

MANUAL PARA REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA PARA 24,9 KV



DICIEMBRE, 2010



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

INDICE GENERAL

1	Profesionales responsables	5
2	Normas y Códigos	5
3	Planos	5
3.1	Plano de red eléctrica.....	6
3.2	Plano de obra civil.....	6
3.3	Lámina de detalles	7
3.4	Diagrama unifilar.....	7
3.5	Memoria de cálculo	8
3.5.1	Media tensión	8
3.5.2	Baja tensión	8
4	Servidumbres	8
5	Construcción e inspección de la obra.....	9
6	Aceptación de la obra.....	11
7	Obra civil.....	12
7.1	Transición aéreo - subterráneo.....	12
7.2	Características de obra civil para media tensión	12
7.3	Características obra civil para baja tensión.....	15
7.4	Canalizaciones coincidentes	17
7.5	Bases de concreto para instalación de equipos	17
7.6	Cables directamente enterrados.....	18
7.7	Señalización en sitio.....	18
8	Disposiciones generales de la red	19
9	Transformadores	21
9.1	Transformadores trifásicos tipo pedestal	21
9.2	Transformadores monofásicos tipo pedestal.....	31
9.3	Transformadores monofásicos tipo sumergible	39
9.4	Transformadores trifásicos tipo sumergible	40
10	Cables	41
10.1	Cable de media tensión	41
10.2	Cables baja tensión.....	45
11	Tensiones de jalado	46
12	Equipos de protección y accesorios	47
12.1	Equipos de protección y seccionamiento.....	47
12.2	Accesorios en media tensión	53
13	Terminales para la transición aéreo a subterráneo (mufas).....	54
13.1	Especificaciones Generales	54
13.2	Normas	55



COOPEGUANACASTE, R.L.
- Energía con desarrollo -

Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

13.3	Especificaciones Particulares	55
14	Empalmes	55
14.1	Especificaciones Generales	55
14.2	Normas	56
14.3	Especificaciones particulares	56
15	Puestas a tierra en media tensión.....	56
16	Sistema de puesta a tierra en circuitos secundarios	57
17	Puntos de entrega y medición	58
17.1	Residencial	58
17.2	Medición en media tensión	58
18	Alumbrado Público.....	59
18.1	Condiciones especiales	62
BIBLIOGRAFÍA.....		64



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Factores de corrección por temperatura	44
--	----

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distancias mínimas entre cables telefónicos con líneas eléctricas	17
Tabla 2. Valores Admisibles de Pérdidas de Potencias en transformadores trifásicos.....	23
Tabla 3. Dimensiones de espiga en los terminales de baja tensión de transformadores trifásicos....	27
Tabla 4. Niveles de Ruido en transformadores trifásicos.....	30
Tabla 5. Dimensiones de espigas en terminales de baja tensión en transformadores monofásicos .	35
Tabla 6. Pérdidas en transformadores monofásicos.....	38
Tabla 7. Valores máximos voltaje de descarga para onda de 8/20 microsegundos:	52
Tabla 8. Valores máximos de voltaje de descarga para onda de 8/20 microsegundos:	52



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

1 Profesionales responsables

Los planos de la obra, deberán ser realizados por un profesional responsable, debidamente incorporado y miembro del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (CFIA).

Para planos red eléctrica, unifilar y memorias de cálculo, deberán ser avalados por: ingenieros electricistas, ingenieros electromecánicos o ingenieros en mantenimiento industrial.

Para planos Obra Civil y lámina de detalles, deberán ser avalados por: Ingenieros Civiles.

Autorizados por el Colegio de Ingenieros Electricistas, Mecánicos e Industriales o por el Colegio de Ingenieros Tecnólogos, según corresponda.

2 Normas y Códigos

Todos los planos deberán cumplir donde corresponda con el NEC Código Eléctrico Nacional en su última versión, así como las normativas que indique el Colegio de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica y las indicadas por la R.E.A. (Rural Electrification Administration) del Departamento de Agricultura de EEUU, RUS, boletín 1728F-806 (D-806): "Specification and Drawing for Underground Electric Distribution" y la ARESEP en sus Normas Técnicas.

3 Planos

En caso de ser necesario el profesional responsable deberá consultar, con la empresa distribuidora, la disponibilidad y calidad de energía existente, el tipo de configuración y otras características.

Los planos deberán presentarse de dos maneras:

- En una hoja como mínimo de 43 x 86 centímetros.
- De manera digital formato de Autocad versión 2006 o superior.
- Para la revisión deberán de traer una copia del plano con sus respectivas láminas. Aprobada la revisión deberán entregar una copia impresa y una digital en formato de Autocad, versión 2006 o superior.

En cada plano se debe indicar la siguiente información como mínimo:



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Información general de cada plano:

- Indicación del profesional responsable del diseño.
- Simbología que indique en su totalidad los elementos involucrados en la información gráfica con sus características según indique.
- Notas aclaratorias que complementen la información gráfica que permita definir con claridad todos los criterios empleados en el diseño.

Se deben entregar al menos los siguientes planos con la información que se indica:

3.1 **Plano de red eléctrica.**

- Ruta de la red de media y baja tensión trazada sobre la planta física del proyecto.
- Ubicación de cada uno de los equipos de transformación, seccionamiento, protección y red de alumbrado público utilizados.
- Ubicación de la transición aérea a subterránea en caso de ser necesaria.
- Indicación del tipo de cables, longitud en metros, características eléctricas de los cables, equipos y de los sistemas de protección utilizados.
- Las unidades de medida y potencia deberán ser indicadas de acuerdo al sistema internacional de medidas vigentes por ley en el país.
- Cuadro con el balance de cargas por fases para circuitos principales y ramales.
- Detalle de cada alimentación de medidores o lotes, calibre, carga conectada, voltaje de operación de cada uno y porcentaje de caída de tensión.

3.2 **Plano de obra civil**

- Planta del sitio con la distribución de lotes, aceras, zonas verdes, cordón de caño y demás espacios necesarios con dimensiones reales.
- Dirección geográfica del proyecto, indicando la numeración del poste de inicio de Coopeguanacaste R.L.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

- Trazado de la canalización eléctrica donde se muestre la ubicación exacta.
- Ubicación exacta de cajas, fosas y demás obras necesarias sobre la planta del proyecto y a escala.
- Indicación del tipo de la canalización así como los diámetros, longitud, cédulas y cantidades de ductos utilizados.
- Todos los elementos deben estar en la misma escala que se indique en el plano.

3.3 Lámina de detalles

- Detalle de los paneles de medidores con las características físicas y eléctricas de cada panel, carga eléctrica conectada y demandada, corriente total por fase, protecciones, alimentadores por fase y conductor a tierra.
- Detalles de las diferentes obras de infraestructura utilizadas en el proyecto, indicando sus dimensiones y tipos de materiales a utilizar.
- Detalles generales.
- En caso de existir una transición aérea-subterránea se debe indicar el detalle del montaje.
- Diagramas adicionales que complementen la información del sistema de montaje o construcción de algunos elementos eléctricos a instalar.

3.4 Diagrama unifilar

Diagrama unifilar eléctrico de media y baja tensión indicando al menos lo siguiente: Calibre de cables, longitud de cada tramo con la correspondiente reserva en cada caja, fosa o equipo, elementos de protección, elementos de medición, alimentadores principales, subalimentadores, sistema de puesta a tierra, identificación de tableros, centros de medidores, regletas y cualquier otro dispositivo de conexión dentro de la red. Los equipos y conductores deben ser enumerados en el unifilar conforme al etiquetado que se realizará en el campo.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

3.5 Memoria de cálculo

Se debe presentar una memoria de cálculo donde se detallen como mínimo los siguientes aspectos:

3.5.1 Media tensión

- Configuración y descripción de la red.
- Regulación de voltaje.
- Tensiones máximas de jalado del cable.
- Balance de fases para circuitos trifásicos
- Corrientes de carga máxima esperadas en cada tramo de cable.
- Factores de diseño, considerados y utilizados.

3.5.2 Baja tensión

- Demandas por lotes.
- Ampacidad.
- Caídas de tensión en los casos más críticos de medidores o panel de medidores, datos de mayor longitud y condición.
- Capacidad de transformadores.
- Distribución y determinación de cargas.

4 Servidumbres

Cuando alguna canalización ó equipo se encuentre sobre espacios no públicos se debe establecer una servidumbre, la misma deberá inscribirse sobre la finca correspondiente en el Registro Público.

