variación de su espesor de +/-1%.

El oferente deberá probar que el elemento de protección del "núcleo óptico" no lleva una parte tan sustancial de la corriente de cortocircuito que origine calentamientos peligrosos en las fibras ópticas. Además deberá ser adecuadamente estanco, de forma de impedir el ingreso de humedad.

Si se usan dos capas de hilos o hebras conductoras periféricas, éstas deberán cablearse en sentidos opuestos.



La capa exterior de hilos deberá estar torneada en el sentido indicado por la norma IEEE1138, punto 3.2., o sea en el **sentido a izquierda**.

Las fibras ópticas se alojarán en tubos holgados, con una sobre longitud tal, que las mismas no queden expuestas a esfuerzos mecánicos cuando el cable se someta a las cargas de tracción especificadas. El interior de estos tubos se taponará con un compuesto tixotrópico a los efectos de reducir la abrasión en la superficie de las fibras y proporcionarle protección frente a la humedad.

Los tubos holgados y las fibras ópticas dentro de los mismos serán de distintos colores para favorecer su identificación, según norma TIA/EIA 598-B.

El código de colores de los tubos holgados y fibras ópticas de los cables será el siguiente:

FIBRA N°	COLOR TUBO	COLOR FIBRA
1	azul	azul
2		naranja
3		verde
4		marrón
5		gris
6		blanco
7		rojo
8		negro
9		amarillo
10		violeta
11		rosado
12		celeste
13	naranja	azul
14		naranja
15		verde
16		marrón
17		gris
18		blanco
19		rojo
20		negro
21		amarillo
22		violeta
23		rosado
24		celeste

25	verde	azul
26		naranja
27		verde
28		marrón
29		gris
30		blanco
31		rojo
32		negro
33		amarillo
34		violeta
35		rosado
36		celeste

#### 4.4.3.3. Características Nominales

PARÁMETRO	VALOR
Corriente de cortocircuito (kA)	$\geq 10$
Tiempo de despeje de falta (seg.)	0.5
Clase de descarga atmosférica	Clase 2 (IEEE 1138 – 2009)
Diámetro exterior (mm)	$15.4 \pm 1\%$
Carga de rotura (kg)	$> 13500 \times \text{peso del cable en kg/m}$

Las temperaturas máximas aceptables en cortocircuito serán:

- Fibras ópticas: 160 °C
- Hilos metálicos:
  - Aluminio o aleación de aluminio: 175 °C
  - Acero recubierto de aluminio: 375 °C

#### 4.4.4. Cable de guardia con fibra óptica – OPGW para línea 150 kV

#### **4.4.4.1. Características generales**

El cable de guardia con fibra óptica OPGW para 11KA de corriente de corto circuito será fabricado especialmente para su instalación en sistemas de alta tensión (150 kV).

Se ajustará por completo al estándar 1138 (2009) del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (por sus siglas en inglés IEEE), salvo indicación en contrario.

Los cables contarán con 24 fibras ópticas del tipo monomodo, debiendo adaptarse a la especificación G.652.D de la UIT (2016) y en un todo de acuerdo con las características técnicas que se detallan en el punto 4.4.4.2.

#### **4.4.4.2. Estructura del cable**

La capacidad de soportar las corrientes de cortocircuito especificadas sin dañar térmicamente a las fibras ópticas se conseguirá por medio de capas periféricas de hilos de acero recubierto de aluminio ("aluminum clad steel") o aleación de aluminio.

La protección mecánica del núcleo óptico se conseguirá por medio de un tubo de aluminio tal cual se establece en la norma IEEE1138. El tubo de aluminio será extruído, no permitiéndose tubo soldado, admitiendo una tolerancia en la variación de su espesor de  $\pm 1\%$ .

El oferente deberá probar que el elemento de protección del "núcleo óptico" no lleva una parte tan sustancial de la corriente de cortocircuito que origine calentamientos peligrosos en las fibras ópticas. Además deberá ser adecuadamente estanco, de forma de impedir el ingreso de humedad.

Si se usan dos capas de hilos o hebras conductoras periféricas, éstas deberán cablearse en sentidos opuestos.

La capa exterior de hilos deberá estar torneada en el sentido indicado por la norma IEEE1138, punto 3.2., o sea en el sentido a izquierda.

Las fibras ópticas se alojarán en tubos holgados, con una sobre longitud tal, que las mismas no queden expuestas a esfuerzos mecánicos cuando el cable se someta a las cargas de tracción especificadas. El interior de estos tubos se taponará con un compuesto tixotrópico a los efectos de reducir la abrasión en la superficie de las fibras y proporcionarle protección frente a la humedad.

Los tubos holgados y las fibras ópticas dentro de los mismos serán de distintos colores para favorecer su identificación, según la norma TIA/EIA 598-B.

El código de colores de los tubos holgados y fibras ópticas de los cables será el siguiente:

FIBRA N°	COLOR TUBO	COLOR FIBRA
1	azul	azul
2		naranja
3		verde
4		marrón
5		gris
6		blanco
7	naranja	azul
8		naranja
9		verde
10		marrón
11		gris
12		blanco
13	verde	azul
14		naranja
15		verde
16		marrón
17		gris
18		blanco
19	marrón	azul
20		naranja
21		verde

22		marrón
23		gris
24		blanco

#### 4.4.4.3. Características Nominales

PARÁMETRO	VALOR
Corriente de cortocircuito (kA)	$\geq 11$
Tiempo de despeje de falta (seg.)	0.5
Diámetro exterior (mm)	$14.5 \pm 1\%$
Carga de rotura (kg)	$> 13500 \times \text{peso del cable en kg/m}$
Clase de descarga atmosférica	Clase 2 (IEEE 1138-2009)

Las temperaturas máximas aceptables en cortocircuito serán:

- Fibras ópticas: 160 °C
- Hilos metálicos:   - Aluminio o aleación de aluminio: 175 °C
- Acero recubierto de aluminio: 375 °C

#### 4.4.5. Cable de fibra óptica dieléctrico

Este cable se instalará desde los pórticos de llegada en las estaciones extremas (empalmado al OPGW), ingresando en las salas de comunicaciones de cada subestación. Se utilizará cable dieléctrico con 36 fibras ópticas para la bajada del cable de guardia OPGW de 500kv y uno de 24 fibras ópticas para la bajada del cable de guardia OPGW de 150kv. El cable dieléctrico será

terminado en los repartidores de fibra, cuyas características se detallan más adelante, dentro de racks y en la ubicación que UTE dispondrá.

#### **4.4.5.1. Características generales**

El cable de fibra óptica será totalmente dieléctrico y contará con 24 fibras de tipo monomodo. Deberá ser apto para instalación subterránea, directamente enterrado o lingado a la intemperie.

Las fibras serán monomodo debiendo adaptarse a la especificación G.652.D de la UIT (marzo 2016) y a los requerimientos detallados en el punto 4.7.8.

El cable se ajustará a las prescripciones de la publicación CEI 794.

#### **4.4.5.2. Características físicas**

Cada fibra con su cubierta primaria será protegida por un tubo de tipo "holgado", extruído, en material termoplástico y relleno con gel repelente de la humedad. Las fibras ópticas se alojarán en estos tubos holgados con una sobrelongitud tal, que ellas no queden expuestas a esfuerzos mecánicos inapropiados cuando el cable se someta a las cargas de tracción especificadas.

Asimismo los tubos deberán ser capaces de proteger a las fibras ópticas de esfuerzos laterales.

El conjunto de tubos será cableado alrededor de un elemento resistente no metálico y cubierto por una vaina de polietileno o PVC. El tipo de trenzado de los tubos alrededor del elemento central será de tipo "SZ", de forma helicoidal y sentido oscilante.

Los intersticios del cable, entre los tubos y entre éstos y el elemento central, serán también rellenos con un compuesto taponeante, dieléctrico, homogéneo, libre de materiales extraños, y de fácil limpieza mediante solventes no tóxicos, capaz de absorber y fijar permanentemente de un modo químico, el hidrógeno presente en el cable, a efectos de impedir su acción sobre las fibras ópticas.

El conjunto formado por el elemento central de tracción, tubos protectores, tubos

de relleno, y gel de relleno, se encintará en forma adecuada mediante cintas en forma helicoidal, con un recubrimiento de al menos 10%. Las cintas serán de material dieléctrico no higroscópico.

El cable constará de dos cubiertas: una interna y otra externa. Sobre las cintas de material dieléctrico se aplicará una cubierta interna de polietileno o similar de baja densidad y alto peso molecular. El material empleado deberá contener un antioxidante adecuado. El espesor de dicha cubierta interna será como mínimo de 1.0 mm +/- 0.1 mm.

La resistencia a la tracción del cable deberá conseguirse por medio de elementos no metálicos, siendo el cable totalmente dieléctrico. El cable contendrá como elemento de refuerzo para cumplir con las cargas especificadas de tracción capas de hilos de aramida que proporcionen la resistencia a la tracción requerida, dispuestas en hélice. Se tendrá especialmente en cuenta el cumplimiento de los siguientes requerimientos:

- Deberá soportar en instalación al menos un valor de tensión de tracción de 2700 N.
- Debido a su instalación directamente enterrado, deberá ser capaz de soportar un aplastamiento de 500 N/cm (De acuerdo a CEI 794-1 E3 o similar)

El Proveedor presentará una justificación de la resistencia a la tracción, compresión, etc. asignada al cable.

El cable estará provisto de una cubierta exterior de polietileno o similar de media densidad, construido con las proporciones precisas de antioxidante y negro de humo para asegurar las mejores condiciones frente a la acción de la intemperie y contemplar los requerimientos de estanqueidad, compresión, etc. El material de la cubierta debe ser preparado a partir de materia prima virgen, no siendo admitido material reaprovechado. El espesor de la cubierta externa tendrá un valor mínimo de 1.5 mm +/-0.2 mm.

La cubierta exterior del cable deberá presentar leyendas a intervalos de un metro,

las cuales contendrán los siguientes datos:

- Indicación de que el cable contiene fibras ópticas.
- Tipo y cantidad de fibras que contiene.
- Metraje.
- Código de UTE
- Fabricante y año de fabricación

Se proveerán dos cordones de rasgado por debajo de cada una de las dos cubiertas (interna y externa), ubicados a 180°, para facilitar la apertura del cable.

Para los cables dieléctricos, las fibras ópticas se dispondrán en tubos de igual forma que en los cables OPGW, con distintos colores que faciliten su identificación, según la norma TIA/EIA 598-B.

#### **4.4.5.3. Características nominales del cable de fibra óptica**

Se detallan a continuación valores correspondientes a características mecánicas. El cable deberá igualar o mejorar las prestaciones indicadas.

Tensión de tracción máxima en instalación: 2700 N

Tensión de tracción máxima de operación: 2700 N

Radio de curvatura mínimo en instalación: 0,30 m

Radio de curvatura mínimo permanente: 0,25 m

Carga de compresión: 500 N/cm

Carga de impacto: 3,0Nm

Rango de temperatura de operación: -20 a + 70 °C

#### **4.4.5.4. 4.7.8 Fibras ópticas**

Las fibras ópticas de todos los cables deberán cumplir la recomendación G.652.D de la UIT (2016) y los requerimientos que se detallan a continuación:

Las fibras ópticas monomodo deberán ser optimizadas para trabajar en el



rango de longitud de onda de 1310 nm, siendo también aptas para trabajar a longitudes de onda en la región de 1550 nm.

La atenuación máxima a 1310 nm deberá ser menor o igual a 0,35 dB/km.

La atenuación máxima a 1383 nm  $\pm$  3 nm no deberá exceder el valor de la atenuación a 1310nm.

La atenuación máxima para longitudes de onda desde 1270 a 1340 nm no debe exceder el valor de la atenuación a 1310 nm en más de 0,10 db/km.

La atenuación máxima a 1550 nm deberá ser menor o igual a 0,22 dB/km.

No se permitirán empalmes en las fibras ópticas ni atenuaciones concentradas.

El recubrimiento primario será aplicado directamente sobre la fibra óptica en una o dos capas de compuesto de acrilato, silicona multi-capas u otro material de características similares

Para las fibras cableadas el coeficiente de dispersión de polarización deberá ser menor que  $0.1 \text{ ps/km}^{1/2}$  para todos los tipos de cable.

El valor nominal del diámetro exterior del cladding será de 125  $\mu\text{m}$

La longitud de onda de corte de la fibra con revestimiento primario será inferior a 1280 nm.

La longitud de onda de corte de la fibra cableada será inferior a 1260 nm.

El valor máximo admitido para el coeficiente de dispersión cromática será dado por la siguiente tabla:

Rango de longitud de onda	Coeficiente de dispersión cromática máximo
1271nm – 1360nm	5.3 ps/(nm.km)
1288nm - 1339nm	3.5 ps/(nm.km)
1530nm - 1565nm	17 ps/(nm.km)

1620nm	22 ps/(nm.km)
--------	---------------

#### **4.5. CONDUCTOR PARA PUESTA A TIERRA**

##### **4.5.1. Tipo**

El conductor para puesta a tierra será de acero recubierto de cobre, recocido (copper-clad steel wire strand), de 73,83 mm<sup>2</sup> de sección compuesto por 7 hilos de 3,67 mm de diámetro (1 hilo central y una capa exterior de 6 hilos).

##### **4.5.2. Valores especificados**

El cable cumplirá con las exigencias y tolerancias de las normas ASTM B 227 y 228, excepto en el valor de la resistencia a la tracción de cada alambre que se fija en 372 kg, por tratarse de alambres recocidos.

Las características nominales principales se indican en las Tablas adjuntas.

##### **4.5.3. Carretes, marcas y longitudes de entrega**

Vale lo indicado para el conductor de fase, salvo la longitud máxima de bobina que será 2000m.

#### **4.6. AISLADORES**

##### **4.6.1. Aisladores de vidrio**

###### **4.6.1.1. Características generales**

Los aisladores serán de cadena, del tipo "caperuza y vástago" (cap and pin), de vidrio templado. Serán del tipo "standard" (254 mm de diámetro, 146 mm de paso). Serán del tipo anticorrosión, con un anillo o manguito de zinc que actuará como electrodo de sacrificio.

El acoplamiento de los aisladores entre sí se hará por el sistema bola y cuenca, ajustándose a las medidas indicadas en la Publicación IEC 60120, de acuerdo a las clases de acoplamiento indicadas en las Tablas adjuntas.

Tantos los aisladores como los herrajes asociados serán diseñados para poder realizar los recambios con tensión (línea viva).

Las características principales exigidas se indican en las tablas adjuntas.

Las cadenas de suspensión serán simples, excepto en los casos de cruces de rutas de cierta relevancia, en que serán dobles. Se formarán con cadenas en I en las fases externas, y cadena en V en la central.

Las cadenas de amarre serán cuádruples, excepto en los tramos de tensión reducida entre torres terminales y pórticos en que se aceptará que sean dobles

#### **4.6.1.2. Cantidades**

En la línea de 500kV las cadenas se formarán con 28 aisladores de 120 kN en las cadenas de suspensión simple (2 x 28 en las dobles) y 4 x 28 aisladores de 120 kN en las de amarre.

En los tramos de línea 150kV la cadena de suspensión simple en I estará formada por 119 aisladores de 120 kN. Las cadenas de amarre estarán formadas por 2x10 aisladores de 120 kN de carga electromecánica de rotura.

#### **4.6.1.3. Normas**

En todo lo que no contradiga las presentes especificaciones, se cumplirá con las recomendaciones en vigencia de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), en particular las Normas IEC 60120, 60305, 60372 y 60383-1.

Se tomarán dichas publicaciones como referencia para definiciones y métodos de ensayo.

#### **4.6.1.4. Material dieléctrico**

El vidrio no podrá contener burbujas de aire y sus superficies externas deberán ser absolutamente lisas.

El vidrio, deberá ser templado, preferentemente de color verde claro y de la composición sodio-cálcica, indicada en la norma correspondiente.

No se admite la utilización de materiales plásticos (nylon, teflón, otros) en las juntas entre el vidrio y los metales.

#### **4.6.1.5. Construcción**

Para la fijación de las partes metálicas al cuerpo del aislador, han de utilizarse terminaciones de superficies, cementos de unión y métodos de ensamblado y fraguado, que aseguren que las características del aislador no se resientan por las dilataciones o contracciones térmicas así como por esfuerzos mecánicos.

Los aisladores deberán estar diseñados para trabajar con conductores hasta por lo menos 90°C en forma continua y 120°C en emergencia 2 horas.

Las chavetas de seguridad de los aisladores deben ajustarse a la norma CEI 60372, serán con ojal de acero inoxidable y diseñadas cuidando que sea descartada toda posibilidad de que por cualquier manejo, transporte o condición de ejercicio se deformen o se salgan de su asiento, dejando sueltos los aisladores que forman la cadena. Serán del tipo autotrabables, de forma que no sea necesario doblar sus puntas luego de la instalación, y estarán de acuerdo con la Norma IEC 60372. Además debe ser posible reemplazar un aislador sin necesidad de separar la cadena de la viga.

La bola del badajo (pin) debe sobresalir por lo menos 10 mm por debajo del borde del vidrio.

Los anillos de corrosión deberán responder en lo aplicable a lo indicado en la Norma IEC 61325. Deben ser fundidos en la superficie del vástago y galvanizado por proceso metalúrgicamente adherente. No debe haber espacios entre el anillo y la galvanización del vástago.

Las superficies serán lisas, sin irregularidades, de forma de reducir a un mínimo la concentración del campo eléctrico, la radiointerferencia y de no presentar inconvenientes en el ensamblado.

#### **4.6.1.6. Identificación**

Cada aislador tendrá marcadas en forma legible e indeleble las siguientes indicaciones:

- Fabricante o marca registrada
- Año de fabricación
- Carga electromecánica de rotura
- Designación del mismo según publicación IEC 60305 (120B)

#### **4.6.1.7. Material informativo y muestra**

Durante el contrato se deberá presentar la siguiente información:

- Información necesaria para poder hacer un juicio fundado sobre los productos ofrecidos y apreciar si cumplen las presentes especificaciones.
- Protocolos de ensayos de tipo y de rutina, de acuerdo en lo indicado en el punto XX de estas Especificaciones.
- Certificados de ensayos de muestreo realizados en suministros anteriores.
- Certificación de fabricación conforme a ISO 9001 o 9002.
- Un ejemplar del modelo propuesto, a título de muestra. Dicha muestra podrá ser sometida a ensayos destructivos, a juicio de UTE, sin que ello genere erogación alguna para la Administración.

#### **4.6.1.8. Embalaje**

Los aisladores vendrán agrupados en bultos de madera, perfectamente embalados, de tal forma que formen un paralelepípedo y no sufran deterioro alguno debido a las condiciones normales de transporte, manipuleo y almacenamiento a la intemperie.

Salvo acuerdo en contrario, cada bulto contendrá 6 aisladores.

Los bultos deberán ser aptos para su posterior almacenamiento a la intemperie. Serán embalados para exportación, montados sobre palets de madera para transporte por montacargas, forrados de films de PVC, en paralelepípedos de aproximadamente 16 bultos de 6 aisladores cada uno.

Estos paralelepípedos tendrán las dimensiones necesarias para que puedan ser almacenadas en forma eficiente en contenedores estándar ISO 20' (entrando dos en el ancho y dos en el alto).

Los pallets de madera serán tipo mercosur de 1.00 x 1.20 mts.

La provisión de los pallets son responsabilidad del proveedor y quedarán en manos de UTE una vez realizada la entrega.

### **4.7. HERRAJES PARA CONDUCTOR Y CABLE DE GUARDIA CONVENCIONAL**

#### **4.7.1. Generalidades**

Los herrajes para 500kV y 150kV serán aptos para realizar el mantenimiento de la línea bajo tensión, tendrán las talladuras, agujeros y vástagos escalonados necesarios para

facilitar dichas tareas.

En lo que sea aplicable los herrajes se diseñarán y fabricarán de acuerdo con las Normas IEC en vigencia, en particular la Norma 61284.

Como anexo a las Especificaciones Técnicas UTE entrega dibujos de las cadenas normalizadas de 150kV y esquemas detallados de los herrajes a los que deberán ajustarse los suministrados por el Contratista, en dimensiones, materiales, cargas mecánicas, tipos de movimientos o articulaciones y funciones de cada elemento.

No se utilizará soldadura en piezas sometidas a esfuerzos principales; las soldaduras que se empleen deberán indicarse claramente en los planos de la propuesta.

Los elementos ferrosos (aceros y fundición) serán cincados por inmersión en baño caliente; el cincado cumplirá con las exigencias establecidas en las normas ASTM en vigencia.

Todos los pernos para acoplamiento que, por su ubicación en la cadena, puedan sufrir esfuerzos longitudinales que provoquen desgaste de la clavija, serán suministrados con tuerca y clavija.

Los pernos que sólo utilicen clavija estarán provistos de arandelas lisas.

Todas las uniones atornilladas dispondrán de dispositivo de trabamiento.

Las clavijas serán de acero inoxidable y en todos los casos serán del tipo autotrabamiento, por lo que no será necesario doblar las puntas luego de su instalación. Deberán cumplir con la norma IEC.

Serán usadas arandelas siempre que haya contacto entre aluminio y acero; cuando se usen tornillos de acero en piezas de aluminio, las arandelas serán del tipo a presión.

Los agujeros en piezas de chapa de acero serán cilíndricos, normales al plano de la pieza y sin bordes ásperos.

El Contratista someterá a la aprobación de UTE los dibujos para el armado de cada tipo de cadena y detalle de todos los elementos que la integran.

El contratista deberá presentar los esquemas para cada tipo de cadena, tanto implementada con aisladores de vidrio como usando los aisladores poliméricos.

#### **4.7.2. Conjuntos de suspensión para conductor de fase**

#### **4.7.2.1. Conjuntos de suspensión simple en “I”**

El componente de los herrajes que cumple la función de unión a la torre deberá proveer al menos dos articulaciones, una con eje de giro en la dirección del conductor y otra con eje de giro transversal al conductor.

En 500kV la conexión del último aislador al balancín cuadruplicador proporcionará adecuada biarticulación.

El balancín podrá oscilar respecto a los aisladores en un plano perpendicular al conductor con ángulos de al menos 15°.

Las grapas de suspensión serán ser del tipo doble articulación, apropiadas para cable con varillas de refuerzo ("armor rods").

Las superficies en contacto con las varillas o cables serán de aleación de aluminio con la misma resistencia eléctrica y coeficiente de dilatación térmica que éstos.

Las grapas permitirán retirar el conductor con el uso de herramientas para mantenimiento bajo tensión.

Tendrán una resistencia al deslizamiento del 25% (veinticinco por ciento) de la resistencia a la rotura del conductor y una carga de rotura vertical de al menos el 60% (sesenta por ciento) de la carga de rotura del mismo.

El Contratista debe tener presente la eventual colocación de contrapesos colgantes en algunas torres; en consecuencia dispondrá el suministro de dos tipos diferentes de grapas, o bien elegirá un modelo que permita un eventual agregado de contrapesos sobre la grapa ya montada.

Las varillas de refuerzo serán de tipo preformado, de aleación de aluminio, con trenzado "a la derecha". Serán marcadas en el centro con tinta resistente a la intemperie para facilitar la instalación. Serán marcadas en colores o codificadas indicando el calibre del cable a que se destina. Las puntas de las varillas preformadas deben ser chaflanadas a efectos de obtener los niveles de corona y RIV establecidos.

Queda de cargo del Contratista definir la necesidad y características de anillos anticorona a efectos de cumplir con los niveles de corona y RIV especificados, así como la necesidad de raquetas y/o cuernos de descarga. En todos los casos, las soluciones propuestas deberán justificarse y someterse a la aprobación de UTE durante el Contrato.

#### **4.7.2.2. Conjuntos de suspensión simple en “V” para 500kV**

El prolongador tendrá un extremo en eslabón ("link") y el otro en ojal ("eye").

El ángulo de giro libre de la grapa de suspensión respecto al balancín será de al menos 30 ° en el plano perpendicular al conductor.

En todo el resto valdrá lo especificado para los conjuntos de suspensión en I.

#### **4.7.2.3. Conjuntos de suspensión dobles para conductor de fase**

Se usarán conjuntos de suspensión dobles en los cruces de carreteras. Se indicará su ubicación en las Planillas de distribución de torres.

En adición a lo indicado para las correspondientes cadenas de suspensión simples, se especifica que la conexión entre el duplicador del lado en tensión y el balancín principal será rígida y en forma mecánica, por un método de encastre, no aceptándose la conexión por soldadura.

#### **4.7.3. Conjuntos de amarre para conductor de fase**

En 500kV estarán formados por cadenas cuádruples, admitiéndose separar las cadenas por un separador plano entre fases, siempre que el mismo sea lo suficientemente robusto, que permita ser usado como punto de anclaje de un yugo convencional utilizado en trabajos de recambio de aisladores con tensión

Los niveles de corona y RIV de la cadena especificados, así como la protección frente a arcos de potencia, se conseguirán por medio de un anillo anticorona del lado de conductor y anillo anticorona o raqueta del lado de tierra, ambos ubicados cubriendo la parte superior de la cadena.

El componente de los herrajes que cumple la función de unión a la torre deberá proveer al menos dos articulaciones, una con eje de giro en la dirección del conductor y la otra con eje de giro transversal al conductor.

Los herrajes del conjunto de amarre deberán ser diseñados de tal manera que, en el caso de rotura de una de las cadenas de aisladores, la articulación del conjunto sea capaz de evitar daños a la otra cadena o componentes del conjunto.

Se colocarán prolongadores que permitan el pasaje de las derivaciones ("jumpers") correspondientes a los subconductores superiores del haz sin necesidad de disminuir la distancia entre subconductores.

Las grapas de amarre serán del tipo a compresión, formadas por un émbolo de acero cincado terminado con el elemento de unión a la cadena, un cuerpo en aleación de aluminio con orificios y tapones para la pasta de relleno, y una vaina en aleación de aluminio para la derivación ("jumper").



La vaina para la derivación deberá estar ubicada en el extremo del cuerpo, junto a la articulación con el resto de la cadena.

La resistencia eléctrica del cuerpo y de la vaina de conexión a la derivación no será superior a la resistencia eléctrica de un trozo de conductor de igual longitud.

La resistencia a la rotura del conjunto no será inferior a la del conductor; mientras que la resistencia al deslizamiento no será inferior al 95% de la resistencia a la rotura del conductor.

Se marcarán claramente las áreas a ser comprimidas en el exterior de las vainas de acero y de aluminio.

El Contratista describirá exactamente cada componente, haciendo constar las dimensiones interiores y exteriores de las vainas de acero y aluminio, antes y después de comprimidas.

#### **4.7.4. Herrajes para el cable de guardia convencional**

Se describen las principales características de los herrajes destinados al cable de guardia de acero recubierto de aluminio.

Los valores nominales de las resistencias a tracción se especifican en la Tabla adjunta.

##### **4.7.4.1. Conjuntos de suspensión**

La unión de la grapa de suspensión a la estructura se conseguirá por un sistema que asegure al menos la doble articulación.

Las grapas de suspensión podrán ser del tipo convencional, de fundición de aluminio y con varillas de refuerzo preformadas o del tipo preformado.

Las grapas tendrán una resistencia al deslizamiento de al menos el 25%, y una resistencia vertical de al menos el 60% de la resistencia a la rotura del cable de guardia.

Las varillas preformadas cumplirán en lo aplicable con las especificaciones indicadas para las correspondientes a los conjuntos de suspensión para conductor de fase.

##### **4.7.4.2. Conjuntos de amarre**

Las grapas serán de fundición de aluminio, del tipo a compresión, pasantes, o preformadas.

La carga de rotura de la grapa no será inferior a la del cable de guardia, y la de

deslizamiento no será inferior al 95% de la del cable de guardia (suponiendo para la grapa tipo pasante que el apriete se hace con el torque nominal).

#### **4.7.5. Herrajes para OPGW**

Se deberán suministrar herrajes apropiados para cada uno de los cables OPGW a instalar, de acuerdo a las características que se detallan a continuación.

Los herrajes serán aptos para instalación de cables de acuerdo al valor nominal indicado para cada uno de los tipos de herrajes, y tendrán una tolerancia suficiente para permitir la instalación de cables con diámetros con una diferencia de  $\pm 0.5\text{mm}$  con respecto al valor nominal de diámetro del herraje, manteniendo todas las características técnicas solicitadas en el presente pliego de condiciones.

Los herrajes se ajustarán a los diagramas incluidos en el punto 4.10.9.6.

Los herrajes a emplear en cada caso deberán elegirse de forma de cumplir con los requerimientos necesarios para asegurar la integridad óptica y mecánica de los cables en las condiciones de servicio impuestas. Es indispensable la compatibilidad en diversos aspectos entre cables y herrajes:

- mecánica: compresión, abrasión, etc.
- eléctrica: caso de OPGW, transferencia de corriente
- química: el contacto entre materiales no debe generar corrosión dadas las condiciones ambientales de instalación.

Los criterios funcionales empleados en la elección del conjunto de herrajes se detallan a continuación:

- Facilidad de instalación con una posibilidad de error minimizada.
- Eliminación de los esfuerzos concentrados sobre el cable en los puntos de sujeción, protegiendo así las fibras ópticas.
- Adaptación de los esfuerzos mecánicos estáticos y transitorios sin dañar el cable ni la performance óptica de las fibras.
- Minimización de los efectos dañinos de la vibración impuesta al cable por efecto del viento.
- Gran resistencia a la degradación a largo plazo debida a las condiciones ambientales y a la presencia de altas tensiones cercanas.

Los herrajes a ser suministrados permitirán montaje y desmontaje con herramientas comunes y serán adecuados para mantenimiento del cable con la línea bajo tensión.

El diseño evitará puntos o áreas de concentración de esfuerzos mecánicos o eléctricos que afecten el correcto desempeño de los herrajes.

No se utilizará soldadura en piezas sometidas a esfuerzos principales. Las soldaduras que se empleen deberán indicarse en los planos a presentar durante el Contrato

Los herrajes deben de ser reutilizables.

#### **4.7.5.1 Generalidades**

Los herrajes a suministrar serán del tipo preformado, y deberán haber sido ampliamente experimentados en instalaciones del mismo tipo. El oferente deberá suministrar información que acredite estos antecedentes.

Los valores límite aceptables de tensión de flexión estarán de acuerdo con las últimas recomendaciones de la CIGRE o del instituto EPRI.

#### **4.7.5.2 Características principales**

La carga de rotura de los conjuntos de amarre será no inferior a la del cable correspondiente.

La carga de rotura del conjunto de suspensión deberá ser adecuada para soportar las cargas actuantes (peso del cable y presión de viento de  $108 \text{ daN/m}^2$ ), con un factor de seguridad de al menos 3.

La carga de deslizamiento de la grapa de amarre será el 95% de la carga de rotura del cable correspondiente, y la de la grapa de suspensión no inferior al 25% de esta carga de rotura.

Deberá indicarse la forma de instalación de los amortiguadores de vibraciones eólicas del tipo "Stockbridge" o similar, la que será sobre varillas preformadas ("armor rods") de protección del cable en cuestión.

En el diseño de los conjuntos de amarre se cuidará especialmente no exceder los radios de curvatura mínimos especificados a la salida de los "jumpers".

Las grapas de suspensión serán preformadas del tipo armado, con varillas preformadas incorporadas y asiento de material sintético (neopreno o similar) en el contacto con el cable.

El Oferente deberá someter a la aprobación de U.T.E. planos detallados acotados de los conjuntos de amarre y suspensión y de cada una de las piezas que los integran.

Se incluirá como parte del suministro 100 vainas de reparación.

#### **4.7.5.3 Características técnicas generales**

Las piezas metálicas tendrán una terminación de buena calidad sin rebabas salientes o escorias.

Los elementos ferrosos serán zincados en caliente, y cumplirán las exigencias de las Normas ASTM A143, A153 y A239.

En relación a la Norma ASTM A153 se establecen las siguientes subclases para las diversas piezas:

Clase A: Piezas de hierro fundido y chapas trabajadas

Clase B: Piezas de acero forjado

Clase C: Tornillos y tuercas

Clase D: Arandelas

Las roscas serán realizadas antes del zincado, y se deberá remover el exceso de zinc de los filetes luego del zincado. Las roscas de las tuercas y contratueras serán repasadas luego del zincado.

Todos los pernos para acoplamiento serán suministrados con tuerca, arandela y dispositivo de trabamiento (chaveta o clavija).

Las clavijas podrán ser de bronce, latón extraduro o acero inoxidable, y en todos los casos serán del tipo autotrabadas (no será necesario doblar las puntas luego de su instalación).

Se usarán arandelas cuando haya contacto acero-aluminio. Cuando haya un tornillo de acero en pieza de aluminio, las arandelas serán del tipo a presión.

Los agujeros en piezas de chapa de acero serán cilíndricos, normales al plano de la pieza y sin bordes ásperos.

La ductilidad de los materiales será tal que permita los siguientes alargamientos, medidos sobre una longitud de 50,8 mm:

- Hierro maleable y nodular: 8%
- Acero fundido: 15%

- Acero forjado: 18%
- Piezas de aluminio fundido: 3%

No se utilizarán soldaduras en piezas sometidas a esfuerzos principales. Las soldaduras que se utilicen deberán indicarse claramente en los planos.

#### **4.7.5.4 Amortiguadores de vibraciones eólicas**

Para la determinación de los mismos se tendrán en cuenta las características del cable y herrajes, así como las tensiones y flechas recomendadas de instalación, para distintas longitudes de vano, bajo las siguientes condiciones:

- Viento uniforme y de dirección horizontal
- Presión máxima del viento sobre la superficie longitudinal diametral del cable de  $90 \text{ kg/m}^2$ , en correspondencia a temperatura de  $10^\circ \text{ Centígrados}$  y coeficiente de forma de 0.6 para el cable.
- Temperatura máxima  $50^\circ \text{C}$  sin viento.
- Carga máxima de trabajo un 33 % de la carga de rotura en tramos rurales y para los urbanos y suburbanos de un 25 %.
- Verificar que para  $-7^\circ \text{C}$  sin viento la carga de trabajo no exceda los límites anteriores

#### **4.7.5.5 Características adicionales de los herrajes para OPGW**

El cable de guardia se pondrá a tierra en todas las torres a través de la torre misma, por lo que los herrajes para cable OPGW serán capaces de manejar las corrientes indicadas para el cable.

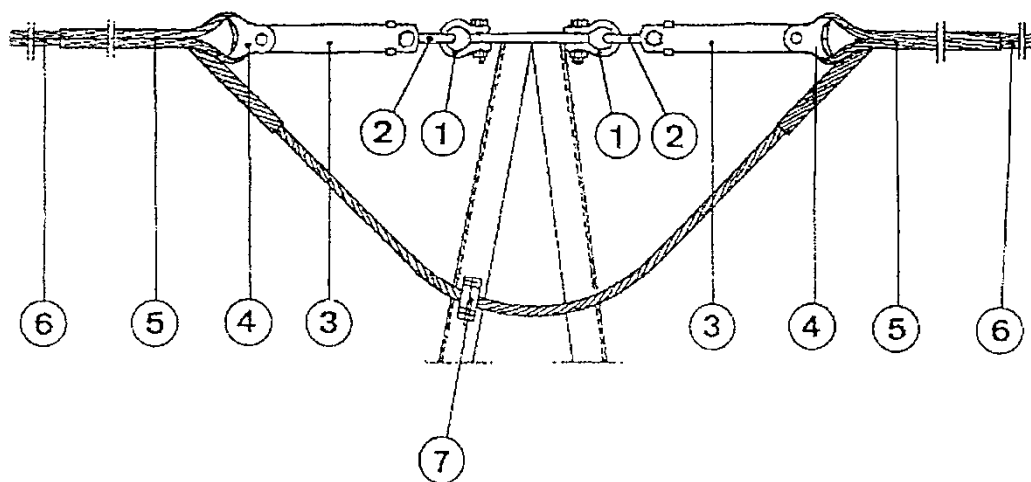
Los elementos de los conjuntos de amarre en contacto con el cable serán de acero recubierto de aluminio. Se deberá prestar especial atención en el sentido de torneado de las varillas preformadas u otros elementos, que debe ser compatible con el sentido en que se cablean los hilos conductores de la capa exterior de los cables de guardia (cables torneados a izquierda).