Las dimensiones de la servidumbre serán como mínimo:

- Recorrido total de la canalización media y baja tensión.
- Ancho de trinche más 1 metro a ambos lados de la misma.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

- Espacios donde se ubiquen equipos de transformación, medición, seccionamiento y derivación más 1 metro a su alrededor.

Dentro de la servidumbre el propietario:

- NO, podrá construir ninguna edificación u obra civil
- NO, podrá acumular materiales o equipos que eviten el libre tránsito al personal de mantenimiento.

El propietario debe además permitir el acceso a la servidumbre por los caminos y calles de su propiedad.

En el caso de equipos se debe establecer un retiro de construcción mínimo de 1,5 metros de ventanas y paredes de edificios y 6 metros de escaleras de emergencia.

El trazado de estas servidumbres y espacios se debe mostrar en el plano de obra civil.

5 Construcción e inspección de la obra

La construcción de la obra no se iniciará hasta tanto no se tengan los planos debidamente aprobados por Coopeguanacaste R.L.

Es responsabilidad del profesional eléctrico encargado del proyecto, el indicar a Coopeguanacaste R.L. el inicio de la obra.

Coopeguanacaste indicará una cantidad estimada de inspecciones a realizar, estas variarán dependiendo de la disponibilidad del personal de la Cooperativa y según la complejidad del proyecto. El interesado deberá cancelar las inspecciones necesarias para la aceptación de la obra civil – eléctrica.

Proceso de Inspección:

Se realizará al menos una visita al sitio, antes de la aprobación de los planos.

Aprobados los planos podrán iniciar con el proceso constructivo de la obra civil.

La inspección de obra civil consta de:

- Dimensiones y profundidades de la trinchera (si al momento de la inspección no se puede revisar la trinchera, Coopeguanacaste podrá exigir calas).



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

- Colocación de tubería, corroborando grosor, separadores e instalación de cinta de prevención, compactación de material de relleno.
- Antes de la construcción de las cajas se corroborará confección y tipo de armadura.
- Después de la construcción de la caja se revisará dimensiones internas, grosor de las paredes, abocinados, cárcamo ó drenaje, soportes para cable, repellos e impermeabilizante en las paredes, limpieza y continuidad de la tubería utilizando un cilindro metálico.
- Verificar la correcta aplicación de minio y pintura en los elementos que lo requieran.
- Coopeguanacaste R.L., se reserva el derecho de exigirle al contratista o interesado cualquier otra prueba no mencionada anteriormente para corroborar el buen estado de la obra civil.
- Cumplidos satisfactoriamente los puntos anteriores, se da aprobación de la obra civil y autorización para iniciar la obra eléctrica.

La inspección de Obra Eléctrica consta de:

- Instalación de equipos de pedestal o sumergibles (transformadores, seccionadoras, recloser, pedestal de medición en media tensión.)
- El interesado deberá realizar mediciones de puestas a tierra, dichas mediciones se realizarán en presencia de personal de la cooperativa.
- Instalación del conductor.
- Confección de los terminales.
- Anclajes de los equipos.
- Etiquetado de la red eléctrica (media y baja tensión), de los equipos de distribución y medición.
- Coopeguanacaste R.L., realizará y cobrará al interesado las pruebas de potencial aplicado DC al cable de media tensión (Hi Pot), como pruebas de aceptación de la red de media tensión.
- Coopeguanacaste R.L., se reserva el derecho de exigir al interesado pruebas de aislamiento al cable de baja tensión, como prueba de aceptación.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

- Coopeguanacaste R.L., se reserva el derecho de exigirle al contratista o interesado cualquier otra prueba no mencionada anteriormente para corroborar el buen estado de la obra eléctrica.
- Cumplidos satisfactoriamente los puntos anteriores, se da aprobación de la obra eléctrica. Cualquier modificación respecto al plano original, deberá ser aprobada por Coopeguanacaste R.L. y se deberá entregar un nuevo plano con los cambios pertinentes.

6 Aceptación de la obra

Una vez aceptada la obra (civil – eléctrica), el interesado deberá:

- Cancelar un depósito en garantía por al menos tres meses, equivalentes al 15% del costo total de los materiales y equipos eléctricos instalados en la red. Para dicho cálculo, el interesado deberá entregar copias de las facturas de compra (materiales y equipos), con el fin de calcular el monto como depósito de garantía. El depósito en garantía puede hacerse con dinero en efectivo, o por un depósito a plazo con algún banco del sistema bancario nacional. Este depósito servirá para cambiar equipo o material que pueda resultar dañado en ese lapso, incluyendo la mano de obra para la instalación. Si en ese período no ocurre ninguna falla o anomalía en la nueva red de distribución, el propietario debe de presentar una nota ante Coopeguanacaste R.L. solicitando el reintegro de la garantía o el sobrante si existió alguna anomalía.
- Deberá entregarse a Coopeguanacaste R.L. las garantías de los equipos de transformación, seccionamiento y de protección, por al menos 2 años y 10 años como vida útil de los equipos de pedestal de fibra de vidrio, inicio de la garantía una vez energizado el proyecto. Las garantías deberán ser emitidas por el fabricante o bien por el interesado mediante un documento autenticado por abogado.
- Aprobada la red, realizado el depósito y entregadas las garantías, el interesado deberá presentar cedula jurídica, personería y poder especial (si fuese el caso), con el fin de realizar un contrato por traspaso de redes de distribución subterráneas. El contrato es el documento



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

formal donde Coopeguanacaste R.L. y Desarrollador asumen la responsabilidad y beneficios de la red de distribución subterránea.

- Firmado el contrato por ambas partes se procederá a la energización del proyecto.
- Los miembros de Coopeguanacaste R.L. serán los únicos que podrán energizar la red subterránea, realizar movimientos y conexiones en los equipos de medición.
- Queda totalmente prohibido que el personal del dueño o contratista manipule los equipos de medición, control o transformación.
- Coopeguanacaste R.L., en base a criterios técnicos se reserva la potestad de energizar por partes o en total la red subterránea, incluyendo la red de iluminación de calles.

7 Obra civil

7.1 Transición aéreo - subterráneo

El (los) conductor (es) quedará protegido mediante un tubo de acero galvanizado PVC SDR26,. El tubo PVC de pared gruesa SDR26 se usará cerca del litoral, pintado de color negro. El diámetro del tubo será de 150 mm para circuitos trifásicos y 100 mm para monofásicos.

7.2 Características de obra civil para media tensión

Canalización de media tensión

Se entiende por canalización la excavación a efectuarse dentro del área del proyecto, para la colocación de los ductos (tubos de PVC lisos) donde serán instalados posteriormente los conductores.

Se instalará un ducto de PVC de 100 mm de diámetro cédula SDR – 41 para las áreas donde el sistema es monofásico, y un ducto de 150 mm de diámetro cédula SDR – 41 para zonas bifásicas o trifásicas. En ambos casos se debe colocar un ducto adicional exclusivo para prevista o reserva con las mismas características que el correspondiente.

Todas las canalizaciones llevarán una cinta preventiva de polietileno de color amarillo o roja, con dimensiones mínimas de 10 centímetros de ancho, espesor 0.10 mm., con una leyenda: "PELIGRO -



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

ALTO VOLTAJE" en letras de color negro impresa a intervalos como máximo cada 20 centímetros a lo largo de la misma. La cinta se colocará a una profundidad de 400 milímetros de la superficie.

En calles o cruces se debe usar concreto como relleno con una resistencia a la compresión $f'c = 210$ kg/cm².

Como material de relleno granular se podrá utilizar arena de río o de tajo a un 90 % del Proctor modificado o material del sitio compactado al 90 % del Proctor Standard.

Una vez finalizadas todas las obras de construcción civil, se deberá verificar que los ductos no estén obstruidos o deformados, posteriormente se debe soplar, limpiar y sellar cada uno de ellos.

Para la realización de estas labores es indispensable la presencia de un inspector de Coopeguanacaste R.L.

Cuando en la canalización sea necesario el uso de más de un circuito, se deben respetar las dimensiones mínimas indicadas en las figuras respectivas.

Fosas y cajas de registro de media tensión

Se requerirán cajas de registro cuando existan cambios de dirección, en transiciones aéreo-subterráneas, así como a lo largo de todos los tramos rectos de la ruta normal del circuito cuando la longitud sea mayor a 70 metros.

Cuando el primer transformador, seccionadora o caja de derivación esté a menos de 40 metros del poste de transición, no se necesita caja de registro.

Se requerirá solamente una fosa ubicada bajo el transformador de pedestal, cajas de derivación cuando existan seccionadoras.