Los conectores que estén en contacto con el cable tales como conectores de bajada en las torres de empalme, fijación de "jumpers", serán de aleación de aluminio, y estarán diseñados para asegurar que en ningún caso el cable entre en contacto directo con la torre, sin por ello perjudicar la calidad de su puesta a tierra.

#### 4.7.5.6 Diagramas de Herrajes

##### Amarres

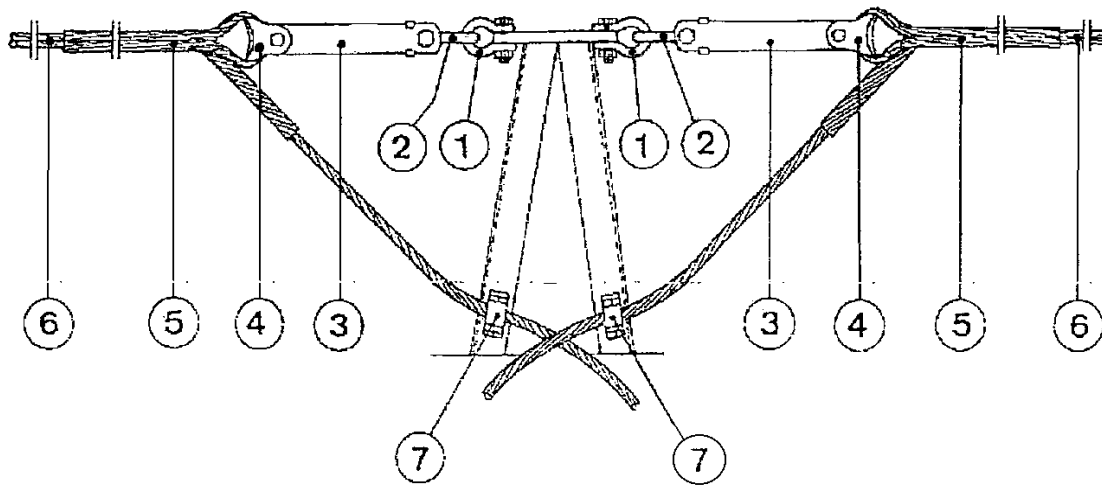
##### Conjunto biamarre pasante



##### Referencias :

- 1,2 : Grillete recto
- 3 : Tirante
- 4 : Guarda cabos
- 5 : Empalme de protección
- 6 : Retención de anclaje
- 7 : Grapa de sujeción a tierra

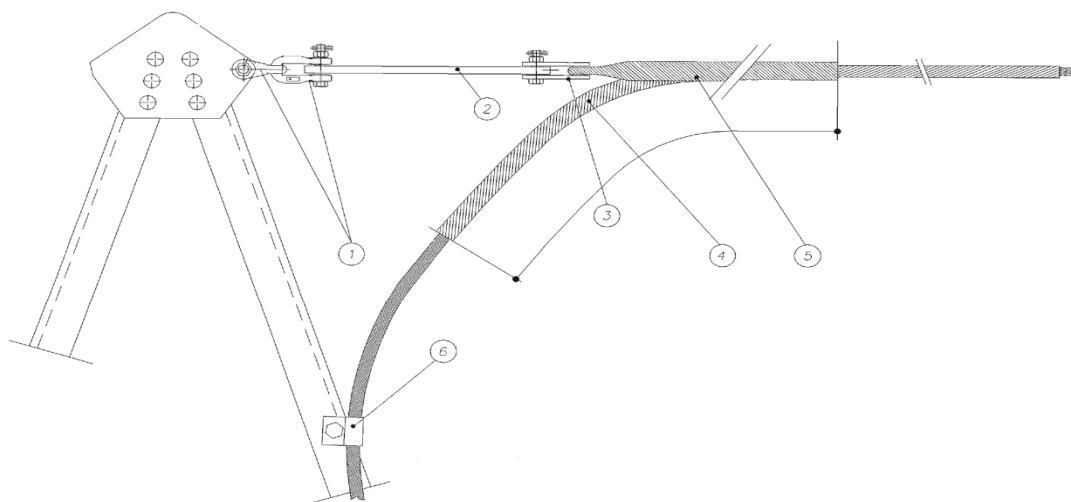
##### Conjunto biamarre bajante



Referencias :

- 1,2 : Grillete recto
- 3 : Tirante
- 4 : Guarda cabos
- 5 : Empalme de protección
- 6 : Retención de anclaje
- 7 : Grapa de sujeción a tierra

### Conjunto amarre final



#### Referencias

1-Grillete recto

2-Tirante-alargadera

3-Guardacabos

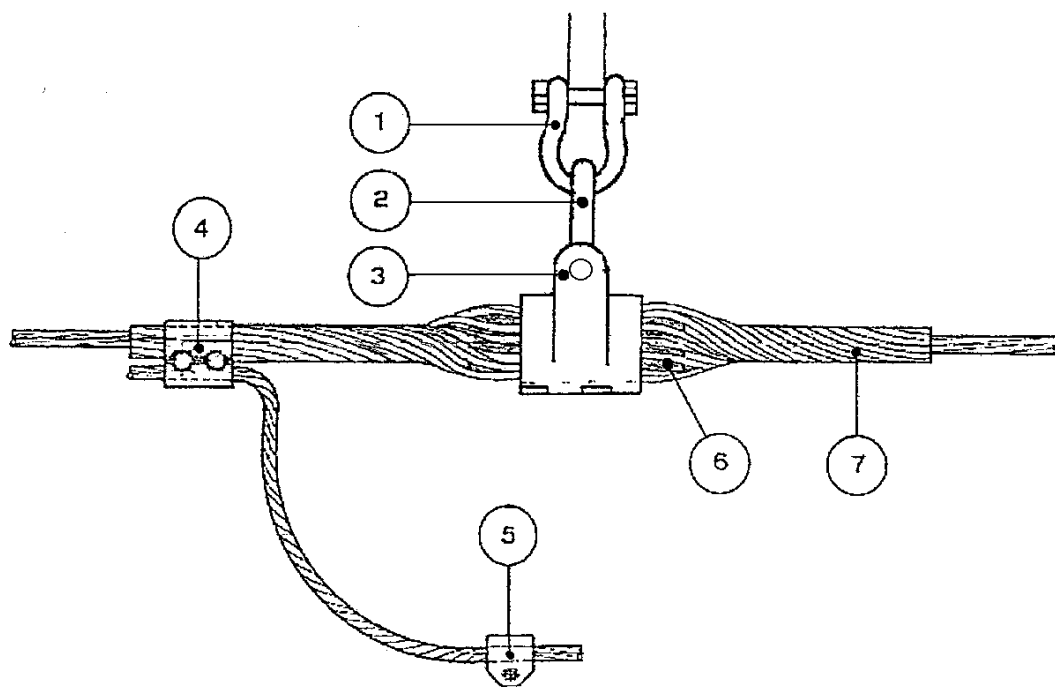
4-Empalme de protección

5-Retención de anclaje

6-Grapa de conexión a torre



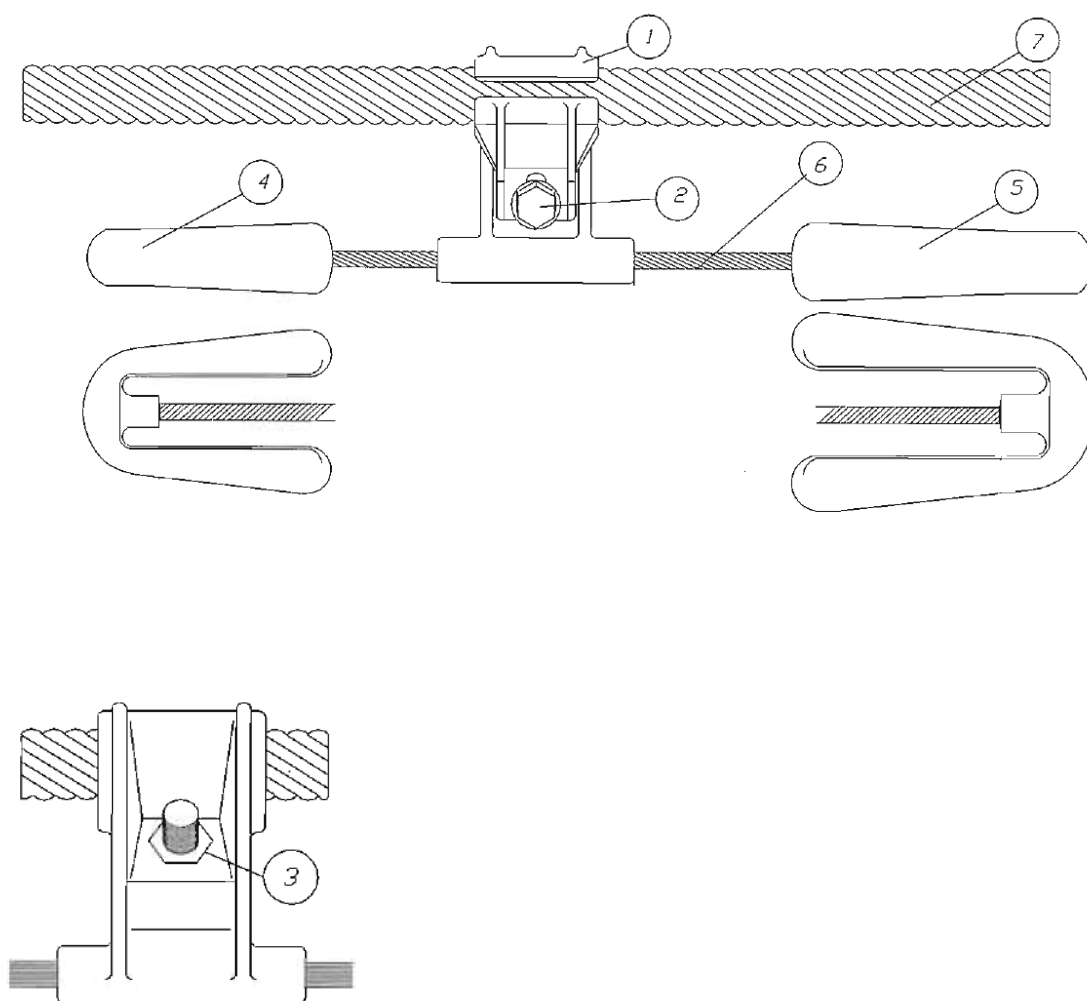
### Conjunto Suspensión



#### Referencias :

- 1 : Grillete recto
- 2 : Eslabón revirado
- 3 : Grapa de suspensión armada
- 4 : Grapa de conexión paralela
- 5 : Grapa de conexión a torre
- 6 : Inserción de goma
- 7 : Varillas preformadas

### Antivibrador



### Referencias

1-Cuerpo grapa

2-Tornilo hexagonal + arandela plana + arandela grower

3-Tuerca

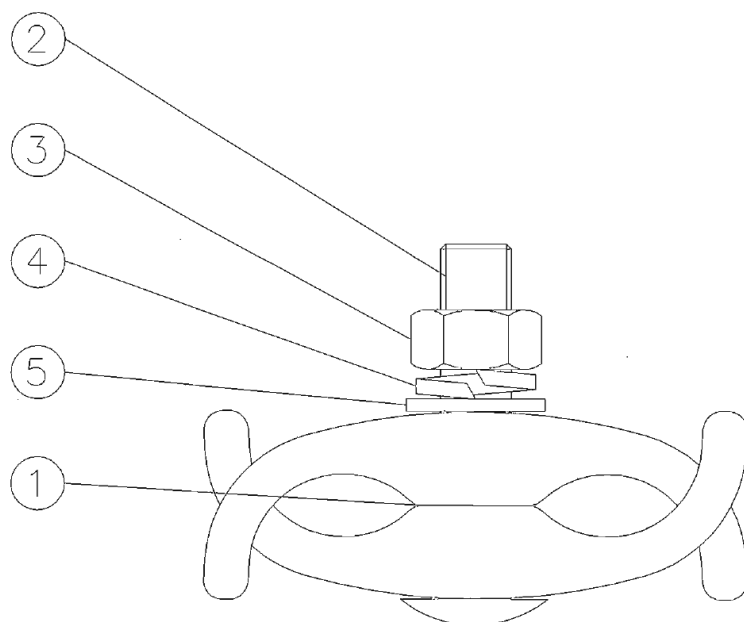
4-Contrapeso

5-Contrapeso

6-Cable portor

7-Cable + protección

### **Grapa de bajada**



### **Referencias**

1-Grapa aluminio

2-Tornillo

3-Tuerca

4-Arandela Grower

5-Arandela plana

### **4.7.6. Accesorios para OPGW**

#### **4.7.6.1. Cajas de empalme OPGW-OPGW**

Las cajas de empalme permitirán el ingreso de al menos 4 tramos de cable:

Las cajas de empalme OPGW-OPGW permitirán el ingreso de 3 OPGW y un dieléctrico.

Las cajas de empalme OPGW-Dieléctrico permitirán el ingreso de 2 OPGW y 2 dieléctricos.

Deberán poder alojar al menos 72 empalmes de fibra óptica.

Las cajas de empalme serán totalmente metálicas, resistentes a la acción de los elementos (radiación solar, cambios de temperatura pronunciados, humedad, etc.), siendo particularmente inmune a los efectos de la corrosión.

Poseerán sellamiento IP-68 según la norma IEC 60529 para no permitir la penetración de humedad en una inmersión prolongada.

Se indicarán los procedimientos recomendados por el fabricante para el sellado de las cajas, a efectos de asegurar su estanqueidad. Serán de fácil operación, apertura y cierre, lo que se realizará de forma sencilla con medios mecánicos.

Dispondrán de organizadores y bandejas que permitirán la separación de cada fibra, su empalmado y el alojamiento de los tubitos termocontraíbles de protección de empalmes.

Deberán disponer de elementos para amarrar los cables con adecuada resistencia a esfuerzos mecánicos en los mismos. Asimismo el proveedor deberá suministrar los elementos de fijación a las torres de alta tensión.

Se adjuntará a la propuesta la documentación de las cajas de empalme ofrecidas y el ensayo de estanqueidad, a efectos de la comprobación de las características indicadas.

#### **4.7.6.2. Cajas terminales**

La capacidad mínima exigida para cada Caja Terminal es de 72 fibras ópticas.

Serán de material metálico con tratamiento exterior para darle resistencia a la corrosión, siendo de construcción robusta, cerradas en todas las caras (superior, inferior, frente, posterior, laterales).

Deberán ser de fácil montaje en bastidor normalizado de 19", y deberán contar con todos los accesorios necesarios para su montaje en dicho tipo de bastidor. Permitirán la entrada y salida de 2 o más cables, su fijación y la conexión futura de jumpers con conectores FC/UPC a cualquiera de las fibras de los cables ópticos.

En su interior dispondrán de bandejas cerradas que permitirán la separación y diferenciación de cada fibra, así como el alojamiento de sobre longitud de fibra y de empalmes por fusión.

Dispondrán de paneles de patcheo de marcada firmeza y robustez, que resistan sin problemas los esfuerzos ocasionados por operativa normal de conexión y desconexión de jumpers.

Los paneles de patcheo contarán al menos con 72 acopladores FC/UPC para las fibras monomodo, a los cuales se conectarán los "pigtailes" que se hayan fusionado a las fibras ópticas de los cables. Los acopladores serán de fácil acceso para el conexionado de jumpers desde el exterior, y el "patcheo" interno al mismo sistema.

Los pigtailes estarán constituidos por un conductor de fibra óptica monomodo norma G.652D UIT-T de longitud mínima 2 metros. En uno de sus extremos estará montado adecuadamente un conector FC-UPC.

La calidad de los conectores FC/UPC debe ser tal que las pérdidas de inserción sea menores a 0.1 dB y las perdidas por retorno mayores a 55 dB.

#### **4.7.6.3. Bastidor (rack) normalizado 19"**

El contratista deberá suministrar los racks para instalación de las cajas terminales correspondientes.

Rack cerrado de 19" sobre base de pie, ensamblado en chapa de hierro o acero, con bandeja extraíble en el fondo del rack para pasaje de cableado

Deberán ser desarmables y capaces de soportar una carga máxima distribuida de 250 Kg.

Con sistema de montajes de 19" al frente y fondo con 4 perfiles de hierro o acero con la totalidad de las perforaciones roscadas correspondientes 6M (6 mm sistema métrico) o tuercas en jaula o sistema similar para fijación en perfil no roscado, auto sostenidas.

Las medidas deberán ser: ancho: 800 mm, altura. 1700 mm, profundidad: 800 mm.

La base debe contar con 4 pies de nivelación para compensar los desniveles.

Capacidad mínima 30 U R (unidades de rack, 1 UR = 44,45 mm)

Contarán con puerta frontal de 2 mm de espesor con marco de chapa, integrada con vidrio frontal de 2mm de espesor de manera de ver el frente del gabinete, la puerta deberá brindar un Angulo de apertura de 120 grados mínimo. Debe contar con piso interior y tener la posibilidad de permitir la entrada de cables desde el piso del local. Los laterales deberán ser desmontables.

La pintura debe ser texturizada y tener un espesor mínimo 70 micras. La apertura y

cierre de puerta tendrá un sistema de manivela giratorio con llave, (tipo Bombín).

#### 4.7.6 Control de calidad

Los materiales serán cuidadosamente terminados de acuerdo con las técnicas más calificadas. Se adjuntará a la propuesta el programa de control de calidad que se lleva a cabo en las fábricas.

Asimismo se exige certificación de cumplimiento de la Norma de la serie 9000 de la ISO a las fábricas de los distintos suministros, según se detalla a continuación:

Tipo de suministro	Exigencia
Cables y sus fibras ópticas	ISO 9001
Herrajes y cajas de empalme	ISO 9001

### 4.8. ACCESORIOS

#### 4.8.1. Vainas de unión

Cumplirán con las mismas normas que los herrajes de amarres para conductores del apartado 3.7.

Cumplirán con las exigencias pedidas en la norma IEC 61284

Las vainas de unión para conductor y cable de guardia convencional podrán ser del tipo a compresión o preformadas.