La distancia máxima entre cajas de registro será de 70 metros. Para utilizar distancias mayores a la indicada, se deberá demostrar en la memoria de cálculo que no se excederá la tensión mecánica máxima de halado especificada para el conductor. En el proceso de instalación el constructor deberá utilizar un dinamómetro o equipo especial para el jalado de cables, en donde se registre la tensión mecánica instantánea y máxima aplicada al conductor. Se debe indicar la cantidad de inspectores necesarios para esto.

En las cajas de registro de las transiciones aéreo - subterráneo, fosas de transformadores, equipos de protección, maniobra y derivaciones, se dejará 1.5 vueltas de conductor de reserva.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Las cajas de registro pueden ser prefabricadas y para este caso deberán colocarse sobre una cama de arena-grava fina debidamente compactada y a nivel.

Una vez instalada la caja de registro, los topos de los ductos con las paredes deben quedar perfectamente selladas con mortero o cualquier otro sellador antes de ser instalados los conductores, evitando que penetre agua, humedad, tierra, arena o residuos. Además se debe incluir un adhesivo de concreto para redondear todas las aristas (abocinado) y así evitar daños al cable. El ducto de reserva quedará sellado.

El acero de refuerzo será de 9.5 mm. (3/8"), grado 40, según norma ASTM con límite de fluencia de 2820 kg/cm².

Se debe utilizar concreto armado o polimérico con resistencia a la compresión a los 28 días de colado $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Se debe utilizar un aditivo impermeabilizador para el concreto.

El concreto debe tener un acabado fino en su interior.

El espesor de las paredes será como mínimo de 12 cm.

El acero de refuerzo se armará en forma de malla con claro de 15 cm.

Las paredes serán coladas.

Se debe utilizar vibrador para dar uniformidad al concreto.

El suelo o material de relleno se compacta a un 90% del Proctor modificado.

El concreto tendrá una cura mínima de 7 días salvo cuando se utilicen aditivos que aceleren la fragua del concreto.

Las cajas se deben construir de una sola colada y deberán proveerse de drenajes que permitan el control del nivel freático y aguas pluviales, en el caso de que el nivel freático esté por encima del nivel inferior de la caja, éstas deben ser selladas herméticamente.

Las tapas deben ser metálicas con lámina antideslizante de 6.35 mm. de espesor, punta de diamante y cuatro aguas. Reforzadas con angular de 58 x 58 mm. y 6.35 mm. de espesor, pintadas con una base intermedia epóxica (similar a Transoxy Primer Red 1.16 de Transocean Marine Paint) con dos capas de acabado de esmalte poliuretano color verde (similar a Transurethane Finish 3.44 Transocean Marine Paint). Deberán quedar ubicadas en una de las esquinas de la caja de registro



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

El nivel de acceso a las cajas de registro deberá estar a 100 mm sobre el nivel del suelo. Cuando se instalen en calles o aceras, se debe utilizar tapas metálicas (hierro colado) circulares a nivel de piso terminado, con un diámetro de 800 mm y una leyenda que indique ELECTRICIDAD. Es necesario que al colocar la tapa dentro del marco, se selle con algún material plástico, hule o silicón que amortigüe los golpes.

7.3 Características obra civil para baja tensión

Canalización de baja tensión

Para la red secundaria si la hubiere, se instalarán dos ductos de PVC, cédula SDR-41, cuyo diámetro será de acuerdo al calibre y al número de conductores, la suma de las áreas de los conductores no deberá ser mayor del 40 % del área total del ducto. Uno de ellos se utilizará como reserva.

Dimensiones mínimas: profundidad 600 milímetros, ancho 300 milímetros.

Todas las canalizaciones llevarán una cinta preventiva de polietileno de color amarillo de 10 centímetros de ancho, espesor 0.10 mm., con una leyenda "PELIGRO - ALTO VOLTAJE " con letras en color negro impresa a intervalos como máximo cada 20 centímetros a lo largo de la misma. La cinta se colocará a una profundidad de 400 milímetros de la superficie.

Para cruces de calles y aceras se deberá utilizar un recubrimiento sobre los ductos de una capa de concreto de 20 cm de espesor, con una resistencia $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$.

Como material de relleno granular se podrá utilizar material del sitio o lastre fino compactado mínimo a un 90%.

La canalización para el alumbrado público deberá tener las siguientes dimensiones mínimas (en milímetros): ancho 300, profundidad 600. El área de los ductos deberá cumplir con lo siguiente, la suma de las áreas de los conductores no deberá ser mayor del 40 % del área total del ducto.

Las canalizaciones para acometidas residenciales deben tener las siguientes dimensiones mínimas: 400 mm de profundidad y 300 mm de ancho. El ancho de la zanja puede variar de acuerdo con el número de acometidas, respetando una separación de 50 mm entre ductos.

En los cruces de calles la zanja será de 700 mm de profundidad. Sobre los ductos se debe poner una capa de concreto $f_c = 140 \text{ Kg / cm}^2$, espesor 100 mm como protección.

Registro de baja tensión

Se instalarán pedestales de fibra de fibra de vidrio, los cuales deben cumplir como mínimo las siguientes características:

- Deben ser resistentes a los rayos UV y resistentes a la oxidación.
- Posibilidad de instalar etiquetas en la parte delantera.
- Proveer los medios para su bloqueo tales como candados y tornillo con cabeza pentagonal acero inoxidable.
- Dimensiones mínimas: 30" de altura, base de la tapa superior 15" x 15" x 15", altura de la base 15", profundidad de entierro 12".
- A lo interno del pedestal debe construirse una base de 100 mm de espesor donde sobresalen 100 mm los PVC secundarios, una vez cableado deberán ser sellados con espuma así evitando el ingreso de agua hacia la tubería.



Los circuitos de alumbrado público pueden compartir la trinchera secundaria, pero deberán llevar canalización exclusiva para alumbrado público.

La distancia máxima permitida de conductor secundario será de 80 metros y de acometidas será de 50 metros. El uso de distancias mayores se permite siempre que quede demostrado en la memoria de cálculo que se cumple con los requisitos de caída de tensión y tensión de jalado.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

7.4 Canalizaciones coincidentes

Para el caso en que sea necesario el uso de canalizaciones coincidentes, las dimensiones no deben ser menores a las que se indican para cada caso individual. Ver figuras correspondientes.

Las cajas y fosas de llegada de dichos circuitos deben ser detalladas para un adecuado acople entre estas y la canalización.

En cajas de registro primario se permite la entrada y derivación de circuitos secundarios siempre que se cumpla con las dimensiones mínimas establecidas y que dichas cajas no se ubiquen en la calle.

Cuando se de la coincidencia de sistemas eléctricos con telecomunicaciones, el Instituto Costarricense de Electricidad establece en se “Reglamento para Instalaciones de Telecomunicaciones en Urbanizaciones (RITU)” lo siguiente:

“La separación de los ductos para Telecomunicaciones con respecto a otros servicios, deberá ajustarse a lo indicado en la siguiente tabla”

Tabla 1. Distancias mínimas entre cables telefónicos con líneas eléctricas

Línea eléctrica	Separación mínima (m)
De 0 a 700 V	0,30
De 700 a 7000 V	0,50
De 7000 a 60000 V	0,60
De 60000 V en adelante	0,90

7.5 Bases de concreto para instalación de equipos

Todo equipo que se instale sobre el nivel de piso, deberá contar con una base de concreto armado con un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, cuyas dimensiones dependerán del equipo a instalar. La altura de la base sobre el nivel de piso terminado no debe ser menor a 100 mm.

Donde se instale un equipo (transformadores, interruptores, y demás) se deberá construir una fosa que permita, dejar reserva de cables, operar y manipular los mismos.

Se deben generar los detalles correspondientes para equipos que se ubiquen en su totalidad o de manera parcial en la acera o calle, ya que la resistencia mecánica de las tapas y paredes superiores debe ser superior.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

7.6 Cables directamente enterrados

No se permite ningún caso.