En caso de ser del tipo a compresión, sus características técnicas estarán de acuerdo con lo especificado para las correspondientes grapas de amarre en todo lo aplicable.

En particular, la conductividad de la unión completa no será menor que la del conductor.

La resistencia a la rotura no será inferior a la del conductor; mientras que la resistencia al deslizamiento no será inferior al 95% de la resistencia a la rotura del conductor.

En caso de ser preformadas, estarán formadas por un conjunto de varillas de reparación

del alma, un conjunto de relleno (para restablecer el diámetro del conductor) y otro de reparación de la capa conductora.

Las varillas tendrán terminación chaflanada, para mejorar el desempeño corona y RIV. Serán marcadas en el centro con tinta indeleble para facilitar su instalación.

Las características eléctricas y mecánicas de las vainas de unión preformadas serán no inferiores a las especificadas para las vainas de compresión.

Se deberán presentar planos de las mismas indicando dimensiones y materiales, y para el caso de las vainas a compresión, indicar las matrices a utilizar.

#### **4.8.2. Vainas de reparación del conductor**

Cumplirán con las mismas normas que los herrajes de amarres para conductores del apartado 4.7.

Cumplirán con las exigencias pedidas en la norma IEC 61284

La resistencia a la rotura del conductor reparado no será inferior a la del conductor; mientras que la resistencia al deslizamiento no será inferior al 95% de la resistencia a la rotura del conductor.

Podrán ser del tipo a compresión o preformadas.

En caso de ser a compresión se usarán las mismas matrices que para los empalmes y las grapas de amarre del conductor.

Se usarán únicamente si existen hasta el 50% de hebras cortadas en la capa exterior del conductor, en otro caso se usara una vaina de unión de conductor (a compresión o preformado).

En caso de ser preformadas se aplicará una doble capa sobre el conductor dañado. La primera seria de relleno de la última capa del conductor y la capa exterior cumplirá la función de restablecer la resistencia mecánica y capacidad de corriente eléctrica del conductor.

Las varillas preformadas cumplirán con lo especificado para las vainas de unión.

Se deberán presentar planos de las mismas indicando dimensiones y materiales, y para el caso de las vainas a compresión, indicar las matrices a utilizar.

#### **4.8.3. Equipos de compresión y accesorios**

Para cada uno de los herrajes a compresión (grampas de amarre, uniones, etc), se deberá proveer por lo menos una prensa completa con dos juegos de matrices para cada uno de los herrajes a compresión que se utilicen. En caso de poder utilizar la misma prensa para varios herrajes, se proveerá la correspondiente prensa (completa) y 2 juegos de matrices para cada herraje. Los mismos serán nuevos y sin uso.

Se suministrarán los equipos de compresión necesarios para la instalación de las grapas de amarre del conductor así como las vainas de unión y de reparación en caso de ser éstas del tipo a compresión.

Los compresores hidráulicos serán portátiles, adecuados para trabajo en el campo. Deberán permitir el uso de matrices intercambiables apropiadas para cada una de las funciones. Las matrices serán de acero, con propiedades compatibles con las piezas a comprimir, y deberán estar identificadas con marcas en relieve.

Las bombas podrán ser a motor a nafta o eléctricas a batería.

Las mangueras de presión de conexión de la bomba al compresor tendrán una longitud de al menos tres metros.

El suministro incluirá pistolas para aplicación de las pastas de relleno, con todos sus accesorios.

Todos los equipos mencionados deben ser suministrados en estuches adecuados para su almacenamiento y transporte en el campo.

Los compresores y bombas deben ser acompañados de manuales de operación, mantenimiento y reparación, así como de diccionarios de piezas.

Se suministrará en latas herméticamente cerradas el fluido hidráulico necesario para la operación del sistema, con un exceso del 50%.

#### **4.8.4. Compuesto de relleno antioxidante**

Se suministrará el compuesto de relleno necesario para todos los herrajes y accesorios a compresión, con un exceso del 20%.

El compuesto tendrá las siguientes propiedades:



- Contendrá elementos inhibidores de la oxidación
- Contendrá componentes químicos que faciliten la baja resistencia eléctrica de las conexiones
- Será insoluble en agua
- Podrá trabajarse fácilmente con temperaturas de hasta  $-10^{\circ}\text{C}$ , y no se derretirá a temperaturas de hasta  $125^{\circ}\text{C}$
- Será estable en las condiciones ambientales de trabajo
- Será inerte para los materiales con los cuales estará en contacto
- No será tóxica ni irritante al contacto con la piel
- Será compatible con la grasa que recubre el alma de acero del conductor

Envase: será provisto en pomos plásticos de como máximo de 500 gr con pico vertedor para su aplicación

#### **4.8.5. Pesos adicionales**

En algún lugar de la línea, donde se produzcan condiciones excepcionales, podrá requerirse el uso de pesos adicionales.

Serán de hierro fundido o acero forjado, **cincados en baño caliente**.

Deberán fijarse directamente a las grapas de suspensión. Cada unidad será de 25 kg como máximo.

Los sistemas de fijación no impedirán en ningún caso el libre movimiento de la grapa respecto a las articulaciones.

La identificación del peso en kg de cada unidad debe ser hecha con números estampados fácilmente legibles.

El conjunto será diseñado de forma adecuada para no perjudicar los niveles de corona y RIV para la cadena sin pesos adicionales.

#### **4.8.6. Elementos de amortiguación para vibraciones eólicas y de subvano**

#### **4.8.6.1. Sistema de protección antivibratoria de conductores**

##### **4.8.6.1.1. Requerimientos generales**

La presente Especificación establece los requerimientos técnicos para la fabricación, performance y suministro del sistema amortiguante para usar en haces cuádruples de conductores.

El sistema de protección antivibratoria de conductores o “sistema amortiguante” está definido por el conjunto de espaciadores-amortiguadores aptos para el haz de cuatro conductores especificado y la cantidad y distribución de los mismos para los diferentes vanos de la línea de transmisión cuya tensión nominal es de 500 kV.

El suministro está definido por la cantidad y posicionamiento de los espaciadores-amortiguadores necesarios para reducir las vibraciones y oscilaciones de los conductores a los niveles especificados y por el cálculo teórico de las vibraciones que el Proveedor debe suministrar para justificar el sistema amortiguante propuesto.

No serán aceptados espaciadores-amortiguadores prototipo, es decir que no tengan antecedentes satisfactorios de servicio, a juicio exclusivo de UTE, en líneas de 500 kV. Esta condición se cumple si el Oferente demuestra que el modelo ofrecido ha estado en servicio por más de doce años en líneas de 500 kV similares a las licitadas y cuenta con recomendación favorable del Propietario de esa línea de transmisión.

El suministro del sistema está sujeto a la norma IEC 61854-Requirements and tests for spacers- y deberá cumplir:

- Mantener la separación establecida entre los subconductores del haz y evitar el contacto mutuo entre los mismos a ser comprobado por software especializado.
- Soportar las cargas mecánicas aplicadas al espaciador durante la instalación, el mantenimiento y el servicio sin sufrir fallas en los componentes o deformaciones permanentes inaceptables.
- Permitirán movimientos limitados de compensación entre subconductores en cualquier dirección del espacio, sin dañarlos.
- Evitar el deterioro de los conductores en condiciones de servicio.
- Estar exento de niveles inaceptables de efecto corona y de perturbaciones radioeléctricas en las condiciones de servicio (RIV y corona). Su efecto corona en la línea alcanzara un nivel de radiointerferencia menor que el efecto corona de los subconductores.
- Estar integrado por materiales de reciente manufactura (no reciclados) , sin uso,

libres de defectos e irregularidades y aptos para ser funcionales en toda la gama de temperaturas y demás condiciones de servicio a las que está expuesta la línea.

El proveedor deberá suministrar una descripción clara y completa, en idioma español, sobre el procedimiento de instalación de los espaciadores-amortiguadores y presentar la repartición de los espaciadores en el vano obtenida de corridas con un software especializado.

El sistema amortiguante propuesto será verificado teóricamente, mediante su recalcuando usando los parámetros que se obtenga durante los ensayos de los amortiguadores espaciadores del suministro. El sistema amortiguante se verificará para los valores de los amortiguadores espaciadores nuevos y al final de los ensayos de fatiga.

Además de los ensayos de tipo, de aceptación y de rutina sobre componentes, la eficacia del sistema amortiguante propuesto será comprobada mediante ensayos y mediciones de campo. Éstos se realizarán durante la última etapa de montaje y el periodo de garantía de la línea.

Las eventuales correcciones derivadas de la verificación teórica o la comprobación en campo estarán a cargo del Contratista, quien deberá realizarlas dentro de los plazos previstos sin afectar el servicio de la línea.

#### **4.8.6.1.2. Normas técnicas básicas**

La fabricación, los ensayos y la inspección se realizarán conforme con las siguientes normas y recomendaciones con el alcance contenido en esta Especificación.

ASTM A 153	Cincado de piezas metálicas
ASTM B 85	Fundición en coquilla de aleación de aluminio
ASTM B 211	Barras, varillas y alambres de aleación de aluminio
ASTM B 221	Barras, varillas, alambres, formas y tubos extruidos de aleación de aluminio
ASTM B 487	Medición del espesor de revestimiento
ASTM B 695	Revestimiento de cinc mecánicamente depositado sobre acero
ASTM D 395	Deformación por compresión de goma vulcanizada
ASTM D 412	Ensayo de tracción de goma vulcanizada
ASTM D 471	Propiedades de elastómeros vulcanizados resultante de inmersión en

líquidos

ASTM D 575 Propiedades de la goma a compresión

ASTM D 624 Resistencia al desgarro de la goma

ASTM D 991 Resistividad volumétrica de conductores eléctricos y productos antiestáticos

ASTM D 1149:2016 Standard Test Methods for Rubber Deterioration-Cracking in an Ozone Controlled Environment

ASTM D 1171 Resistencia a la exposición a la intemperie de compuestos de goma para automotores

ASTM D 1229 Deformación por compresión a baja temperatura de la goma

ASTM D 2240 Dureza

ASTM D 2632 Resiliencia de la goma

DIN 2093 Resortes a disco

DIN 53516 Resistencia a la abrasión

SAE J 773 b Arandelas cónicas

IEC 61854 Requerimientos y ensayos para espaciadores

IEEE Paper “Estandarización de mediciones de vibraciones de conductores”, IEEE 31 TP 65-156 Vol PAS 86-5 N.1, Ene 1966

CIGRE WG22.04 Recomendaciones para la evaluación de la vida útil de conductores de líneas de transmisión, ELECTRA N. 63,1979

NEMA 107 Métodos de medición de radiointerferencia de aparatos de alta tensión

ISO 9001:2000 Sistema de Gestión de Calidad. Requisitos

#### **4.8.6.1.3. Requerimientos de diseño**

El Sistema amortiguante deberá mantener la separación establecida de 450 mm entre los subconductores del haz bajo las condiciones ambientales y topográficas de la línea de transmisión y evitar el contacto mutuo de los subconductores en condiciones de viento de hasta 150 km/h.

Los espaciadores-amortiguadores no deberán sufrir fallas en servicio ni provocar daños al conductor, aisladores y herrajes o morsetería.

Los espaciadores amortiguadores deberán tener un elemento de protección del conductor de goma en elastómero tipo EPDM.

#### 4.8.6.1.3.1. Comportamiento antivibratorio

El sistema amortiguante deberá controlar eficientemente tanto las vibraciones eólicas como las oscilaciones de subvano dentro de los niveles especificados de seguridad.

##### 4.8.6.1.3.1.1. Vibraciones eólicas

Las amplitudes correspondientes a la deflexión del conductor (bending amplitude) medidas según metodología IEEE a 89 mm desde el último punto de contacto del conductor con la grapa de suspensión ( “Estandarización de Mediciones de Vibraciones de Conductores- IEEE Paper 31 TP 65-156”) no deberán exceder:

- a) 0.250 mm pico-pico para el 5% de los ciclos de vibraciones
- b) 0.150 mm pico-pico para el 95% de los ciclos de vibraciones

Para cuantificar el daño por fatiga se utilizará la metodología CIGRE expuesta en: "Recomendaciones para la Evaluación de la Vida Útil de Conductores de Líneas de Transmisión", Electra n. 63, 1979.

##### 4.8.6.1.3.1.2. Oscilaciones de subvano

La amplitud de las oscilaciones de subvano debe ser mantenida dentro de los límites especificados para cualquier velocidad de viento hasta la máxima de probable ocurrencia, para cualquier dirección con respecto a la línea y para cualquier ángulo de rotación del plano transversal del haz con respecto a su configuración estable.

Las amplitudes de las oscilaciones medidas no deben exceder:

- a) 250 mm pico-pico para el 5% de los ciclos de oscilación
- b) 150 mm pico-pico para el 95% de los ciclos de oscilación

##### 4.8.6.1.3.1.3. Condiciones de aceptación

El sistema amortiguante será rechazado si se produce durante las pruebas y hasta la extinción del plazo de garantía cualquiera de las siguientes condiciones:

- Incumplimiento de cualquiera de los parámetros indicados arriba en a) y b)
- La vida útil del conductor calculada con los valores medidos en las mediciones es menor que 50 años.
- Deterioro del conductor, espaciador o herrajes
- Aflojamiento del sistema de apriete de la grapa

#### 4.8.6.1.3.2. Sistema de sujeción al conductor tipo preformado

El sistema de ajuste al conductor está concebido en general mediante el uso de grapas recubiertas con elastómero y sujetos mediante varillas preformadas de aleación de aluminio que serán diseñadas de manera tal que sujeten al conductor con suficiente presión, adecuadamente distribuida, para prevenir deformaciones en frío de los materiales en contacto. También deberán poder adaptarse a las modificaciones del diámetro del conductor originadas por el “creep”.

El material orgánico o elastómero en la garganta de la grapa, deberá ser también eléctricamente conductivo (salvo que el contacto eléctrico se garantice totalmente a través de las varillas preformadas de aluminio) y ser resistente a los efectos de temperatura, ozono, radiación ultravioleta y demás agentes contaminantes y degradantes, deberá ser capaz de soportar temperaturas del conductor entre 0°C y 85°C sin perder sus propiedades esenciales. El apoyo del conductor en el elastómero deberá tener como mínimo 75mm de longitud.

El elemento elastómero deberá ser especialmente diseñado para los niveles de radiación ultravioleta existente en Uruguay, debido a la incremental disminución de la capa de ozono. (ASTM D 1149)

✓ Características mínimas del elastómero:

- Dureza: 60 a 70 Shore A (ASTM D 2240)
- Tensión de ruptura:  $\geq 4,5$  Mpa
- Elongación a ruptura: 360 %
- Compresión a 70°C 22h T1: 38% (ASTM D 395B)
- Compresión a 125°C 70h T1: 63% (ASTM D 395B)
- Temperatura de fragilización: -55°C (ASTM D 746)

Las varillas preformadas deberán ser diseñadas para conductor DOVE. Serán de aleación de aluminio con las propiedades mecánicas, largo mínimo 98cm y diámetro

mínimo 6mm, adecuados a las funciones que debe cumplir. Las puntas deberán ser achaflanadas para no dañar el conductor y para el RIV de 500kV.

El diseño de las varillas preformadas deberá ser compatible con el cuerpo de la grapa y el diámetro del conductor para que el conjunto tenga el comportamiento mecánico adecuado para evitar daños por fatiga, desgastes prematuros de los componentes y la resistencia al deslizamiento especificada

#### 4.8.6.1.3.3. Dispositivo absorbedor de energía

El dispositivo de absorción de energía o articulación no deberá sufrir deterioros capaces de afectar la función vital del espaciador-amortiguador durante su vida útil.

En particular, deberá tener capacidad para:

- Soportar todo el calor generado
- Resistir toda acción de desgaste provocada por efecto de las condiciones de vinculación de los componentes de la articulación generadora del mecanismo del amortiguamiento.
- Evitar toda causa que pueda disminuir la eficiencia del amortiguamiento y la eficiencia del control de las vibraciones.
- Resistir la fatiga mecánica producida en servicio.

Donde se utilicen elastómeros en las articulaciones deberán evitarse los esfuerzos torsionales y de corte que facilitan el deterioro del elastómero; por lo tanto se prefiere un diseño de la articulación en la cual el elastómero está sometido a esfuerzos de compresión.

Los elastómeros usados deberán conservar su eficacia amortiguadora en el rango de temperaturas de -10°C a 70°C.

El elastómero o cualquier otro elemento orgánico usado como absorbedor de energía tendrá adecuada resistencia a los efectos del ozono, de las radiaciones ultravioletas, grasas y otros agentes contaminantes usuales en las líneas de transmisión.

✓ Características mínimas del elastómero:

- Dureza: 60 a 70 Shore A (ASTM D 2240)
- Tensión de ruptura:  $\geq 4,5$  Mpa (ASTM D 412-C)
- Elongación a ruptura: 360 % (ASTM D 412-C)

- Compresión a 70°C 22h T1: 38% (ASTM D 395B)
- Compresión a 125°C 70h T1: 63% (ASTM D 395B)
- Temperatura de fragilización: -55°C (ASTM D 746)

#### 4.8.6.1.3.4. Características eléctricas

El sistema propuesto deberá estar diseñado de manera de resistir los efectos del cortocircuito especificado y restablecer la distancia normal entre subconductores del haz después de producirse.

El valor del cortocircuito está definido por una intensidad de corriente de 40 kA de valor eficaz con una duración de 0.25 segundos.

El nivel de RIV sobre el espaciador-amortiguador no deberá exceder 60 dB referido a 1 microvolt sobre 300 Ohm con 335 kV fase-tierra de tensión.

El espaciador no presentará una resistencia eléctrica superior a 20 MΩ, medido entre subconductores.

#### 4.8.6.1.3.5. Instalación y Mantenimiento

El espaciador-amortiguador deberá poder instalarse o removerse en línea energizada con un equipo standard de herramientas.

El diseño de las varillas preformadas deberá permitir la remoción y nueva colocación de las mismas, en el caso eventual de reubicación del espaciador, por lo menos una vez, sin sufrir daños operativos permanentes

Los espaciadores-amortiguadores deberán estar marcados en fábrica para su correcta instalación y posicionamiento.

El Contratista deberá certificar la aptitud del espaciador para ser instalado en línea energizada. Deberá indicar asimismo las instrucciones de montaje con la distribución de los espaciadores en el vano y las tolerancias correspondientes, presentando la justificación técnica correspondiente.