7.7 Señalización en sitio

Debe de etiquetarse con cinta de vinilo para uso de intemperie, reflectada, resistente a altas temperaturas. Debe de mencionar la siguiente leyenda, según corresponda:

Para cables de media tensión ó baja tensión:

Deberá de indicar la letra correspondiente:

- A: Fase 1
- B: Fase 2
- C: Fase 3
- N: Neutro

En el caso de poste de transición a transformador, agregar:

De PT (Localización) a TR#

En el caso de poste de transición a seccionadora, agregar:

De PT (Localización) a SEC#

En el caso de seccionadora a transformador, agregar:

De SEC# a TR#

En el caso de transformador a transformador, agregar:

De TR# a TR#



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

En el caso de transformador a pedestal secundario, agregar:

De TR# a PS#

En el caso de pedestal secundario a pedestal de medición, agregar:

Sal de PS# a PM#

Ejemplo: (A de TR# a TR#) ; (C de SEC# a TR#) ; (B de TR# a PS #)

Para equipos pedestales (Uso Externo):

Seccionadoras	SEC #, # VÍAS
Transformadores	TR#, #KVA
Recloser	REC (Nombre del Proyecto)
Pedestales secundarios	PS #, LOTES #, #, #, #,

Cajas de Registro:

Caja de registro:	CRP #
Fosa de transformador	FT#
Cajas de derivación (seccionadora)	CSEC#

8 Disposiciones generales de la red

La red de distribución en media tensión deberá estar diseñada bajo configuración en anillo.

Toda derivación deberá hacerse desde una seccionadora, cumpliendo las siguientes condiciones:

- La carga a instalar sea superior a 50 KVA monofásicos ó trifásicos.
- Deberán crearse un sub-anillo de la vía que sale de la seccionadora.

Se aceptará el uso de las regletas de derivación, cuando se cumplan las siguientes condiciones:



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

- La carga instalada sea igual ó menor a 50 KVA.
- Para uso de servicios generales y de alumbrado público.
- En sistemas de media tensión de conexión monofásica.

Coopeguanacaste R.L. se reserva el derecho de establecer las condiciones para el desarrollo de redes monofásicas, basados en condiciones de carga instalada, desbalance de fases y cualquier otro aspecto técnico que se considere necesario.

La topología de la red debe considerar que no existan cargas monofásicas en medio de conductores que ven cargas trifásicas, lo anterior con respecto a transformadores.

La regulación de voltaje tanto en media como baja tensión deberá cumplir con lo establecido por ARESEP en su norma técnica AR-NTCVS "CALIDAD DE VOLTAJE DE SUMINISTRO"

Las derivaciones de circuitos secundarios o de acometidas, se podrán realizar desde los terminales secundarios del transformador o dentro de los pedestales secundarios, utilizando regletas de derivación secundarias para uso sumergible.

Para redes secundarias la capacidad estará limitada a transformadores de 100KVA monofásicos y de 112KVA para trifásicos.

Los circuitos de baja tensión monofásicos operarán a 120/240 voltios, tres hilos y los trifásicos serán de cuatro hilos conexión en estrella.

El calibre máximo a utilizar en redes secundarias será de 250 MCM Cu, 4 ramales máximo de cada transformador.

El neutro deberá aterrizarse en todo equipo de transformación, derivación (media y baja tensión), empalmes.

En fosas que contengan equipo sumergible (regletas de derivación, llaves seccionadoras y otros equipos de múltiples salidas, etc.), se deberá utilizar una barra de cobre sólido, sobre la longitud mayor de la fosa, montada sobre aisladores plásticos contra las pared interna de la fosa, en esta barra, se generalizarán todos los puntos de puesta a tierra de los elementos (pantallas de los cables, codos, tanques, estructuras metálicas y la conexión de la puesta a tierra de las varillas). Las dimensiones mínimas de la barra serán 76.2 mm. de ancho por 6.35mm. de espesor, el largo será variable según las dimensiones interiores de la fosa.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Las caídas de tensión en el transformador, registros, en los puntos más lejanos de cada circuito y en las acometidas, cumplirán con la reglamentación establecida por ARESEP en su norma técnica de "Instalación y equipamiento de acometidas eléctricas".

El neutro de todas las pantallas en los cables de media tensión, neutro en el lado secundario del transformador y puestas a tierra de pararrayos, se deberá conectar y generalizar en un punto común en el tanque del transformador. De este punto se deberá conectar a la malla de tierras dentro de la fosa.

9 Transformadores

Coopeguanacaste RL le dará el mantenimiento a los transformadores de hasta 75 kVA, inclusive, para transformadores trifásicos y 100 kVA para monofásicos, inclusive, los de mayor capacidad serán responsabilidad del propietario.

9.1 Transformadores trifásicos tipo pedestal

Deberán ser de frente muerto tanto en el lado primario como en el lado secundario, cumplir con las normas ANSI C57.12.00 y cualquier otra característica particular que se indique. Los transformadores serán diseñados para operación tipo lazo, altitud hasta 600 m.s.n.m. (Para transformadores que se instalen en alturas superiores, se debe especificar la altura de operación en el pedido) y humedad relativa de 95%. Se aceptarán únicamente transformadores nuevos.

Características eléctricas particulares

Frecuencia

La frecuencia de operación será 60 Hz.

Fases

Número de fases: tres Potencias aceptadas

Las potencias normalizadas en kVA serán las siguientes: 75,112.5, 150, 225, 300, 500, 750, 1000, 1500. Con enfriamiento natural tipo OA.

Voltajes nominales

Los voltajes nominales para media tensión serán: 24.940 Grd Y / 14.400 voltios y para el lado de baja tensión serán 120/208 o 277/480 voltios.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Conexiones

Las conexiones de alta y baja tensión deben ser en estrella sólidamente aterrizada, a través de los terminales designados como Ho y Xo, estos a su vez serán aterrizados firmemente por medio de láminas de cobre flexible al tanque.

Núcleo

El núcleo deberá quedar eléctricamente conectado al tanque y deberá ser construido de 4 o 5 columnas. Con los documentos de entrega del transformador se debe aportar certificación del fabricante que cumpla con lo anterior.

Corriente de excitación

La corriente de excitación no deberá ser mayor del 1,5 % de la corriente nominal.

Derivaciones (taps)

Los transformadores deberán tener cinco derivaciones en el lado de media tensión, enumeradas de 1 a 5, en la posición No. 3 el transformador suministrará el voltaje nominal, las otras posiciones superiores e inferiores ofrecerán una variación de ± 2.5 % por posición del voltaje nominal (+-5% TOTAL).

Impedancia

La Impedancia deberá estar comprendida entre el rango de 3 al 6 %, medida a corriente y frecuencia nominales, de acuerdo a las diferentes capacidades.

Requerimientos para transformadores tipo lazo

Todos los componentes para funcionamiento en lazo deben ser operables bajo carga, capaces de soportar una corriente primaria permanente mínima de 200 Amperios y tener una capacidad de cortocircuito de 10 kA. durante 10 ciclos.

Seccionamiento

Con el fin de obtener seccionamiento ya sea del transformador o del lazo, este deberá ser provisto con un seccionador tipo T (LBOR - Loadbreak Oil Rotary) con las siguientes características eléctricas:

- a) Número de posiciones: 4
- b) Voltaje máximo de operación: 25 kV.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

- c) Corriente nominal máxima: 200 A.
- d) Corriente momentánea RMS simétrica: 10 kA.
- e) El seccionador tipo LBOR deberá ser operable desde el exterior bajo carga, mediante una manija de operación o con pértiga.

Terminales primarios y secundarios

Deberán venir con seis terminales en alta tensión (Bushing integral) y cuatro en el lado de baja tensión, la designación de los terminales primarios deberá ser: H1A, H2A, H3A - H1B, H2B, H3B, y los secundarios X1, X2, X3, además para aterrizamiento y conexión de neutro Ho-Xo.

Pérdidas

Las pérdidas totales del transformador serán la suma de las pérdidas al 100 % de carga (Pc) y las pérdidas al vacío (Pv). Deberán ser presentadas por el fabricante en el protocolo de pruebas (corregidas a 85 C°) y no superar los valores indicados en la tabla 2.

Tabla 2. Valores Admisibles de Pérdidas de Potencias en transformadores trifásicos

Potencias (KVA)	Pérdidas sin carga (Pv) (W)	Pérdidas con carga (Pc) (W)	Pérdidas totales (W) 85 °C
75	195	780	975
150	330	1320	1650
225	450	1800	2250
300	600	2400	3000
500	900	3600	4500
750	1200	4800	6000
1000	1600	8000	9600
1500	2100	12600	12600

Se aplicarán a esta tabla los valores de tolerancia establecidos en la norma ANSI/IEEE C57.12.00.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Nivel básico de impulso (BIL)

Para media tensión, deberá ser 125 kV BIL y en el lado de baja tensión será de 30 kV, ambos son valores mínimos.

Temperatura

El transformador debe ser diseñado para que opere a una temperatura ambiente máxima de 40 °C.