#### 4.8.6.1.3.6. Protección Anticorrosiva

Todos los materiales tendrán una adecuada resistencia a la corrosión.

Los componentes ferrosos no inoxidable serán cincados en caliente de acuerdo con la norma ASTM A 123 y/o ASTM A 153.



Las arandelas elásticas serán cincadas por procedimientos tales que garanticen que no se fragilicen por la presencia de hidrógeno (hydrogen embrittlement) y conserven sus propiedades elásticas.

El espesor mínimo de recubrimiento de cinc sobre las arandelas será de 25 micrones.

No está permitido el soldado, mecanizado, limado, etc. de las piezas una vez que hayan sido cincadas. Solamente la rosca de las tuercas podrá ser repasada para facilitar el roscado a mano.

Para evitar que las piezas cincadas presenten falta de adherencia y zonas sin revestimiento adecuado, antes de proceder al cincado deberá efectuarse una adecuada preparación de las superficies.

#### **4.8.6.2. Amortiguadores para cable de guardia convencional**

Los amortiguadores para el cable de guardia convencional serán del tipo "stockbridge" o similar.

Cada contrapeso deberá tener un orificio de drenaje para el agua.

Al igual que el resto de los herrajes, los amortiguadores deberán ser diseñados para instalación y remoción con equipo de mantenimiento bajo tensión.

#### **4.8.7. Separadores rígidos**

En los puentes de conexión entre cadenas de amarre se instalarán separadores rígidos que mantengan a los subconductores en una configuración de cuadrado.

#### **4.8.8. Esferas de señalización**

Tanto en las estructuras como en los cables se tendrán en cuenta los requisitos de balizamiento diurno y nocturno de la Dirección Nacional de Aviación Civil e Infraestructura Aeronáutica.

Las esferas de señalización serán aptas para ser instaladas en los cables de guardia de la línea.

Serán de color naranja, adecuadas para ser usadas a la intemperie en forma continua en un clima húmedo sin decolorarse, descascararse o rajarse.

El sistema de fijación al cable de guardia impedirá que las esferas se muevan a lo largo

del cable o que lo dañen.

Las esferas tendrán orificios de drenaje de agua.

#### **4.9. EMBALAJE**

El embalaje deberá ser suficientemente robusto para resistir el transporte y adecuado para almacenaje a la intemperie.

Cada tipo de herraje será acondicionado separadamente en cajones de madera o bidones metálicos. Deberán tomarse las providencias necesarias para que en caso de rotura de una tabla de cajón no escapen los herrajes por lo que se sugiere el empleo de bolsas de yute o polietileno. Se reforzarán con flejes de acero.

Cada cajón debe llevar las siguientes inscripciones con tinta indeleble en su lado exterior:

- Nombre del suministrador
- Nombre del comprador
- Número de orden de compra y destino
- Tipo y cantidad de material, número de catálogo
- Peso bruto, neto y tara
- Dimensiones externas del bulto
- Marca de identificación de que el embalaje ha sido aprobado por los Inspectores, si así se requiriese.

#### **4.10. SUMINISTROS COMPLEMENTARIOS**

##### **4.10.1. Jabalinas de puesta a tierra**

Se suministrarán varillas de acero revestido de cobre (tipo copperweld) de 15 mm de diámetro y 3 m de longitud.

El espesor de cobre será por lo menos de 0,5 mm. La varilla tendrá una resistencia a la tracción no inferior a 49 kg/mm<sup>2</sup>.

##### **4.10.2. Material para empalme del cable de puesta a tierra**

Se suministrarán moldes y material de consumo en envases adecuados, destinados a efectuar el empalme en obra de los conductores para puesta a tierra, por el procedimiento exotérmico.

#### **4.10.3. Puesta a tierra de cercos**

El Contratista propondrá a la aprobación de UTE los elementos destinados a poner a tierra los cercos próximos a la línea

#### **4.10.4. Llaves para montaje**

El Contratista entregará a UTE, sin uso, dos llaves con medida del par de torsión, aptas para comprobar el correcto apriete de los bulones.

Dichas llaves, que se entregarán acondicionadas en cajas metálicas deberán ser de igual tipo y procedencia que las utilizadas en la obra por el Contratista.

Estas llaves se entregarán antes de comenzar el montaje de las estructuras.

### **4.11. ENSAYOS EN FÁBRICA**

#### **4.11.1. Ensayos de torres y accesorios**

##### **a. Ensayos de rutina**

Se ensayarán muestras de todos los materiales de las torres y sus accesorios, de acuerdo a las Normas ASTM.

##### **b. Cincado**

Los materiales cincados serán ensayos de acuerdo a las Normas ASTM A - 123.

#### **4.11.2. Ensayos de conductor y cable de guardia convencional**

##### **4.11.2.1 Ensayos de control de calidad, de diseño y de tipo**

Los ensayos de control de calidad se realizarán por parte del proveedor durante las distintas etapas del proceso de producción.

El Contratista deberá presentar el programa de control de calidad propuesto, el cual deberá incluir como mínimo un listado de los ensayos propuestos, la ubicación de cada ensayo en el proceso de producción, los criterios de muestreo y de aceptación utilizado, y el personal afectado a estas tareas.

En la tarea de producción, el Contratista someterá a la aprobación de UTE los certificados de ensayos de control de calidad correspondientes. Independientemente

de esto, UTE podrá designar inspectores para presenciar alguno o todos los ensayos de control de calidad.

Se entregarán durante el Contrato los Certificados de ensayos de diseño y de tipo especificados de acuerdo a normas IEC (o similares IRAM, ABNT, ASTM, etc) realizados sobre cables iguales fabricados en los mismos talleres que los propuestos, incluyendo como mínimo:

Ensayos químicos y mecánicos de la materia prima.

Ensayos mecánicos y metalográficos luego de los tratamientos térmicos.

Ensayos sobre grasa, de acuerdo a lo indicado más abajo

Ensayo de tipo de rotura de cable completo según IEC 61089

Ensayo de tipo de soldadura de hilos de aluminio según IEC 61089 (solo para los conductores).

Ensayos sobre grasa

Se entregarán durante el Contrato a la aprobación de UTE protocolos (y una copia de las normas) de ensayo sobre la grasa de acuerdo a alguna Norma de reconocido prestigio internacional. (UNIT, ABNT, IRAM, ISO, BS, ASTM, ETC)

En particular, estos ensayos deben identificar que su punto de goteo es suficientemente alto, que la grasa no contiene sustancias capaces de atacar los metales con los que estará en contacto, y que posee una adecuada resistencia a la oxidación.

La grasa no contendrá sustancias corrosivas, para verificarlo se realizará un ensayo de acuerdo a BS 4455 u otra Norma equivalente

#### **4.11.2.2 Ensayos de aceptación**

##### Especificación de los ensayos.

Los ensayos de aceptación se realizarán en fábrica sobre los componentes o conjuntos acabados (incluyendo los ensayos sobre hilos después de cableado de acuerdo a los criterios de muestreo y aceptación indicados más adelante, y en presencia de los inspectores designados por UTE.

La selección de las muestras representativas de un lote será realizada por los Inspectores de UTE.

Se realizarán todos los ensayos de aceptación previstos en las normas IEC 61089,

IEC 60888 e IEC 60889

Cada bobina de cable terminado del lote será inspeccionada visualmente a efectos de apreciar la calidad del carrete y verificar la prolijidad del bobinado y la ausencia de cualquier defecto, incompatible con la buena práctica comercial.

Los defectos que no pudieran subsanarse darán lugar al rechazo de la bobina.

Sobre cada probeta de conductor terminado se verificará la relación de cableado de cada capa, las propiedades de la grasa lubricante y el peso total por metro.

#### Criterios de inspección y muestreo

El número de rollos de alambre antes de cablear que compondrán la muestra estará de acuerdo al tamaño del lote según la tabla I.

El número de bobinas de cable terminado que compondrán la muestra estará de acuerdo al tamaño del lote según la tabla II.

Debe entenderse por lote una cantidad especificada de material de características similares, fabricado en forma continua y en condiciones uniformes, utilizando materia prima de una misma calidad y origen, que se somete a inspección como un conjunto unitario.

De cada rollo o bobina de los que componen la muestra, se cortará una probeta de longitud suficiente para realizar todos los ensayos.

UTE podrá decidir a su exclusivo criterio, extraer las probetas de cable terminado en cualquier punto de las bobinas que forman la muestra.

Los trozos en que resulte dividido el cable de una bobina por la extracción de la probeta, se aceptarán como tramo indiviso, si los resultados de los ensayos son satisfactorios.

De cada probeta de cable terminado, y una vez realizados los ensayos del párrafo d), se tomarán para el cable de guardia 5 hilos de acero y para el conductor 5 hilos de acero y 5 de aluminio, que constituirán las probetas para los ensayos de alambres después de cableados.

Se considera que un alambre es defectuoso cuando el resultado de uno cualquiera de los ensayos no cumple con los valores y tolerancias de las presentes especificaciones.

El lote será aceptado cuando el total de alambres defectuosos de acero o de aluminio de la muestra no supere el primer número de aceptación indicado en las tablas I para el muestreo antes de cablear y III para el muestreo después de cablear.

Aún cuando el lote sea aceptado, la bobina de cable terminado que presente alambres defectuosos será aceptada sólo si se cumplen todas las siguientes exigencias

adicionales:

- No habrá más de un alambre defectuoso del mismo material.
- Los alambres defectuosos serán sometidos a un nuevo ensayo en aquellas características en que fueron rechazados.

El resultado del segundo ensayo deberá ser satisfactorio.

- El resto de los alambres de igual material que los defectuosos (acero o aluminio), que componen el cable, serán sometidos a los mismos ensayos que el defectuoso y deben dar resultado satisfactorio.

UTE podrá admitir a su solo criterio que un lote rechazado sea recompuesto por el fabricante luego de ensayar la totalidad de las bobinas o rollos que lo componen y eliminar las unidades defectuosas.

Este lote debidamente identificado será presentado nuevamente a ensayo de acuerdo a los criterios descritos en este Pliego pero utilizando el segundo número de aceptación de las tablas I o III según corresponda.

TABLA I

N° de bobinas o rollos que forman el lote	N° de muestras a ensayar	Primer N° de aceptación	Segundo N° de aceptación
menos de 25	5	0	0
25 a 99	5	0	0
50 a 99	15	1	1
100 a 199	15	1	1
200 a 299	20	1	1
300 a 499	30	2	1
500 a 799	40	3	1
800 a 1299	55	3	2
1300 a 3199	75	4	3
3200 a 7999	115	6	4

TABLA II

Nº de bobinas que forman el lote	Nº de bobinas que componen la muestra (n1)
menos de 25	5
25 a 49	5
50 a 99	10
100 a 199	15
200 a 299	20
300 a 499	30
500 a 799	40
800 a 1299	55

TABLA III

Nº total de alambres a ensayar = $5 * n1$	Primer número de aceptación	Segundo número de aceptación
5	0	0
10	1	1
20	2	1
30	3	2
55	4	2
75	6	4
115	8	6
150	10	8
225	14	12

300	18	15
-----	----	----

NOTA: En el caso que el número de alambres a ensayar no figure en la tabla III, se considerará para el número de alambres defectuosos tolerados el que corresponda al número de alambres inmediato menor que figura en la tabla.

En caso que los certificados de ensayo de la grasa no prueben a satisfacción de UTE que la misma no contiene sustancias corrosivas, se realizará como parte de los ensayos de aceptación un ensayo de acuerdo a la Norma BS 4455 modificado como sigue:

-Se toman tres muestras de alambre de 75 mm de longitud, una de acero desnudo, otra de acero galvanizado y otra de aluminio de pureza mayor a 99.5%, se precalientan en grasa a 20°C por encima del punto de goteo, y luego se sumergen verticalmente en la grasa a ensayar hasta 2/3 de su longitud.

-Todo el conjunto se mantiene durante 24 horas a 90 ±5°C. Una vez terminado el ensayo, las muestras de alambre no deberán presentar signos grabados, picaduras o decoloración. Para apreciar la reversibilidad de la grasa, el fabricante indicará cuantos días puede mantenerse a 20°C por encima de su punto de goteo, sin que aparezca separación visible del aceite y sin que varíen su penetración trabajada en más de un 30% y su punto de goteo en más de 5°C.

#### Ensayos de tipo

Se requiere la realización de los ensayos de tipo de la norma ASTM B252 o IEC 61089, apartado 6.5 Type test, de la carga de rotura del conductor completo y determinación del módulo de elasticidad inicial y final mediante curvas –deformación.

#### **4.11.3. Ensayos de herrajes para conductor y cable de guardia convencional**

##### **4.11.3.1. Generalidades**

El Contratista deberá hacerse cargo a su costo del suministro de los herrajes adicionales que sean necesarios para realizar los ensayos que se indican a continuación, incluyendo eventualmente aquéllos que sea necesario utilizar para realizar ensayos de tipo o de diseño cuyos certificados de ensayo no sean validados por UTE.



#### **4.11.3.2. Normas**

Los ensayos de los herrajes serán realizados de acuerdo a las Normas IEC, en particular las Normas 61284, 61854 y 61897, para todos aquéllos herrajes en que sea aplicable

En los restantes casos se acepta que los ensayos de los herrajes sean realizados ya sea de acuerdo a Normas del país del fabricante, siempre que éstas sean de reconocido prestigio internacional a criterio de UTE, o de acuerdo a Normas internacionales.

En cualquier caso, el Contratista deberá suministrar en una etapa temprana del Contrato copia de las Normas aplicables.

Las descripciones de los ensayos no normalizados por IEC se entienden indicativas, pudiendo el Contratista someter a la aprobación de UTE métodos o valores de ensayo alternativos a efectos de compatibilidad con las Normas de ensayo propuestas.

#### **4.11.3.3. Ensayos de diseño y de tipo**

##### **4.11.3.3.1. Generalidades**

Los criterios de validación de certificados de ensayos de diseño y de tipo y demás requisitos generales estarán de acuerdo a lo indicado en cada caso por las Normas correspondientes. De no existir estos criterios, UTE evaluará en cada caso la aplicabilidad de los certificados de ensayo a los materiales que el Contratista propone suministrar,

Deberá existir una referencia específica (número de catálogo, número de plano, etc.) en el certificado de ensayo que identifique claramente al material ensayado como igual al ofrecido.

##### **4.11.3.3.2. Ensayos que pueden ser validados con certificados**

Se especifican los siguientes ensayos de tipo, para los cuáles el Contratista deberá someter a la aprobación de UTE los correspondientes certificados de ensayo:

###### **1) Ensayos de tipo según IEC 61284**

Se deben entregar, en particular, certificados del ensayo de tipo de RIV y Corona para las vainas de unión y reparación.

Se especifica un valor máximo de RIV de 400  $\mu$ V cuando se mide en las condiciones indicadas para el ensayo de la cadena completa que se especifica más abajo.

Se hace notar que los ensayos RIV y corona sobre las cadenas completas se realizarán sobre cadenas del suministro, de acuerdo a lo indicado más abajo.

## 2) Resistencia al ozono

Los componentes confeccionados con elastómetros serán sometidos al ensayo de deterioro superficial por ozono, de acuerdo con ASTM 1149 o ASTM D 1171 o similar.

## 3) Ensayos de tipo de los espaciadores amortiguadores

Los ensayos de tipo de los espaciadores amortiguadores se realizarán durante el Contrato, de acuerdo a lo indicado en 3.11.3.4.

El Contratista presentará igualmente un listado de ensayos de diseño y de tipo realizados anteriormente sobre espaciadores amortiguadores similares, como requisito previo a la aceptación del proveedor. UTE se reserva el derecho, asimismo, de solicitarle al Contratista la presentación de certificados de ensayo completos, a efectos de poder evaluar mejor su propuesta.

## 4) Ensayos de los amortiguadores

### a) Amortiguadores "Stockbridge"

Los ensayos de tipo estarán de acuerdo a la Norma IEC 61897

### b) Amortiguadores preformados

Se especifican los siguientes ensayos:

- Ensayos de desempeño (características de amortiguación).
- Resistencia al impacto según ASTM 256-73 o equivalente, por el método Izod o Charpy
- Resistencia y solidez a los rayos ultravioleta, según ASTM-G53 o equivalente. Luego del ensayo se admitirá a lo sumo una alteración superficial de color; pero no señales de porosidad o grietas.

## 5) Ensayos de las esferas de señalización

Se especifican los siguientes ensayos:

- Medida de la dureza Barcol (ASTM D 258-81 o equivalente)
- Resistencia al impacto (ASTM D 256-73 o similar, método Izod o Charpy), valor mínimo 600 J/m
- Permanencia del color y deterioro a la intemperie (ASTM G 26-77 o equivalente), con

verificación posterior de la dureza Barcol

-Ensayos del sistema de fijación:

Dislocamiento axial por tracción: Se monta la esfera en un trozo de cable de guardia de al menos 8 m, traccionado al 11,5 % de su carga de rotura, y se verifica que traccionando la esfera en el sentido del cable está no desliza a menos de 200 N.

Dislocamiento dinámico. En una instalación como la del ensayo anterior, se inclina el cable de guardia entre 5 y 10 ° respecto a la horizontal y se lo vibra verticalmente con una amplitud de 3 mm, 25 Hz de frecuencia, durante  $10^7$  ciclos; verificando que la esfera no se disloque sobre el cable y que el cable no muestre señales de deterioro en los puntos de fijación.

UTE podrá aceptar, a su sólo criterio, la validación de estos ensayos cuando su especificación difiera ligeramente de las aquí indicadas.

#### **4.11.3.4. Ensayos a realizar durante el Contrato**

Los siguientes ensayos serán realizados durante el Contrato, no aceptándose en este caso la validación mediante certificados de ensayo:

##### RIV y corona visual sobre cadenas completas

El ensayo será realizado de acuerdo a IEC 61284 y 60437 sobre una cadena de suspensión simple en “I” de cada tipo, una cadena de suspensión simple en “V” de cada tipo y una cadena de amarre cuádruple de cada tipo, con aisladores de vidrio.

La cadena deberá equiparse con todos los elementos que la componen (aisladores, herrajes, varillas preformadas, etc.) representando lo más fielmente posible las condiciones de operación.

En caso de que las cadenas deban sufrir alguna modificación para funcionar con los aisladores poliméricos (por ejemplo en las raquetas o anillos anticorona), deberá también ensayarse esta situación.

La medición de RIV se hará para una tensión fase-tierra de 318 kV rms a 1 MHz. Se relevará la curva tensión-RIV de cada conjunto, de acuerdo con los procedimientos indicados en las Normas IEC.

El valor máximo aceptable será de 500  $\mu$ V para la medida a 318 kV rms, con una resistencia global de medida de 300  $\Omega$ .

No debe aparecer corona visible positivo en ningún elemento durante este ensayo.

Se especifica como valor límite para la tensión de extinción de corona positivo 333 kV

rms fase-tierra.

Se obtendrán registros fotográficos de los conjuntos antes de la aparición del corona positivo y durante la aparición del corona positivo, identificando claramente los componentes del conjunto en que el efecto se va haciendo visible.

El informe del ensayo debe incluir como mínimo las fotografías indicadas, planos y fotos descriptivas del conjunto ensayado y los equipos de ensayo, descripción del circuito y métodos de ensayo, curvas de RIV-tensión aplicada, nivel de RIV ambiente, tensión de extinción de corona positivo y condiciones ambientales en el laboratorio.

#### Ensayos dieléctricos

El ensayo será realizado de acuerdo a Normas IEC sobre una cadena de suspensión simple en “I” de cada tipo y una cadena de suspensión simple en “V” de cada tipo, tanto con aisladores de vidrio como poliméricos.

La cadena deberá equiparse con todos los elementos que la componen (aisladores, herrajes, varillas preformadas, etc.), representando lo más fielmente posible las condiciones de operación.

Se realizarán ensayos de tensión a frecuencia industrial bajo lluvia, impulso de rayo e impulso de maniobra.

La medición de RIV se hará para una tensión fase-tierra de 318 kV rms a 1 MHz. Se relevará la curva tensión-RIV de cada conjunto, de acuerdo con los procedimientos indicados en las Normas IEC.

El valor máximo aceptable será de 800  $\mu$ V para la medida a 318 kV rms, con una resistencia global de medida de 300  $\Omega$ .

No debe aparecer corona visible positivo en ningún elemento durante este ensayo.

Se especifica como valor límite para la tensión de extinción de corona positivo 333 kV rms fase-tierra.

#### Ensayos de arco de potencia

El ensayo será realizado de acuerdo a Normas IEC sobre una cadena de suspensión simple en “I” seleccionada por UTE, con aisladores poliméricos.

La cadena deberá equiparse con todos los elementos que la componen (aisladores, herrajes, varillas preformadas, etc.), representando lo más fielmente posible las condiciones de operación.

Se aplicará una secuencia de cuatro cortocircuitos de 20 kA rms, de una duración de 0,2 segundos cada uno, verificándose posteriormente el aguante mecánico de los herrajes y

de los aisladores.

#### Ensayos del sistema de protección antivibratoria de conductores

El espaciador-amortiguador deberá cumplir con los siguientes ensayos de laboratorio que se ajustarán a los criterios de la norma IEC 61854 sobre muestras de amortiguadores separadores tomados del suministro a UTE. El inspector de UTE seleccionará las muestras en forma aleatoria.

#### **Resistencia a la fatiga**

Los ensayos de fatiga tienen por objeto verificar la resistencia de la articulación a los efectos dinámicos, simulando condiciones de servicio.

Se especifican dos ensayos diferentes de fatiga. El primero ( ensayo de fatiga por oscilación de subvano) tiene por finalidad evaluar la resistencia del espaciador – amortiguador simulando las oscilaciones de subvano; en tanto que el segundo, (ensayo de fatiga por vibraciones eólicas), tiene por objeto verificar la resistencia del espaciador-amortiguador simulando las vibraciones eólicas.

Al final del ensayo se desmontará el amortiguador espaciador e inspeccionará sus componentes.

#### **Fatiga por oscilación de subvano**

El ensayo se realizará conforme con el ap. 7.5.7.2. de la norma IEC 61854.

Se fijará un par de grapas que en la línea de transmisión deben estar en un mismo plano horizontal al dispositivo de ensayo de manera que, en condiciones estáticas, la distancia entre centros de grapas sea igual a la separación de los subconductores del haz.

El cuerpo del espaciador estará libre.

Alternativamente, el cuerpo del espaciador podrá estar fijo y fuerzas oscilatorias deben ser aplicadas en las grapas aproximadamente 90° en el eje del brazo.

El ensayo de fatiga se realizará utilizando las varillas preformadas como sujeción

El ensayo tendrá una duración correspondiente a diez millones (10.000.000) de ciclos a una frecuencia entre 1 y 2 Hz.

El ensayo se realizará aplicando al par de grapas al comienzo del ensayo una amplitud de desplazamiento igual al 95% de la carrera máxima que permite el diseño

del espaciador. Este desplazamiento se mantendrá constante durante todo el ensayo.

### **Fatiga por vibración eólica**

El ensayo se realizará conforme con el ap. 7.5.7.3. de la norma IEC 61854.

El ensayo tendrá una duración de cien millones (100.000.000) de ciclos a una frecuencia aproximada de 20 Hz. Se llevará a cabo sobre un brazo del espaciador-amortiguador manteniendo su cuerpo fijo.

El brazo elegido para ensayar será aquel que exhiba mayor actividad cuando sobre el mismo se apliquen desplazamientos alternativos en dirección vertical de magnitud  $\pm 2$  mm.

### **Ensayo de fatiga longitudinal**

El amortiguador-separador será instalado en un dispositivo especial y deberá resistir los esfuerzos dinámicos longitudinales, aplicado a dos subconductores con una frecuencia de 2HZ en un total de 10 (diez) millones de ciclos, como mínimo, manteniéndose fijos los otros dos subconductores.

La amplitud de los movimientos longitudinales será tal que resulte en una deflexión de los brazos de aproximadamente 35mm (17.5mm para cada lado).

Los ensayos serán hechos sobre 2 (dos) unidades simultáneamente. Después de los ensayos, visualmente no deberán ser constatadas deformaciones permanentes en los componentes del espaciador, y las dimensiones no deben variar en  $\pm$  un 5%.

El espaciador, al igual que en el ensayo de fatiga de oscilación por subvano, se ensayará según el punto 7.5.5 A IEC 61854 antes y después del ensayo de fatiga longitudinal.

### **Determinación de rigidez y amortiguamiento. Criterios de aceptación**

Para todos los ensayos de fatiga arriba descritos, al comienzo de cada ensayo y cada millón de ciclos se determinarán los valores de rigidez y amortiguamiento mediante la medición y registro del desplazamiento, de la fuerza de reacción y del ciclo de histéresis, según metodología indicada más abajo.

Los valores de rigidez se determinan como la relación entre la fuerza de reacción y el correspondiente desplazamiento.

Los valores de amortiguamiento se determinan por el método 7.5.5 A de IEC 61854, conforme indicado más abajo.

Los ensayos de fatiga arriba especificados se consideran satisfactorios si se cumple:

- Al finalizar el ensayo, el ángulo de fase determinado según se indica más abajo y la fuerza requerida para mantener el desplazamiento horizontal aplicado no deben ser inferiores al 70% de sus valores iniciales.
- No deben verificarse roturas o deformaciones permanentes en ningún componente ni daño funcional o presencia de fisuras o roturas en los materiales que componen el dispositivo absorbedor de energía.

### Determinación de características elásticas y amortiguantes

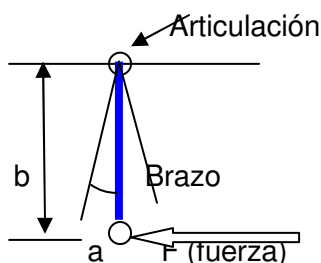
Este ensayo será aplicado sobre cada uno de los brazos sometidos al ensayo de fatiga al comienzo, cada millón de ciclos y al final del mismo.

Se definen como características elásticas y amortiguantes del espaciador amortiguador a los siguientes parámetros referidos a su articulación:

- Rigidez torsional ( $K_t$ )
- Constante de amortiguamiento torsional ( $H_t$ )
- Coeficiente de amortiguamiento dinámico o reducido ( $H_t/K_t$ )

La metodología del ensayo es la indicada en la norma IEC 61854 punto 7.5.5 A.

El esquema de principio del dispositivo de ensayo y las fórmulas se muestran en la figura siguiente:



Rotación de la articulación  $a = A \sin \omega t$

Momento aplicado  $m = M \sin \omega t$

Valor máximo del momento:  $M = F b$

$\alpha$  = ángulo de fase entre momento y rotación;  $\omega = 2 \pi f$

$E$  = energía disipada por ciclo (determinada por el área del ciclo de histéresis)

$\sin \alpha = E / \pi M A$  ;  $K_t = M \cos \alpha / A$  ;  $H_t/K_t = \tan \alpha$  .

Haciendo variar el ángulo  $a$  con ley sinusoidal para distintos valores de la amplitud  $A$  se realizarán ciclos de carga y descarga determinando el correspondiente ciclo de histéresis que tenga como ordenadas los valores del momento  $m$  aplicados y como abscisas los valores del ángulo de rotación  $a$

Los valores de la amplitud  $A$  a considerar en el ensayo comprenderán todos aquellos

que permitan graficar las características en función del ángulo de rotación **a** (o del desplazamiento **s = b a**) desde valores muy pequeños ( $s = 2 \text{ mm}$ ) hasta el valor máximo admitido por la articulación, escalonados convenientemente.

El periodo de la senoide será de 0.5 segundos o menor.

#### **Criterios de aceptación**

- La rigidez torsional  $K_t$  no debe diferir en más del  $\pm 20\%$  entre los valores obtenidos y los declarados por el fabricante.
- Los valores del amortiguamiento reducido  $H_t/K_t$  obtenidos al finalizar el ensayo de fatiga no deberán ser inferiores al 20% de los valores declarados por el fabricante.

#### **Deslizamiento longitudinal de la grapa**

El ensayo se llevará a cabo de acuerdo con la norma IEC 61854 a punto 7.5.1.1 A

Se utilizará un conductor nuevo de longitud libre mínima de 4 m tensado al 20% de su carga de rotura.

Las grapas deben ser ensayadas individualmente; se instalarán conforme con las instrucciones del proveedor sobre una parte inutilizada del conductor para cada ensayo.

Todas las grapas deben diseñarse de manera tal que una vez sujetadas al conductor mediante el sistema de sujeción empleado puedan resistir una carga longitudinal mínima de deslizamiento.

El valor mínimo de carga de deslizamiento longitudinal de la grapa tipo preformada es de 250 daN.

Para la grapa que utiliza varillas preformadas como método de ajuste, se considera el deslizamiento si éste es mayor a 12 mm.

El ensayo se lleva a cabo con la siguiente modalidad: mediante un dispositivo adecuado se aplica sobre la grapa una carga longitudinal gradualmente creciente que no origine momentos.

Se mide y se registra el valor de la carga que produce el deslizamiento indicado de la grapa.

La condición de aceptación del ensayo es que no debe producirse deslizamiento para valores de carga igual o menores al valor mínimo de carga de deslizamiento longitudinal.

Al final del ensayo se desmontará el amortiguador espaciador e inspeccionará sus



componentes.

### **Cortocircuito y tracción-compresión**

Los ensayos se realizarán conforme con la norma IEC 61854 punto 7.5.4

El objetivo de estos ensayos es verificar que el espaciador amortiguador sea capaz de resistir sin roturas o deformaciones permanentes las cargas de compresión y de tracción que puedan originarse en servicio.

Al final del ensayo se desmontará el amortiguador espaciador e inspeccionará sus componentes.

### **Cortocircuito simulado**

El ensayo de cortocircuito simulado se realiza de acuerdo con la metodología del punto 7.5.4.1 de la norma IEC 61854.

El valor de la fuerza de compresión a aplicarse en el ensayo se calcula con la fórmula dada en el Anexo B de dicha norma.

### **Tracción-Compresión**

El espaciador amortiguador será sometido a ensayos de carga de compresión y tracción mediante un dispositivo adecuado.

Para cada tipo de ensayo se aplicará una carga de 400 daN dirigida entre:

- El par de grapas superiores y el par de grapas inferiores
- El par de grapa lateral izquierdo y el par de grapa lateral derecho.

Estos ensayos se consideran satisfactorios si no se verifican roturas ni deformaciones permanentes no recuperables tales que alteren las distancias normales entre grapas en más del 5%.

### **RIV-Corona**

Los ensayos se realizarán conforme con la norma IEC 61284 punto 14

Los ensayos deben realizarse con el espaciador amortiguador instalado en el centro de un haz de subconductores tal como está especificado para la línea real o de un haz de tubos lisos del mismo diámetro que el conductor. El haz de ensayo debe tener una longitud de unos 10 m.

La altura del haz de subconductores o tubos arriba del nivel del suelo se calcula para la fase única de ensayo de tal manera que tenga el mismo gradiente superficial que la

línea a la tensión de ensayo.

Estos ensayos se ejecutan en forma simultánea y el método de medición de las perturbaciones radioeléctricas es el indicado en la publicación NEMA 107 o en las publicaciones recomendadas por la norma IEC 61284 punto 14.2.

Antes de iniciar el ensayo deben tomarse las siguientes providencias:

- Efectuar el reconocimiento del objeto a ser ensayado verificando dimensiones, materiales y terminación superficial conforme con los planos constructivos.
- Confeccionar un croquis de la disposición general del ensayo con las dimensiones básicas del objeto ensayado, distancias a masa, distancias del blindaje con respecto al objeto, fuente de energía, etc.
- Registrar las condiciones ambientales: presión atmosférica, temperatura ambiente, humedad relativa (bulbo seco y bulbo húmedo), altura sobre el nivel del mar.

El ensayo debe iniciarse con la medición del nivel de RIV del circuito en vacío para definir el ruido ambiente.

El ensayo se realiza aplicando gradualmente una tensión 10% mayor que la tensión especificada y se mantiene durante 5 minutos. Luego se reduce gradualmente hasta un 30% de la tensión especificada; se eleva nuevamente hasta la tensión especificada y finalmente se reduce al valor del 30%.

Cada escalón de tensión será de unos 20 kV y el nivel de RIV será evaluado sobre la base de la última serie de relevamientos de tensiones decrecientes.

El nivel máximo de radiointerferencia es de 60 dB (referido a 1 microvolt sobre 300 ohms) a la tensión especificada de ensayo de 335 kV-50 Hz.

Los ensayos RIV y corona se inician siempre con la medición de RIV.

Para la observación del efecto corona se tendrá en cuenta:

- La observación se efectuada durante el ensayo de RIV estando el laboratorio totalmente a oscuras luego de 5 minutos, necesarios para la adaptación visual de los observadores.
- El ensayo del corona visible está restringido a la observación de la presencia o ausencia de efluvios de polaridad positiva en forma de pluma (plume corona), despreciando la aparición del corona negativo del tipo resplandeciente (glow corona) por no afectar la radiointerferencia.
- La finalidad de la constatación de los efluvios consiste solamente para definir el origen del RIV-
- El registro del efecto corona se realiza por métodos fotográficos con películas de sensibilidad ASA 125 a 400, apertura del objetivo  $f=4.5$  y exposición de 4 a 1 minuto.

- Las fotografías se obtendrán con la muestra a ensayar iluminada y luego en ambiente oscurecido, manteniéndose la cámara fotográfica en la misma posición durante el ensayo, lo cual permite definir con exactitud, por superposición de imágenes, el foco del efluvio.

### **Cincado**

Los ensayos de cincado comprenden la determinación de adherencia, uniformidad y peso de cinc y se toman como referencia las normas ASTM A 90; A 123; A 153; A 239 y B 6.

#### **-Uniformidad de recubrimiento**

Las piezas deberán soportar las siguientes cantidades de inmersiones de un minuto de duración cada una en una solución de sulfato de cobre (ensayo de Preece) antes de presentarse un depósito de adherencia de cobre:

- a) Para bulones, tuercas y arandelas tamaño M16 o inferior: cinco (5) inmersiones
- b) Para todas las demás piezas: siete (7) inmersiones.

#### **-Adherencia de la capa de cinc**

La tendencia a la exfoliación del recubrimiento se terminará por medio del método del cuchillo ASTM A 123.

#### **-Espesores y masas de recubrimiento**

Para bulones, tuercas y arandelas tamaño M16 o inferior: espesor mínimo 40 micrones, (300 gr/m<sup>2</sup>)

Para tamaño mayor a M16: espesor mínimo 70 micrones (500 gr/m<sup>2</sup>)

### **Control dimensional y Pesos**

Las características geométricas tendrán una tolerancia de +/-3% o según planos del fabricante.

Las características inerciales tendrán una tolerancia de +/- 5% o según declarado por el fabricante

Planitud: Apoyando el espaciador amortiguador sobre una superficie plana con tres vértices tocando el plano se admitirá un huelgo entre el plano y el cuarto vértice de 10 mm.

**Control visual y Terminación superficial**

a) La terminación superficial de referencia durante la fabricación deberá corresponder a la terminación superficial de la muestra ensayada a RIV-Corona con resultados satisfactorios.

b) Las superficies de las piezas deben estar libres de sopladuras y grietas.

**Ensayos del Elastómero**

Para verificar la capacidad y las propiedades del material orgánico o elastómero empleado en la articulación del espaciador amortiguador se aplican los siguientes ensayos:

a) Resistencia al ozono

Este ensayo se realiza según la norma ASTM D 1171

La muestra será sometida a un periodo de acondicionamiento de 24 horas de duración en un ambiente oscuro y libre de ozono, a la temperatura de  $22 \pm 2$  °C y bajo un alargamiento del 20%.

Luego la misma muestra, siempre sometida a un alargamiento del 20%, será expuesta en una cámara de prueba con los siguientes parámetros:

Concentración de ozono de  $50 \pm 5$  partes por 100.000.000 en volumen

Temperatura  $50 \pm 2$  °C

Duración 70 horas

Durante el ensayo se efectuarán verificaciones periódicas que permitan observar la eventual aparición de grietas superficiales.