Elevación por carga

La elevación promedio de temperatura en los devanados no debe exceder los 65° C sobre la temperatura ambiente y la máxima elevación de temperatura no deberá exceder los 80 °C sobre la temperatura ambiente. El detalle de los límites bajo los cuales se rigen estas elevaciones de temperatura, estarán de acuerdo a la norma ANSI /IEEE C57.12.00 2000 (o última revisión).

Elevación por cortocircuito

La temperatura del material conductor bajo cortocircuito no debe exceder los 250 °C para conductor de cobre y 200 °C. para el conductor aluminio.

Requerimientos de cortocircuito

Los transformadores deben ser diseñados para resistir corrientes de cortocircuito de acuerdo a la norma ANSI/IEEE C.57.109-1993 o última revisión.

Aceite aislante

El aceite aislante deberá ser nuevo, con aditivos inhibidores tipo II, de origen mineral y cumplir con los requerimientos de la norma ASTM D3487-1988 o última revisión. Como alternativa se podrán aceptar aceites de origen vegetal del tipo biodegradable, similar al Envirotemp FR3, que cumplan con las normas de ASTM, referentes a las pruebas eléctricas, físicas, químicas, térmicas y ambientales de la SM 5210 B, EPA OPPTS 835.3100, OECD G.L.,203

Material de los devanados

El conductor del devanado primario deberá ser de cobre, el conductor del devanado de bajo voltaje podrá ser de cobre o aluminio siempre que cumpla con los requerimientos antes establecidos.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Protecciones

Los transformadores deben tener por cada fase dos fusibles conectados en serie y debidamente coordinados entre sí. Ambos fusibles deben estar sumergidos en aceite en el interior del tanque, a continuación se describen sus características:

- Fusible de expulsión "FE" de doble elemento tipo bayoneta (dual sensing) de operación interna; reemplazable exteriormente por medio de pértiga.
- Fusible limitador de corriente "FLC" de arena plata de rango parcial.

Características mecánicas

Construcción: El transformador de pedestal deberá ser construido en su totalidad en acero inoxidable tipo AISI 304. Los compartimentos deben ser separados por una barrera de metal en el caso de diseño de dos puertas y cumplir con lo estipulado en norma ANSI C57.12.28-1988 o última revisión, la cual contempla aspectos de diseño y seguridad en la construcción de gabinetes, para lo que se deben cumplir las siguientes pruebas:

- a) Prueba de palanca.
- b) Prueba de intento de introducción de un alambre.
- c) Prueba de tirado.
- d) Prueba de operación.

Compartimentos: Los compartimentos de media y baja tensión deben estar lado a lado del tanque del transformador. Visto de frente las terminales de media tensión deberán estar a la izquierda y las de baja tensión a la derecha. El acceso al compartimento de media tensión sólo podrá ser posible hasta que se haya abierto la puerta del compartimento de baja tensión. Debe tener al menos un cerrojo adicional que deba ser removido antes de abrir la puerta del lado de media tensión. Cuando la puerta del compartimento de baja tensión es de diseño de panel plano, ésta debe tener tres puntos de cierre con un accesorio de bloqueo manual. Las bisagras, pines, varillas y demás componentes de bloqueo deberán, ser de un material resistente a la corrosión equivalente al tipo 304 AISI. El tanque del transformador y los compartimentos deben ser construidos de tal manera que estando las puertas cerradas y bloqueadas limiten el desmontaje, ruptura y la entrada de cualquier tipo de objeto en los compartimentos. La manija de la puerta debe ser construida de un



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

material no quebradizo ni deformable, además debe de proveer los medios para su bloqueo tales como candados y tornillo con cabeza pentagonal.

Puertas: Deben ser de suficiente tamaño para proveer una adecuada operación del equipo y brindar el suficiente espacio cuando se esta trabajando en la unidad. Las puertas deben ser equipadas con fijadores para cuando estén en la posición de abiertas o diseñadas para traslado manual (tipo desmontable). El borde inferior de los compartimentos debe ser construido de tal manera que permita el uso de anclajes (sujetadores), accesibles únicamente por la parte interior de la unidad.

Los puntos para el izaje deben ser colocados para proveer un balance distribuido para un levantamiento en dirección vertical de todo el transformador completamente armado. Además debe tener un factor de seguridad de levantamiento igual o mayor a 5. La abertura mínima en el fondo del gabinete para la entrada de cables debe ser de 540 a 560 mm de ancho por todo el largo del fondo.

Deberá contar con los siguientes accesorios como mínimo:

- a) Válvula de alivio de presión (Referencia Qualitrol 202-032-01).
- b) Válvula de llenado de nitrógeno
- c) Termómetro (Referencia Qualitrol 151-010-01).
- d) Indicador o visor de nivel de aceite (Referencia Qualitrol 020-029-01).
- e) Llave de drenaje y toma de muestras de aceite de 2.54 cm (1 pulg) NPT.
- f) Cambiador de derivaciones (taps)
- g) Seccionador de 4 posiciones LBOR



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Conectores y terminales: Los conectores de media tensión deben ser del tipo (bushing) integral para 25 kV, con capacidad de operación bajo carga de 200 amperios. Los terminales de baja tensión transformadores hasta 500 kVA, serán del tipo espiga (stud), previstos para utilizar con llaves tipo allen, de uso obligatorio en redes secundarias, las características de rosca y dimensiones que se indican en la tabla que a continuación se presenta; para transformadores de 750 a 1500 kVA se deben usar conectores tipo paleta (*) de cobre estañado rectangular plana de 6 o 10 huecos, dependiendo de la potencia de la unidad.

Tabla 3. Dimensiones de espiga en los terminales de baja tensión de transformadores trifásicos

Rango (KVA)	Tamaño de Rosca (mm)	Longitud Mínima(mm)
75-150	15.875(5/8 pulg) - II UNC-2 ^a	31,75
225-300	25,4(1 pulg) 14 INS-2 ^a	44,45
500	31,75(1 ¼ pulg) 12 UNF-2 ^a	66,54

(*) Para el terminal tipo paleta, será necesario colocar elementos aislantes, tales como mangas o cobertores termocontraíbles o contraíbles en frío, con el fin de poder mantener durante todo momento un lado secundario de “frente muerto”.

El terminal de baja tensión (Xo) para el neutro debe ser completamente aislado con un enlace a tierra en la superficie exterior del tanque mediante láminas de cobre. Todos los accesorios de conexión de media tensión citados anteriormente, deben ser construidos de acuerdo a la norma IEEE 386-1985 o última revisión.

Placa de datos: La placa de datos debe ser colocada en el compartimiento de baja tensión, debe poder ser leída aún con los cables en su lugar, construida con acero inoxidable o aluminio, resistente a la corrosión y colocada en una parte no removible del transformador. Deberá contener la información descrita en las placas tipo A o B de ANSI en función de su potencia y de acuerdo al estándar ANSI / IEEE .57.12.00-2000 o última revisión.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Tanque: El tanque y la tapa del transformador deberán ser construido en acero inoxidable 304 AISI o similar y deberá ser lo suficientemente fuerte para resistir presiones de 50 kPa sin deformación permanente y 105 kPa sin ruptura o daño del gabinete de seguridad. El tanque debe estar provisto con conectores para aterrizamiento de ½ pulgadas (127 mm). A 13 UNC y una profundidad de 11,11 mm. como mínimo. Los receptáculos (roscas) de los conectores deben ser soldados al tanque, una en el compartimiento de baja tensión y otra en el de media tensión. Deberán proveerse y venir instalados sus respectivos conectores para aterrizar las pantallas de los cables, estos conectores deberán quedar cerca de la base del transformador cada uno debajo de la entrada y salida del lado de los aisladores (bushing) de alta, además un conector adicional en el compartimiento de baja tensión. El tanque y los compartimentos deberán tener un recubrimiento anticorrosivo de pintura epoxibituminosa color verde Munsell 7GY 3.29/1.5. y debe ser realizado en tres etapas:

- Limpieza química y pretratamiento
- Colocación de base epóxica por efecto de electrodeposición.
- Colocación de capa final de poliuretano.

Preservación de aceite: El transformador debe ser de construcción de tanque sellado y llenado con un volumen constante de nitrógeno por medio de una válvula similar al tipo Schrader con el fin de aislar el aceite dieléctrico de la atmósfera y a la vez desplazar el posible oxígeno que se encuentre dentro del tanque y así evitar la acción de humedad. *Almacenamiento e Instalación*

Almacenamiento: El transformador deberá ser almacenado, transportado e instalado en una posición normal tal y como fue diseñado y construido, o sea con la base del mismo en posición horizontal con respecto a un piso nivelado.

Instalación: El equipo fabricado bajo esta especificación debe ser instalado en áreas donde: La operación de los codos, pararrayos, el seccionador de cuatro posiciones (LBOR) y fusibles, será mediante una pértiga, se debe dejar espacio suficiente entre el frente muerto y la pared más cercana, para realizar la operación correspondiente.

Espacio suficiente para la instalación y reemplazo mediante el uso de equipos (grúas, montacargas, etc.).



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Pruebas

Las pruebas en fábrica deben ser hechas de acuerdo a la norma ANSI/IEEE C.57.12.90-1999 o última revisión, las mismas serán presentadas a Coopeguanacaste R.L. por el fabricante en el protocolo de pruebas.

Pruebas de rutina

- Relación de transformación
- Polaridad
- Pérdida sin carga y corriente de excitación
- Pérdida 100 % de carga
- Tensión aplicada a 60 Hz.
- Tensión inducida
- Impulso
- Hermeticidad
- Resistencia de los devanados
- Factor de potencia aislamientos
- Impedancia
- Regulación
- Aceite dieléctrico

Pruebas de diseño

- Medición de resistencia en todas las derivaciones
- Impedancia y pérdidas
- Elevación de temperatura
- Impulso
- Nivel de ruido
- Presión

Otras

- Aplicación de voltaje en corto circuito y pérdidas con carga.
- Voltaje de radio interferencia



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

- Factor de potencia de aislamiento
- Resistencia de aislamiento
- Capacidad de cortocircuito

Las pruebas de rutina deberán ser certificadas por el fabricante para cada unidad, las pruebas de diseño u otras pruebas podrán ser solicitadas a pedido especial. La tolerancia y precisión de cada una de las mediciones será regido por lo estipulado en la norma C.57.12.00-2000 o última revisión y C.57.12.90-última revisión.

Garantía

Cada unidad deberá contar con una garantía certificada por fabricante o propietario de dos años como mínimo, cubriendo cualquier defecto o daño debido a mala calidad de materiales o de fabricación.

Normativa

Estas especificaciones están basadas en las normas ANSI/IEEE C57.12.00 "Distribution, Power and Regulating Transformers" por lo tanto, cualquier duda, omisión o ambigüedad será aclarada en función de lo establecido por dicho estándar en sus diferentes capítulos.

Niveles de ruido permisibles.

Tabla 4. Niveles de Ruido en transformadores trifásicos

Potencia (kVA)	Nivel de ruido promedio (dB) 35 kV
75	51
150	55
225	55
300	55
500	56
750	57
1000	58
1500	60



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

9.2 Transformadores monofásicos tipo pedestal

General

Deberán ser de frente muerto tanto en el lado primario como en el lado secundario, tipo lazo, cumplir en todos sus extremos con las normas ANSI C57.12.00 y cualquier otra característica particular que se indique. Los transformadores serán diseñados para operación externa con enfriamiento natural (OA), la altitud máxima de 600 m.s.n.m. y humedad relativa de 100%. Se aceptarán únicamente transformadores nuevos.

Temperatura

El transformador debe ser diseñado para que opere a una temperatura ambiente máxima de 40 °C. y la temperatura promedio del aire de enfriamiento por un período cualquiera de 24 horas no debe exceder los 30 °C, para una humedad relativa del 100%.

Características eléctricas

Frecuencia

La frecuencia de operación será 60 Hz.

Fases y Polaridad

Una fase y con polaridad sustractiva.

Rangos de potencias

Las potencias normalizadas son: 25, 50, 75, 100, 167 kVA.

Tensiones nominales de operación

El voltaje nominal para media tensión será de 14.400 Voltios y para baja tensión será 120/240 Voltios.

Corriente de excitación

La corriente de excitación no deberá ser mayor de 1,5 % de la nominal.

Conexiones

La conexión en media tensión deberá ser en el bobinado primario de fase a tierra. La conexión en baja tensión debe ser de uno o dos bobinados secundarios con tres derivaciones, para un servicio monofásico trifilar.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Componentes para funcionamiento en lazo

Todos los componentes para funcionamiento en lazo deben ser operables bajo carga, capaces de llevar una corriente permanente de 200 A y tener una capacidad de cortocircuito de 10 kA, durante 10 ciclos.

Seccionamiento

Con el fin de obtener seccionamiento ya sea del transformador o del lazo, este deberá ser provisto con un seccionador tipo T (LBOR - Loadbreak Oil Rotary) con las siguientes características eléctricas:

- Número de posiciones: 4
- Voltaje máximo de operación: 25 kV.
- Corriente nominal máxima: 200 A.
- Corriente momentánea RMS simétrica: 10 kA.
- El seccionador tipo LBOR deberá ser operable desde el exterior bajo carga, mediante una manija de operación con pértiga.

Derivaciones (taps)

Los transformadores deberán tener cinco derivaciones en el lado de media tensión, enumeradas de 1 a 5, en la posición No. 3 el transformador suministrará el voltaje nominal, las otras posiciones superiores e inferiores ofrecerán una variación de ± 2.5 % por posición del voltaje nominal(+5% total).

Marcación de terminales

La marcación de las terminales primarias deberá ser: **H1A y H1B**, las secundarias **X1, X2, X3 y X0**.

Impedancia

La impedancia medida a corriente nominal, frecuencia y temperatura corregida a 85°C, deberá estar entre un rango de 2 a 4 %, de acuerdo a las potencias nominales establecidas.

Nivel básico de impulso (BIL)

Para media tensión, deberá ser 125 kV BIL y en el lado de baja tensión será de 30 kV, ambos son valores mínimos.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Elevación de temperatura

Por carga

La elevación promedio de temperatura en los devanados no debe exceder los 65°C sobre la temperatura ambiente y la máxima elevación de temperatura, no deberá exceder los 80 °C sobre la temperatura ambiente, según lo establecido por ANSI/IEEE C57.12.00-2000.

Por cortocircuito

La temperatura del material conductor bajo cortocircuito no debe exceder los 250°C para conductor de cobre y para aluminio no debe exceder a los 200 °C.

Requerimiento de cortocircuito

Los transformadores deben ser diseñados para resistir corrientes de cortocircuitos de acuerdo a la norma ANSI / IEEE C.57.109-1993, vigente a su última revisión.

Aceite aislante

El aceite aislante deberá ser nuevo, con aditivos inhibidores tipo II, de origen mineral y cumplir con los requerimientos de la norma ASTM D3487-1988. Como alternativa se podrán aceptar aceites de origen vegetal del tipo biodegradable, similar al Envirotemp FR3, que cumplan con las normas de ASTM, referentes a las pruebas eléctricas, físicas, químicas, térmicas y ambientales de la SM 5210 B, EPA OPPTS 835.3100, OECD G.L.,203.

Material de los devanados

El conductor de los devanados en media tensión deberá ser cobre o aluminio, en baja tensión podrá ser de cobre o aluminio.

Protecciones

Los transformadores deben tener por fase dos fusibles conectados en serie y debidamente coordinados entre si. Ambos fusibles deben estar sumergidos en aceite en el interior del tanque los cuales se describen a continuación:

- Fusible de expulsión "FE" de doble elemento tipo bayoneta (dual sensing) de operación interna que puede ser reemplazado exteriormente por medio de una pértiga.
- Fusible limitador de corriente "FLC" de arena plata de rango parcial.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Características mecánicas

El transformador de pedestal deberá ser construido en su totalidad en acero inoxidable tipo 304 AISI. Los compartimentos deben ser separados por una barrera de metal en el caso de diseño de dos puertas y cumplir lo estipulado en norma ANSI C57.12.28-1988. Se deberá contemplar aspectos de diseño y seguridad en la construcción de gabinetes, para lo cual deberá cumplir las siguientes pruebas:

- a) Prueba de palanca.
- b) Prueba de intento de introducción de un alambre.
- c) Prueba de tirado.
- d) Prueba de operación.

Compartimientos

Los compartimentos de media y baja tensión deben estar lado a lado del tanque del transformador. Visto de frente los terminales de media tensión deberán estar a la izquierda y las de baja tensión a la derecha. El acceso al compartimiento de media tensión sólo podrá ser posible hasta que se haya abierto la puerta del compartimiento de baja tensión. Debe tener al menos un cerrojo adicional que deba ser removido antes de abrir la puerta del lado de media tensión. Cuando la puerta del compartimiento de baja tensión es de diseño de panel plano, ésta debe tener tres puntos de cierre con un accesorio de bloqueo manual. Las bisagras, pines, varillas y demás componentes de bloqueo deberán ser de un material resistente a la corrosión equivalente o similar al tipo 304 AISI. El tanque del transformador y los compartimentos deben ser construidos de tal manera que estando las puertas cerradas y bloqueadas limiten el desmontaje, ruptura y la entrada de cualquier tipo de objeto en la parte interna de terminales y conexiones. La manija de la puerta debe ser construida de un material no quebradizo ni deformable, además debe de proveer los medios para su bloqueo tales como candado y tornillo con cabeza especial de 5 lados.