El ensayo se considera satisfactorio si al finalizar la exposición la muestra no presenta grietas superficiales visibles mediante observación al microscopio con una lente de 7 aumentos.

b) Resistencia a la intemperie

La muestra está sujeta a un alargamiento constante del 20%.

Después de un periodo de acondicionamiento de 24 horas de duración en un ambiente oscuro a temperatura ambiente, el ensayo se realizará con los siguientes parámetros:

Ciclos de exposición:

102 minutos con luz solar

18 minutos con luz solar más lluvia

Duración 160 horas

Temperatura 62 +/- 2 °C

El ensayo se considera satisfactorio si al finalizar, observando la muestra con lente de 7 aumentos no se encuentran grietas superficiales.

- c) Peso específico  
Será determinado según el método A1 de la norma ASTM D 792
- d) Dureza  
Será determinado según norma ASTM D 2240
- e) Resistividad volumétrica  
Será determinada según norma ASTM D 991
- f) Resistencia a la tracción  
Será determinada según norma ASTM D 412
- g) Alargamiento a la rotura  
Será determinada según norma ASTM D 412
- h) Deformación permanente por compresión  
Será determinada según la norma ASTM D 395 método B. La muestra podrá ser del tipo 1 y será envejecida a una temperatura de 70°C durante 22 horas.
- i) Resistencia al desgarro  
Será determinada según norma ASTM D 624
- j) Deformación por compresión a bajas temperaturas  
Será determinada según norma ASTM D 1229
- k) Propiedades del material en compresión  
Se realizará según la norma ASTM D 575
- l) Resistencia a la abrasión  
Se realizará según norma DIN 53516 o ASTM D 1630
- m) Resistencia a aceites o grasa  
Se realizará según norma ASTM D 471 utilizando como líquido de ensayo la grasa usada en la fabricación del conductor.

NOTA: El Proveedor deberá declarar en Planilla de datos garantizados los valores de las propiedades físicoquímicas del material para los ensayos mencionados.

### **Ensayo de resistencia eléctrica**

Se instalará el amortiguador en dos subconductores con sus varillas preformadas

correspondientes y se medirá la resistencia eléctrica.

El espaciador no presentará una resistencia eléctrica superior a 20 MΩ, medido entre subconductores.

#### **4.11.3.5. ESTUDIOS DE VIBRACIONES DE CAMPO**

Para verificar la concordancia entre los requerimientos del Pliego y el real desempeño de los suministros, durante las etapas de montaje y de garantía se realizarán estudios estadísticos consistentes en la medición y registro de los niveles de vibraciones eólicas y oscilaciones de subvano.

El plan de estudios estadísticos se basará en las siguientes premisas:

- Se realizarán mediciones en 3 vanos de la línea, y en dos épocas del año diferente, totalizando 6 conjuntos de mediciones.
- El contratista sugerirá las zonas donde se realizarán las mediciones de campo correspondiente a cada estudio estadístico, quedando a criterio de UTE la aprobación de las mismas.
- Cada estudio estadístico tendrá una duración de tres (3) semanas y deberá efectuarse en cada lugar seleccionado en cada estación climática.
- Las mediciones de campo se realizarán con el uso de registradores específicos aprobados para este fin.
- Conjunto de mediciones:
  - Se efectuarán mediciones de vibraciones eólicas en dos puntos del conductor: en correspondencia de la grapa de suspensión y en la boca de la grapa del espaciador amortiguador, según metodología IEEE. También se determinará la vida útil del conductor según las recomendaciones CIGRE
  - Se efectuarán mediciones de oscilaciones de subvano en dos subvanos de una fase del vano de ensayo.
- Si los resultados de los estudios estadísticos de campo indicaran niveles de vibraciones eólicas y/o de oscilaciones de subvano superiores a los especificados, el contratista deberá determinar la causa, corregir la deficiencia y volver a realizar las mediciones, sin que ello signifique costo adicional para UTE.

El contratista elaborará y presentará la metodología de las mediciones de campo y de los estudios estadísticos para la aprobación de UTE.

#### **4.11.3.6. Ensayos de tipo, de aceptación y de rutina de espaciadores amortiguadores**

##### **General**

La Inspección y los ensayos de materiales se efectuarán conforme con el programa presentado por el Proveedor.

Se efectuarán tres clases de ensayos: de tipo; de aceptación; de rutina o fabricación.

##### **Ensayos de tipo**

Los ensayos de tipo se realizarán de acuerdo con lo especificado en el apartado 3.11.3.4.

##### **Ensayos de Aceptación**

Son ensayos destinados a verificar las características técnicas del suministro y son utilizados como ensayos de recepción para la aprobación de la remesa.

El Proveedor someterá a la aprobación de la Inspección los esquemas de ensayo con indicación de la metodología, instrumental usado, cargas aplicadas, etc.

Presentando el lote para su inspección, se efectúan los siguientes ensayos:

- Deslizamiento longitudinal de la grapa
- Tracción-compresión
- Cincado
- Control dimensional y Pesos
- Control visual y terminación superficial
- Ensayos de resistencia eléctrica

Los ensayos se realizarán de acuerdo con las especificaciones ya indicadas para los ensayos de tipo.

Se aplicará la inspección por atributos mediante el plan de muestreo y el nivel de inspección indicados en la norma Unit-ISO 2859-1 - Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos o equivalente

Las reglas de aceptación son:

Tipo de inspección:	normal
Nivel de inspección:	II
Plan de muestreo:	múltiple
Nivel de calidad aceptable (AQL)	2.5%

**En caso de rechazo se podrá rechazar el lote, o de aceptar el fabricante, pasar a**

**un nivel de inspección donde:**

Las reglas de aceptación son:

- ✓ Tipo de inspección: Riguroso.
- ✓ Nivel de inspección: II.
- ✓ Plan de muestreo: Simple
- ✓ Nivel de calidad aceptable (AQL) 0.065%.

En este caso el fabricante se hará cargo de todos los costos que se incurran en los ensayos, piezas rechazadas y perdidas en los ensayos, las que deberá reponer, y todos los costos del inspector de UTE (estadía, alimentación, transporte).

**De encontrarse piezas defectuosas se rechazará todo el lote.**

**Ensayos de rutina**

Los ensayos de rutina son destinados al control de la fabricación y deben formar parte del sistema de Control de calidad del Fabricante. Por lo tanto el Proveedor realizará durante las etapas de fabricación los controles y ensayos que garanticen la calidad y las características comprometidas de la provisión.

El Comitente se reserva el derecho de asistir y supervisar el desarrollo de estos ensayos cada vez que lo estime conveniente.

Los controles y ensayos a realizar serán precisados en el Manual de la Calidad confeccionado por el Fabricante en base a los requisitos de la norma ISO-9001:2000.

**4.11.3.7. Ensayos de control de calidad**

Los ensayos de control de calidad se realizarán por parte del proveedor durante las distintas etapas del proceso de producción.

El Contratista propondrá el programa de control de calidad, el cual deberá incluir como mínimo un listado de los ensayos propuestos, la ubicación de cada ensayo en el proceso de producción, los criterios de muestreo y de aceptación utilizado, y el personal afectado a estas tareas.

En la etapa de producción, el Contratista someterá a la aprobación de UTE los certificados de ensayos de control de calidad correspondientes.



Debe incluirse en el programa como mínimo los ensayos de rutina especificados en la Norma IEC 61284 (incluyendo ensayos no destructivos), ensayos químicos y mecánicos de la materia prima y ensayos metalográficos luego de los tratamientos térmicos

#### **4.11.3.8. Ensayos de Aceptación para los restantes herrajes**

Las especificaciones de este ítem son aplicables a los ensayos de aceptación de herrajes para conductor y cable de guardia convencional, a excepción de los espaciadores amortiguadores.

##### **4.11.3.8.1. Especificación de los ensayos**

Los ensayos de aceptación se realizarán sobre los componentes o conjuntos acabados, de acuerdo a los criterios de muestreo y aceptación indicados más adelante, y en presencia de los inspectores designados por UTE.

La selección de las muestras representativas de un lote será realizada por los Inspectores.

Se entenderá por "lote" una determinada cantidad de material del mismo tipo, forma, composición y tamaño, fabricado esencialmente en las mismas condiciones y presentado para inspección todo junto.

En el caso de piezas sometidas a un tratamiento térmico, el lote debe ser parte de un grupo de piezas sometidas en conjunto al tratamiento. Si éste es del tipo continuo, dos piezas que integren el mismo lote deben haber sido sometidas al tratamiento térmico con una diferencia de tiempo no superior a las ocho horas.

Para el caso de los ensayos de cincado, las piezas del lote deben haber sido cincadas en la misma cuba y por el mismo grupo de trabajo en un turno continuo de operación.

Se realizarán los ensayos de muestreo especificados en la Norma IEC 61284, incluyendo como mínimo los ensayos de cincado, resistencia mecánica, visuales y dimensionales.

Se verificará asimismo el correcto ensamble de las piezas de cada conjunto.

##### **4.11.3.8.2. Criterios de muestreo**

Para los ensayos de control visual y dimensional y de verificación de los ensambles el muestreo se guiará por lo establecido en la Norma COPANT 327 o en la Norma MIL-SIT-105D.

Se usarán inicialmente planes de muestreo simple, régimen de inspección normal y nivel de inspección II.

De acuerdo a los resultados de los ensayos sobre los primeros lotes se podrá pasar, a criterio del Inspector, a regímenes de inspección más estrictos y/o planes de muestreos dobles o múltiples, de acuerdo a lo previsto por estas Normas.

Cuando el muestreo se aplique a lotes aislados, ya sea debido a que las cantidades a suministrar sean pequeñas o a que el proceso de fabricación sea discontinuo, el Inspector podrá adoptar planes de muestreo más estrictos a fin de asegurar una protección adecuada contra la aceptación de lotes con muchas piezas defectuosas.

Para los espaciadores amortiguadores se usará un Nivel de Calidad Aceptable (AQL) de 0,01.

Para los restantes materiales se establecen los siguientes Niveles de Calidad Aceptables:

<u>Ensayo</u>	<u>AQL</u>
- Cincado	
- Uniformidad	4,0
- Peso	4,0
- Verificación de de dimensiones	4,0
- Control visual	4,0
- Verificación de de ensambles	1,5

Para los ensayos de resistencia mecánica, el número de muestras a extraer de cada lote estará de acuerdo con la siguiente tabla:

<u>Tamaño del lote</u>	<u>Tamaño de la muestra</u>
Hasta 50	3
51-110	5
111-180	6
181-300	7
301-500	8
501-800	9

mayor que 800

10

El lote será rechazado cuando:

- La resistencia a la rotura o deslizamiento de cualquiera de las piezas sea inferior a la garantizada
- El promedio de las resistencias de rotura o deslizamiento medidas menos tres desviaciones standard sea inferior a la resistencia de rotura garantizada
- Se detecten fallas de fabricación al examinar cualquiera de las piezas rotas
- Se detecten deformaciones o fallas de galvanizado en cualquiera de las piezas de conexión forjadas o fundidas durante la aplicación de la carga inferior a la de fluencia.

#### **4.11.4. ENSAYOS DE ACEPTACIÓN DE CABLES DE GUARDIA CON FIBRA OPTICA (OPGW)**

Para cada uno de los tipos de cable OPGW (para líneas de 150 kV y 500kV) y los herrajes correspondientes se realizarán los ensayos de acuerdo a las especificaciones siguientes.

El fabricante deberá producir cable y herrajes suficientes a efectos de la realización de los ensayos en presencia del inspector designado por U.T.E.

El oferente cotizará los ensayos enumerados.

Para cables OPGW que se encuentran homologados por UTE no será necesaria la realización del ensayo de descarga atmosférica.

El Proveedor entregará un Protocolo Oficial de ensayos con un mínimo de 30 días hábiles de anticipación a la realización de los ensayos en fábrica del cable y de los herrajes.

El fabricante producirá al menos una bobina con sobrelongitud a efectos de contar con cable suficiente para la realización de los ensayos enumerados. La extracción de las muestras (corte del cable) será realizada en presencia del inspector de U.T.E.

Ciertas características de las fibras ópticas del cable podrán ser garantizadas mediante certificado del fabricante de las fibras ópticas. El certificado incluirá los datos referentes a:

- Características geométricas
- Longitud de onda de corte
- Dispersión cromática

- Dispersión por polarización
- Atenuación

Adicionalmente, el fabricante proveerá un reporte de atenuación de todas las fibras de cada bobina, medidas una vez bobinadas en los carretes en que se suministran. Este informe estará listo antes del arribo del inspector de U.T.E. a fábrica.

Asimismo se incluirán como parte de las pruebas al cable a realizarse bajo supervisión del personal técnico autorizado de U.T.E. las detalladas a continuación.

a) Atenuación y longitud óptica :

a.1) Medidas ópticas bidireccionales de atenuación mediante OTDR a 1310 nm

a.2) Medidas ópticas bidireccionales de atenuación mediante OTDR a 1550 nm.

De acuerdo a EIA 455-61-A 2003.

Estas medidas se realizarán sobre todas las fibras ópticas de todas las bobinas de cable

b) Ensayo de Penetración de agua:

De acuerdo a IEEE 1138 de 2009 – EIA 455-82B

Altura de agua: 1 metro

Duración de la prueba: 24 hs.

c) Ensayo de descarga atmosférica (rayo).

De acuerdo a IEEE 1138 de 2009

Según cable Clase 2 (150 C, 300A)

d) Ensayo de pasaje por roldana (“Sheave”)

De acuerdo a IEEE 1138 de 2009 – Anexo D

e) Ensayo de Impacto

De acuerdo a IEEE 1138 de 2009y EIA 455-25 –C 2002

Energía de impacto: 5.5 N.m

f) Ensayo de Compresión (“Crush”)

De acuerdo a IEEE1138 de 2009y EIA 455-41– A 2003

Carga de compresión: 1020kgf

g) Ensayos de tracción

g.1) esfuerzo en la fibra

De acuerdo a IEEE1138, hasta 100% de C.R.N. (Carga de Rotura Nominal)

g.2) margen de esfuerzo (“strain margin test”)

De acuerdo a IEEE1138, a 80% de C.R.N.

g.3) “stress strain”

De acuerdo a IEEE1138, con 70% de C.R.N.

h) Ensayo de Ciclos de temperatura

De acuerdo a IEEE1138 de2009 y EIA 455-3-B-2009

i) Ensayos a las hebras o hilos conductores

De acuerdo a IEEE1138 de 2009

- Tensión
- Elongación
- Diámetro
- Resistencia eléctrica
- Espesor del aluminio (si es aplicable según IEEE1138)
- Curvado (si es aplicable según IEEE1138)
- Torsión (si es aplicable según IEEE1138)

j) Ensayos al tubo central

De acuerdo a IEEE1138 de 2009

Tensión  
Resistencia

k) Control dimensional

De cable terminado y elementos constitutivos (tubos, hilos, cubiertas)

m) Ensayo de paso del cableado

De acuerdo a IEEE1138 de 2009

n) Ensayo de dispersión por modo de polarización (PMD) de la fibra cableada

De acuerdo a alguno de los métodos especificados en la recomendación G.650 de la U.I.T. del 2008.

Estas medidas se realizarán sobre todas las fibras ópticas de todas las bobinas de cable

o) Inspecciones visuales y control del enrollamiento de las bobinas.

#### **4.11.5. Ensayos de herrajes para OPGW**

Se ensayarán los herrajes correspondientes a cada uno de los cables OPGW (150kV y 500kV) según las especificaciones siguientes.

Los ensayos serán realizados en base a Normas de reconocido prestigio (Norma italiana CEI 7-9 o similar) cuyas copias se adjuntarán a la propuesta.

#### **Ensayos de diseño**

Para los herrajes propuestos se presentarán protocolos de ensayos de diseño realizados sobre herrajes iguales y fabricados en los mismos talleres que los ofrecidos. Deberá existir una referencia específica en el protocolo (número de plano o de catálogo, etc.) que identifique claramente el material ensayado.

Se especifican los siguientes ensayos de diseño:

- Resistencia al deslizamiento: Se realizará sobre las grapas de suspensión. La fijación de la grapa a la máquina de ensayo deberá simular las condiciones de fijación reales. La longitud de conductor del lado en que se aplica la carga será de al menos 5m. La resistencia al deslizamiento será no inferior al valor especificado cuando se aplica la carga durante al menos 5 minutos.
- Resistencia a la rotura: Se aplicarán las cargas de rotura especificadas durante cinco minutos, en las mismas condiciones y dirección que las cargas normales de operación. El ensayo se continuará luego hasta la rotura. En el caso de las grapas de amarre, se verificará asimismo la resistencia al deslizamiento cuando se aplica la carga especificada durante 5 minutos.

Las piezas de conexión ferrosas forjadas o fundidas serán ensayadas ya cincadas. En estos casos, antes de la aplicación de la carga de rotura se aplicará una carga inferior a la de fluencia (del orden del 90% de la carga de fluencia para materiales con alto contenido de carbono, 60% para materiales de bajo contenido de carbono) durante un minuto, verificándose la inexistencia de deformaciones o defectos surgidos durante el zincado.

En todos los casos se examinarán visualmente las piezas rotas a fin de detectar posibles fallas de fabricación.

### **Ensayos de control de calidad**

El contratista deberá presentar el programa de control de calidad a aplicar, incluyendo los ensayos propuestos, ubicación de cada ensayo en el plan de producción, criterios de muestreo y aceptación propuestos, etc.

U.T.E. podrá designar inspectores para presenciar algunos o todos los ensayos previstos. En todos los casos, los certificados de ensayo correspondientes serán sometidos a la aprobación de U.T.E.

El programa de ensayos deberá incluir los siguientes:

- Ensayos químicos y mecánicos sobre la materia prima.
- Ensayos mecánicos y metalográficos luego de los tratamientos térmicos.
- Ensayos de peso y uniformidad de la capa de zinc.
- Ensayos de discontinuidad por métodos magnéticos (ASTM E-138 o similar) para componentes forjados y por métodos radiográficos (ASTM E-94) para componentes fundidos y soldaduras.
- Control dimensional de las piezas acabadas.
- Verificación del ensamble de las piezas y movimiento de las articulaciones.

### **Ensayos de aceptación**

Los ensayos de aceptación serán realizados sobre componentes o conjuntos acabados, de acuerdo a los criterios de muestreo y aceptación indicados más adelante.