Puertas

Deben ser de suficiente tamaño para proveer una adecuada operación del equipo y brindar el suficiente espacio cuando se esta trabajando en la unidad. Las puertas deben ser equipadas con fijadores para cuando estén en la posición de abiertas o diseñadas para traslado manual (tipo



**Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.**

desmontable). El borde inferior de los compartimentos debe ser construido de tal manera que permita el uso de anclajes (sujetadores), accesibles únicamente por la parte interior de la unidad. Las gasas de izajes deben ser colocadas para proveer un balance distribuido para un levantamiento en dirección vertical de todo el transformador completamente armado. Además debe ofrecer un factor de seguridad mecánico de levantamiento de 5. La abertura mínima en el fondo del gabinete para la entrada de cables debe ser de 520 mm. a 540 mm. de ancho por todo el largo del gabinete. Deberá contar con los siguientes accesorios como mínimo:

- a) Válvula de alivio de presión (Referencia Qualitrol 202-032-01).
- b) Válvula de llenado de nitrógeno.
- c) Termómetro (Referencia Qualitrol 151-010-01).
- d) Indicador o visor de nivel de aceite (Referencia Qualitrol 020-029-01).
- e) Llave de drenaje y toma de muestras de aceite de 2.54 cm (1 pulg) NPT.
- f) Cambiador de derivaciones

Conectores y terminales

Los conectores de media tensión deben ser tipo pasa tapas (bushing) integral con aislamiento para 25 kV, operación con carga 200 amperios mínimo. El tanque debe traer provisto zócalos de descanso (parking stand), uno por cada conector primario. Los terminales de baja tensión, serán del tipo espiga (stud), previstos para utilizar con llaves tipo allen, de uso obligatorio en redes secundarias, Las características de rosca y dimensiones, se indican a continuación:

Tabla 5. Dimensiones de espigas en terminales de baja tensión en transformadores monofásicos

Rango (KVA)	Tamaño Rosca (mm)	Longitud Mínima (mm)
25-167	15,875(0,625 pulg) II UNC-2 ^a	31,75

El terminal de baja tensión (Xo) para el neutro debe ser completamente aislado con un enlace a tierra en la superficie exterior del tanque mediante láminas de cobre. Todos los accesorios de conexión de media tensión citados anteriormente, deben ser construidos de acuerdo a la norma IEEE.386.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Placa de datos

Debe ser colocada en el compartimiento de baja tensión, podrá ser leída aún con los cables instalados en su lugar, construida con acero inoxidable o aluminio, resistente a la corrosión e indeleble y colocada en una parte no removible del transformador. Deberá contener la información descrita en las placas tipo A o B en función de su potencia y de acuerdo al estándar IEEE C.57.12.00-2000.

Preservación de aceite

El transformador debe ser de construcción de tanque sellado, el cual será llenado con un volumen constante de nitrógeno por medio de una válvula de llenado de nitrógeno similar a la tipo Schrader con el fin de aislar el aceite dieléctrico de la atmósfera y a la vez desplazar el posible oxígeno que se encuentre dentro del tanque y así evitar la acción de humedad.

Tanque

El tanque y la tapa del transformador deberán ser construidos en acero inoxidable 304 AISI o similar y deberá ser lo suficientemente fuerte para resistir presiones de 50 kPa sin deformación permanente y 105 kPa sin ruptura o daño en el gabinete de seguridad, con dos previstas para aterrizamiento de ½ pulg (127 mm) 13 UNC y una profundidad de rosca de 11,11 mm. como mínimo. Los conectores deben ser instalados cerca de la base del transformador, uno en el compartimiento de baja tensión y otro en el de media tensión. Además deberán proveerse y venir instalados los respectivos conectores para aterrizar las pantallas de los cables de alta tensión, ubicados debajo de cada entrada o salida del lado de los terminales (bushing) de alta (H1A, H2A y H1B, H2B). El tanque y los compartimentos deberán tener un recubrimiento anticorrosivo de pintura epoxibituminosa color verde Munsell 7GY 3.29/1.5 y debe ser realizado en tres etapas:

- limpieza química y pretratamiento
- Colocación de base epóxica por efecto de electrodeposición
- Colocación de capa final de poliuretano
- Las características de la pintura deben de ser iguales o superiores a las descritas en la norma ANSI C57.12.28-1988.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Almacenamiento e Instalación

Almacenamiento: El transformador deberá ser almacenado, transportado e instalado en una posición normal tal y como fue diseñado y construido, o sea con la base del mismo en posición horizontal con respecto a un piso nivelado.

Instalación: Deberán instalarse en lugares que permitan:

- a) La operación de los codos, pararrayos, seccionador (LBOR) y fusibles mediante una pértiga.
- b) El reemplazo mediante el uso de equipos (grúas, montacargas, etc.).

Además, el equipo fabricado bajo esta especificación debe ser instalado en áreas donde las condiciones ambientales y climáticas no permitan variación en los ángulos de inclinación respecto a la horizontal.

Pruebas

Las pruebas en fábrica deben ser hechas de acuerdo a la norma ANSI/IEEE C.57.12.90-1999 o última revisión, las mismas serán presentadas a Coopeguanacaste R.L. por el fabricante en el protocolo de pruebas.

Pruebas de rutina

- Relación de transformación
- Polaridad
- Pérdida sin carga y corriente de excitación
- Pérdida 100 % de carga
- Tensión aplicada a 60 Hz.
- Tensión inducida
- Impulso
- Hermeticidad
- Resistencia de los devanados
- Factor de potencia aislamientos
- Impedancia
- Regulación



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Pruebas de diseño

- Medición de resistencia en todas las derivaciones
- Impedancia y pérdidas
- Elevación de temperatura
- Impulso
- Nivel de ruido
- Presión

Otras

- Aplicación de voltaje en corto circuito y pérdidas con carga
- Factor de potencia de aislamiento
- Resistencia de aislamiento
- Capacidad de cortocircuito

Las pruebas de rutina deberán ser certificadas por el fabricante para cada unidad, las pruebas de diseño u otras podrán ser solicitadas a pedido especial. La tolerancia y precisión de cada una de las mediciones será regido por lo estipulado en la norma C.57.12.00 y C.57.12.90.

Pérdidas

Las pérdidas totales del transformador (corregidas a 85°C) serán la suma de las pérdidas al 100 % de carga (Pc) y las pérdidas al vacío (Pv). Las cuales deberán ser aportadas por el fabricante en el protocolo de pruebas y no superar los valores indicados en la tabla 6.

Tabla 6. Pérdidas en transformadores monofásicos

kVA	Pérdidas sin carga(Pv) vatios	Pérdidas 100% carga (Pc) vatios	Pérdidas totales(vatios) 85 °C
25	65	260	325
50	110	440	550
75	150	600	750
100	200	800	1000
167	301	1202	1503



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Se aplicarán a esta tabla los valores de tolerancia establecidos por la norma ANSI / IEEE C57.12.00

Garantía

Cada unidad deberá contar con una garantía certificada del fabricante de dos años como mínimo, por defectos o daños debido a mala calidad de materiales o de fabricación.

Normativa

Estas especificaciones están basadas en las normas ANSI/IEEE C57 “Distribution, Power and Regulating Transformers ” por lo tanto, cualquier duda, omisión o ambigüedad será aclarada en función de lo establecido por dicho estándar en sus diferentes capítulos.

9.3 Transformadores monofásicos tipo sumergible

Las variaciones respecto a los transformadores monofásicos tipo pedestal se presenta en las siguientes características.

Construcción

Los componentes tales como: cambiadores de derivaciones, conectores separables, fusibles reemplazables, diseñados para operación una vez que el transformador está en el sitio de funcionamiento y ser localizados en este de tal forma que puedan ser operados desde arriba con el uso de una pértiga. El tanque del transformador, la tapa, y todos los accesorios externos deben ser resistentes a la corrosión. La base del transformador debe ser montada sobre dos barras o algún elemento similar de mínimo 2,54 cm de altura resistente a la corrosión.