La selección de las muestras representativas de un lote será realizada por los inspectores de U.T.E., en que se entiende por "lote" una determinada cantidad de material del mismo tipo, forma, composición y tamaño, fabricado esencialmente en las mismas condiciones y presentado para inspección todo junto. Si se trata de piezas sometidas a tratamiento térmico, el lote debe ser parte de un grupo de piezas sometidas en conjunto al tratamiento. Si éste es del tipo continuo, dos piezas que integren el mismo lote deben haber sido sometidas al tratamiento térmico con una diferencia de tiempo no superior a las ocho horas. En el caso de los ensayos de zincado, las piezas del lote deben haber sido zincadas en la misma cuba en el mismo turno de operación.

Se realizarán los siguientes ensayos:

- Ensayos de cincado: se verificará el peso de la capa de zinc según ASTM A 90. Se verificará la adherencia de la capa de zinc según el ensayo de Preece prescrito en ASTM A 239 (seis inmersiones de un minuto para elementos de las clases A y B, cuatro inmersiones de un minuto para los elementos de las clases C y D; clasificación según ASTM A 153).

- Ensayos de resistencia mecánica: se realizarán sobre los herrajes ensayos análogos a los especificados como ensayos de diseño: resistencia al deslizamiento y resistencia a la rotura.
- Ensayos visuales, dimensionales y de ensamble: se verificarán las dimensiones, tolerancias, terminaciones, ajuste y alineación de los elementos de un conjunto, movimiento de las articulaciones, etc.
- Verificación de los embalajes prontos para embarque.

Se aplicarán los siguientes criterios de muestreo:

- Para los ensayos visuales, dimensionales, de ensamblado y de cincado el muestreo se guiará por lo establecido en la Norma COPANT 327 o MIL-SIT-105D.
- Se usarán inicialmente planes de muestreo simple, bajo régimen de inspección normal, y nivel de inspección II.
- De acuerdo a los resultados de los ensayos sobre los primeros lotes se podrá pasar, a criterio del Inspector, a regímenes de inspección más estrictos y/o planes de muestreo dobles o múltiples, según lo previsto en estas Normas.
- Cuando el muestreo se aplique a lotes aislados (debido a cantidades a suministrar pequeñas, proceso de fabricación discontinuo, etc.) el Inspector podrá adoptar planes de muestreo más estrictos a fin de asegurar una protección adecuada contra la aceptación de lotes con muchas piezas defectuosas.
- Se establecen los siguientes Límites de Calidad Aceptables (AQL):

Ensayo	AQL
Zincado - uniformidad	4,0
Zincado - peso	4,0
Verificación de dimensiones	4,0
Control visual	4,0
Verificación de ensambles	1,5

- Para los ensayos de resistencia mecánica, el número de muestras estará de acuerdo a la siguiente tabla:

Tamaño del lote	Tamaño de la muestra
-----------------	----------------------



Hasta 50	3
51-110	5
111-180	6
181-300	7
301-500	8
501-800	9
Más que 800	10

- El lote será rechazado cuando:
  - la resistencia a la rotura o deslizamiento es inferior a la garantizada en cualquier pieza.
  - el valor medio de las resistencias medidas menos tres desviaciones standard sea inferior a la garantizada.
  - se detecten fallas de fabricación al examinar cualquiera de las piezas rotas.
  - se detecten deformaciones o fallas de galvanizado en cualquiera de las piezas de conexión forjadas o fundidas al aplicar la carga inferior a la de fluencia.

#### **4.11.6. Ensayos de conductor de puesta a tierra**

Sobre una muestra del cable se efectuarán ensayos destinados a verificar:

- a - La resistencia eléctrica
- b - La carga de rotura
- c - La adherencia entre el cobre y el acero.

Los alambres serán sometidos a los ensayos indicados en las normas ASTM (ASTM 227 o equivalente), antes de cablear.

El criterio de muestreo para cada lote de rollos sometido a ensayos será el establecido en la Tabla adjunta.

El lote será aceptado cuando el total de alambres defectuosos de la muestra no supere el primer número de aceptación de la misma tabla.

U.T.E. podrá admitir a su solo criterio que un lote rechazado sea recompuesto por el fabricante luego de ensayar la totalidad de los rollos que lo componen y eliminar las unidades defectuosas.

Este lote debidamente identificado será presentado nuevamente a ensayo y será aceptado cuando el total de alambres defectuosos no supere el segundo número de aceptación de la tabla.

N° de bobinas o rollos que forman el lote	N° de muestras	Primer número de aceptación.	Segundo número de aceptación
Menos de 25	5	0	0
25 a 49	5	0	0
50 a 99	15	1	1
100 a 199	15	1	1
200 a 299	20	1	1
300 a 499	30	2	1
500 a 799	40	3	1
800 a 1299	55	3	2
1300 a 3199	75	4	3
3200 a 7999	115	6	4

#### **4.11.7. Ensayos de Aisladores de vidrio**

##### **a. Ensayos de tipo**

El Contratista presentará a la aprobación de UTE los certificados de ensayos de tipo de los aisladores realizados en laboratorios de reconocido prestigio, según las normas IEC en vigencia.

Se deberán presentar, en particular, certificados de los siguientes ensayos de tipo realizados:

- Todos los ensayos aplicables especificados en la Norma IEC 60383-1
- Ensayo de impulso de frente escarpado según IEC 61211
- Ensayo de radiointerferencia sobre cada plato según IEC 60437

- Ensayo de comportamiento termomecánico IEC60575
- Ensayo de arco de potencia según IEC 61467
- Ensayo de tensión residual según IEC 60797
- Ensayo de polución por niebla salina según IEC60507
- Ensayos de tipo de los anillos anticorrosión de zinc (IEC 61325)
- Ensayo de impacto según ANSI C 29.B

#### b Ensayos de rutina y muestreo

En la tarea de producción, el Contratista someterá a la aprobación de UTE los certificados de ensayos de control de calidad que se realizarán durante las distintas etapas del proceso de producción.

Se realizarán en fábrica los ensayos de rutina y muestreo de acuerdo a las Normas IEC en vigencia.

Los certificados de ensayos de rutina serán sometidos a la aprobación de UTE.

Los ensayos de muestreo se realizarán en presencia del Inspector de UTE, el cual tendrá la potestad de seleccionar las muestras representativas de cada lote

Los ensayos de muestreo descritos en estas Especificaciones serán, por lo tanto, los ensayos de aceptación de cada lote del suministro.

Se entenderá por "lote" una determinada cantidad de material del mismo tipo, forma, composición y tamaño, fabricado esencialmente en las mismas condiciones y presentado para inspección todo junto.

Se seguirán los criterios de muestreo, aceptación y rechazo según las Normas IEC aplicables, a excepción de las diferencias indicadas en estas Especificaciones.

Todas las unidades que sean ensayadas para aceptación, deberán primero ser sometidas al ensayo de inspección visual de rutina según IEC 60383-1 y a la verificación del acabado del cemento, donde se aceptará a lo sumo un ancho de 0.5 mm en grietas en las interfaces y a lo sumo burbujas de 2 mm de diámetro.

Se realizarán todos los ensayos de muestreo propuestos según IEC 60383-1 en presencia de un inspector de UTE, con las siguientes diferencias respecto a la norma:

- En el ensayo de desplazamiento se aceptará un desplazamiento radial de vástago no superior a 2 mm con respecto al eje del aislador.
- Se realizara el ensayo de comportamiento termo mecánico como ensayo de muestreo para 10 aisladores. El rango de temperatura será desde -35°C a +65°C.
- Para los ensayos de resistencia mecánica (ruptura a la tracción) y comportamiento termomecanico se fijan los siguientes criterios de aceptación adicionales:
  - a. La constante de aceptación C1 tendrá un valor de 3 para cualquier tamaño de muestra
  - b. No se aceptará el reensayo con tamaño doble de muestra
  - c. Cualquiera de los valores de resistencia mecánica medidos no será inferior a la correspondiente resistencia especificada.
- El ensayo de las chavetas se hará sobre muestra E1 y E2
- El ensayo de choque térmico se hará sobre muestra E1 y E2

Se realizarán asimismo los siguientes ensayos adicionales de muestreo en presencia de un inspector de UTE:

- El ensayo de perforación frente al impulso en aire (IEC 61211) sobre muestras E2 (IEC 60383-1). Sobre esta muestra se realizara previamente un ensayo de comportamiento termomecanico según IEC 60383-1 y posteriormente un ensayo de resistencia mecánica según IEC 60383-1, empleándose los criterios de aceptación mencionados anteriormente.
- El ensayo de tensión residual para 24 aisladores (IEC 60797). Este ensayo se efectuará luego del ensayo de ciclo térmico, y se usarán los siguientes criterios de aceptación:

- $X_s \geq 0.80 \cdot R_s$  donde:

$X_s$  es el valor promedio de las cargas de separación;

$R_s$  es la resistencia mecánica nominal

- Ninguna de las medidas de carga de ruptura de las partes metálicas será inferior a  $R_s$ .

La temperatura del baño caliente no será superior a 75 °C para aisladores en que se use cemento aluminoso.

- El ensayo de adherencia del galvanizado sobre la caperuza y el vástago, según ASTM A123, NBR7398 u otra norma equivalente.

- El ensayo de impactos según ANSI C29.2B sobre muestra E2. El valor de impacto a aplicar será el mismo con el cual se realizó el correspondiente ensayo de tipo.
- El ensayo de RIV de platos individuales, según los métodos de IEC 60437, sobre muestras E1 y E2.

Las tensiones de ensayo serán de 10 kV y 20 kV, con valores límite 50µV y 750 µV respectivamente.

- El ensayo de muestreo de los anillos anticorrosión según IEC 61325.

Para los casos que no estén contemplados por estas Normas, se usará la Norma ISO ISO 2859-1, para muestro por atributos, con plan de inspección normal, simple y con un AQL =4.

Para los aisladores de los lotes a suministrar a UTE, se realizarán todos los ensayos de aceptación propuestos en la norma IEC 60383-1, así como el ensayo de perforación frente al impulso en aire (IEC 61211) sobre 5 unidades, de comportamiento termomecánico (IEC 60575) para un mínimo de 10 aisladores y el de tensión residual para un mínimo de 10 unidades (IEC 60797).

Para los ensayos de resistencia electromecánica (ruptura a la tracción) y comportamiento termomecánico especificados en IEC 60383-1, e IEC 60575 se fijan los siguientes criterios de aceptación adicionales:

$(R - RS) / S > 3$  donde:

R es el valor promedio de resistencia electromecánica.

RS es la resistencia mecánica nominal.

S es la desviación standard.

- La constante de aceptación  $C_1$  tendrá el valor 3 para cualquier tamaño de muestra
- No se aceptará el reensayo con tamaño doble de muestra
- Cualquiera de los valores de resistencia mecánica o electromecánica medidos no será inferior a la correspondiente resistencia especificada
- La perforación eléctrica no ocurrirá antes de la fractura
- El rango de temperatura para el ensayo de comportamiento termomecánico será desde -35°C a + 65°C.

El ensayo de tensión residual (resistencia mecánica residual), especificado en IEC 60797, se efectuará luego del ensayo de ciclo térmico, y se usará los siguientes criterios de aceptación:

$X_s \geq 0.80 * RS$  donde:

$X_s$  es el valor promedio de las cargas de separación.

RS es la resistencia mecánica nominal.

-Ninguna de las medidas de carga de ruptura de las partes metálicas será inferior a RS.

#### 4.12. REPUESTOS

Se entregará, como mínimo, un 5% de torres, cables, herrajes, aisladores y demás accesorios de línea por concepto de repuestos, con un mínimo de una unidad de cada tipo. Se acordarán al inicio del proyecto las cantidades exactas de cada suministro a ser entregadas como repuesto.

#### 4.13. PLANILLAS DE DATOS TECNICOS

##### 4.13.1. Conductor

###### **Dove**

Composición	Aluminio acero cincado
Designación	DOVE
Número de hilos de acero	1 + 6
Número de hilos de aluminio	10 + 16
Relación de cableado	Según IEC 601089
Sentido del cableado	"Z", mano derecha
Diámetro de los hilos de acero	2.89 mm
Diámetro de los hilos de aluminio	3.72 mm
Diámetro del cable terminado	23.55 mm
Sección de acero	45.9 mm <sup>2</sup>
Sección de aluminio	282 mm <sup>2</sup>
Sección nominal total	327.9 mm <sup>2</sup>
Peso total	1,137 kg/m
Peso mínimo de la capa de zinc	259 gr/m <sup>2</sup>
Peso de la grasa	6 gr/m
Carga de rotura mínima	10190 kgf
Módulo de elasticidad final (aprox.)	8035 kgf/mm <sup>2</sup>
Coeficiente de dilatación lineal	18.9 x 10 <sup>-6</sup> /°C
Resistencia eléctrica máxima d.c a 20°C	0,1027 Ω /km.
Longitud por carrete	2.500 m
Tipo de carrete	Madera o Acero

###### **Hawk**

Composición	Aluminio/acero cincado
Designación	Hawk
Número de hilos de acero	1 + 6

Número de hilos de aluminio	10 + 16
Relación de cableado	Según IEC 601089
Sentido del cableado	“Z”, mano derecha.
Diámetro de los hilos de acero	2.68 mm
Diámetro de los hilos de aluminio	3.44 mm
Diámetro del cable terminado	21.79 mm
Sección de acero	49.35 mm <sup>2</sup>
Sección de aluminio	241.68 mm <sup>2</sup>
Sección nominal total	281.03 mm <sup>2</sup>
Peso total	0.978 kg/m
Peso mínimo de la capa de zinc	259 gr/m <sup>2</sup>
Peso de la grasa	6 gr/m
Carga de rotura mínima	8820 kgf
Módulo de elasticidad final (aprox.)	7700 kgf/mm <sup>2</sup>
Coeficiente de dilatación lineal	18 x 10 <sup>-6</sup> /°C
Resistencia eléctrica máxima d.c a 20 °C	0,1198Ω /km.
Longitud por carrete	2.500 m
Tipo de carrete	Madera o Acero

#### 4.13.2. Grasa para los conductores

- Punto de goteo	100 ° C
- Penetración trabajada a 25° C	310/340
- Alcalinidad libre - % de Ca (OH) <sub>2</sub>	0,1 máx.
- Acidez libre - % de ácido oleico	0,2 máx.

#### 4.13.3. Cable de guardia convencional

Tipo	Acero recubierto de aluminio
Número de hilos	1 + 6
Diámetro de los hilos	3,67 mm
Diámetro de cable terminado	11,0 mm
Sección nominal	74 mm <sup>2</sup>
Peso	0,49 Kg/m
Carga de rotura	8400 kg
Módulo de elasticidad final (aprox.)	16.200 Kg/mm <sup>2</sup>
Coeficiente de dilatación lineal	13,0 x 10 <sup>-6</sup> /°C
Resistencia d.c a 20 °C	1,16 Ω/km
Longitud por carrete	máximo 3.000 m
Tipo de carrete	Madera

#### 4.13.4. Cable de guardia con fibra óptica

Cable OPGW 150 kV

PARÁMETRO	VALOR
-----------	-------

Corriente de cortocircuito (kA)	$\geq 11$
Tiempo de despeje de falta (seg.)	0.5
Diámetro exterior (mm)	$14.5 \pm 1\%$
Carga de rotura (kg)	$> 13500 \times \text{peso del cable en kg/m}$
Clase de descarga atmosférica	Clase 2 (IEEE 1138-2009)

#### Cable OPGW 500 kV

PARÁMETRO	VALOR
Corriente de cortocircuito (kA)	$\geq 10$
Tiempo de despeje de falta (seg.)	0.5
Diámetro exterior (mm)	$15.4 \pm 1\%$
Carga de rotura (kg)	$> 13500 \times \text{peso del cable en kg/m}$
Clase de descarga atmosférica	Clase 2 (IEEE 1138-2009)

#### **4.13.5. Aisladores**

Carga electromecánica de rotura (kN)	120



Diámetro del plato (mm)	255
Paso (mm)	146
Diámetro del vástago (mm)	16
Clase de acoplamiento (IEC 120)	16A
Distancia de contorno (mm)	320
Tensión resistida 1 minuto, 50 Hz (kV rms)	
-bajo lluvia	40
-en seco	60
Tensión resistida en onda de rayo (kV pk)	100
Tensión de perforación a 50 Hz (kv rms)	110
Nivel radiointerferencia 1 MHz, resistencia de medida 300 ohms ( $\mu$ V)	50
10 kV rms	
20 kV rms	750
Capa de cinc sobre caperuza y vástago	
-peso (g/m <sup>2</sup> )	600
-número de inmersiones en ensayo Preece	4

Nota: El valor de tensión resistida en onda de rayo es el más bajo entre las 2 polaridades

#### 4.13.6. Cadenas de aisladores

##### Línea 500 kV

Número de aisladores 28

Tensión resistida 1 minuto,  
50 Hz (kV rms)

-en seco	1170
-bajo lluvia	865
Tensión resistida en onda de rayo (kV cr)	1935

**Notas:**

- El valor de tensión resistida en onda de rayo es el más bajo entre las 2 polaridades
- Los valores indicados son para cadenas sin cuernos de descarga ni anillos corona.

**Línea 150 kV**

Número de aisladores	11
Tensión resistida 1 minuto, 50 Hz (kV rms)	
-en seco	490
-bajo lluvia	345
Tensión resistida en onda de rayo (kV cr)	760

**Notas:**

Los valores indicados son para cadenas sin cuernos de descarga

**4.13.7. Cable para puesta a tierra**

Composición	Acero recubierto de cobre, recocido
Número de hilos	7
Diámetro de los hilos	3,67 mm
Diámetro del cable terminado	11 mm
Sección nominal	73,83 mm <sup>2</sup>
Peso del cable	607,8 Kg/km
Carga de rotura de un hilo	372 Kg
Resistencia d.c. de un hilo a 20°C	5,56 $\Omega$ /km
Longitud por carrete (máximo)	2.000 m
Tipo de carrete	Madera

**4.13.8. Varillas Copperweld**

Diámetro	15 mm
Longitud	3 m
Espesor de la cubierta de cobre	0,5 mm
Carga de rotura	49 Kg/mm <sup>2</sup>