Durante la instalación, los accesorios de izaje deben estar permanentemente unidos al tanque y distribuidos de forma simétrica para proveer una distribución balanceada del peso del transformador. Si dichos dispositivos se pueden retirar, entonces no deben dejarse colocados luego de la instalación y deberán ser entregados a Coopeguanacaste para su uso posterior.

El tanque

El tanque deberá ser de acero inoxidable, tipo 304 y lo suficientemente fuerte para resistir presiones de 50 kPa sin deformación permanente y 138 kPa sin ruptura o daño de la unidad. Debe estar provisto de una entrada de 1 plg NPT para la colocación de una válvula de llenado de aceite.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

La tapa debe ser soldada. El interior del tanque debe estar libre de basura, rebaba o cualquier otro material extraño que se deposite en el fondo del tanque o cualquier otra parte del transformador.

9.4 Transformadores trifásicos tipo sumergible

Las variaciones respecto a los transformadores trifásicos tipo pedestal se presenta en las siguientes características.

Construcción

Los componentes como cambiadores de derivaciones, conectores separables, fusibles reemplazables deben ser diseñados para ser operados desde arriba por medio de pértiga. La estructura del equipo debe ser adecuada para colocarse o retirarse de una fosa o bóveda. La base del transformador debe ser montada sobre dos barras o algún elemento similar de mínimo 3,81 cm de altura resistente a la corrosión.

Los accesorios de izaje deben estar permanentemente unidos al tanque y distribuidos de forma simétrica para proveer una distribución balanceada del peso del transformador. Si dichos dispositivos se pueden retirar, entonces no deben dejarse colocados luego de la instalación y deberán ser entregados a Coopeguanacaste para su uso posterior.

Todos los elementos como tapa, paredes y accesorios externos deben ser resistentes a la corrosión. La unidad debe contar con cuatro ganchos adecuados para el levantamiento por medio de cables, estos ganchos deben estar libres de filos o superficies cortantes.

La manija para el mecanismo del cambiador de derivaciones deberá estar en la tapa del transformador con cinco posiciones operables por medio de pértiga.

Deberá contar como mínimo con los siguientes accesorios:

- Válvula de alivio de presión
- Válvula de llenado de nitrógeno
- Indicador de nivel de aceite
- Termómetro



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Tanque

El tanque deberá ser de acero inoxidable, tipo 304 y lo suficientemente fuerte para resistir presiones de 50 kPa sin deformación permanente y 138 kPa sin ruptura o daño de la unidad. Debe estar provisto de una entrada de 1 plg NPT para la colocación de una válvula de llenado de aceite.

La tapa debe ser soldada. El interior del tanque debe estar libre de basura, rebaba o cualquier otro material extraño que se deposite en el fondo del tanque o cualquier otra parte del transformador.

10 Cables

10.1 Cable de media tensión

Se establecen las características técnicas y requisitos de calidad que deben cumplir los conductores de potencia para media tensión, los cuales serán del tipo unipolar con el conductor de cobre o aluminio, bloqueado contra penetración de humedad, material del aislamiento XLP-TR o EPR para un nivel de tensión clase 25 kV, la pantalla metálica estará conformada por hilos de cobre y su cubierta exterior se construirá en polietileno color negro de alta densidad.

Deberán cumplir con las normas internacionales que aquí se indiquen y las especificaciones particulares que se presentarán seguidamente:

- Sección transversal del conductor: 500 MCM, 350 MCM, 250 MCM, 4/0, 1/0 AWG o sus respectivos equivalentes en milímetros cuadrados.
- Material del conductor: Cableado de cobre o aluminio redondo compacto o comprimido.
- Pantalla metálica (neutro): Hilos de cobre o aluminio, 33% en caso de red trifásica balanceada y 100% en caso de red monofásica.
- Aislamiento: **XLP o EPR al 100 %**.
- Pantallas de bloqueo de humedad: Longitudinal y transversal.
- Cubierta protectora exterior: Polietileno de color negro de alta densidad.
- Tipo de conductor: Monopolar.
- Largos estándar de carrete: 800 metros, salvo que se indique otro valor.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

- Proceso de curado: En seco
- Forma de uso: en tubería.
- Se permitirá el uso de cable de aluminio siempre que cumpla con los parámetros establecidos en la memoria de cálculo.
- Cubierta de polietileno lineal de baja densidad, doble cinta bloqueadora de agua o ingreso de humedad.
- Semiconductor exterior aplicado en proceso de triple extrusión simultánea verdadera. El cable de potencia EPR será de 19 H, de cable blando cableado clase B según ASTM B8.

Normas

La fabricación, pruebas de calidad y aceptación deberán cumplir con las normas ICEA S - 93 – 639, vigentes a su última revisión. O en su defecto para calibres dados en mm.² se usará la norma IEC-840.

Construcción

Conductor: Deberá ser fabricado de cobre electrolítico recocido sin estañar o aluminio, cableado redondo compacto o comprimido.

Proceso de construcción de pantallas semiconductoras y aislamiento sobre el conductor con triple extrusión simultánea, se aplicará sucesivamente una capa semiconductor de homogenización interna, el aislamiento y la capa semiconductor de homogenización externa.

Pantalla metálica (Neutro): La pantalla metálica deberá estar conformada por hilos de cobre, con un área de sección equivalente al 100 % de la sección del conductor de fase y podrá ser utilizada como neutro en sistemas monofásicos o trifásicos que alimenten cargas monofásicas. Se aceptarán pantallas metálicas al 33 % de la capacidad del conductor de fase, en caso de que se demuestre que las cargas son trifásicas balanceadas. Si en la carga proyectada existen componentes de cargas no lineales, Coopeguanacaste R.L. se reservará el derecho de aplicar de acuerdo al caso específico, un factor que incremente los calibres tanto de fase como de neutro.

Pantallas de bloqueo contra penetración de humedad: Entre espacios de los alambres del conductor de fase, se aplicará un compuesto bloqueador en forma longitudinal que evite la



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

penetración y migración de agua a lo largo del conductor; dicho compuesto puede ser en forma de cintas o de polvos químicos. Además sobre la pantalla metálica se deberá aplicar un compuesto o cinta bloqueadora para evitar la penetración de humedad en forma radial hacia el aislamiento del conductor.

Cubierta exterior: Sobre la pantalla de bloqueo exterior (radial) se deberá colocar una cubierta de protección exterior de polietileno de alta densidad color negro, con un espesor mínimo de 2 mm.

Curado: El proceso de curado del cable deberá ser en seco, no se aceptarán conductores con curado al vapor, en el protocolo de pruebas el fabricante deberá certificar el proceso de curado que utilizó.

Identificación: Los conductores deberán llevar a lo largo de toda su longitud, una leyenda a intervalos máximos de 50 centímetros con letras en bajo relieve que indique lo siguiente:

Nombre del fabricante

Tipo de aislamiento

Sección del conductor (MCM, AWG o mm²)

Material del conductor (Cu o Al)

Tensión nominal (25 kV)

Año de fabricación

Numeración consecutiva a cada metro

Pruebas de aceptación para el conductor después de Instalado

Una vez instalado el conductor, con sus respectivos terminales, empalmes y accesorios, Coopeguanacaste R.L. realizará y cobrará al interesado pruebas de aceptación donde se verificará:

Aislamiento del conductor:

Específicamente la prueba de aceptación al cable nuevo consiste en aplicar una tensión de corriente directa de 75 KV, incrementándolo en etapas, luego se mantiene al máximo voltaje por un período de 15 minutos, tomando lecturas de corriente cada 3 minutos, por un período de 15 minutos. (Procedimiento establecido en la norma IEEE – 400.

Por medio de la ley de ohm se puede obtener la resistencia efectiva del aislamiento al relacionar el voltaje aplicado con la corriente de conducción observados durante la prueba de alta tensión (Hi-POT).

La resistencia obtenida durante la prueba de alta tensión debe ser mayor en todos los casos que la resistencia mínima teórica de la ecuación siguiente:

$$R = F_T * F_D * K * \log (D/d)$$

Donde:

R = Resistencia del aislamiento en $M\Omega$

K = Constante de aislamiento para el EPR igual a 6100 Mega ohm-km. @ 15.6 °C.

D = Diámetro sobre el aislamiento en milímetros

d = Diámetro bajo el aislamiento en milímetros

F_t = Factor de corrección de Temperatura : $1/3.1 = 0,3226$ (desde 15.6 °C @ 35 °C)

F_d = factor de corrección de distancia : $1000/(\text{largo del cable en metros})$

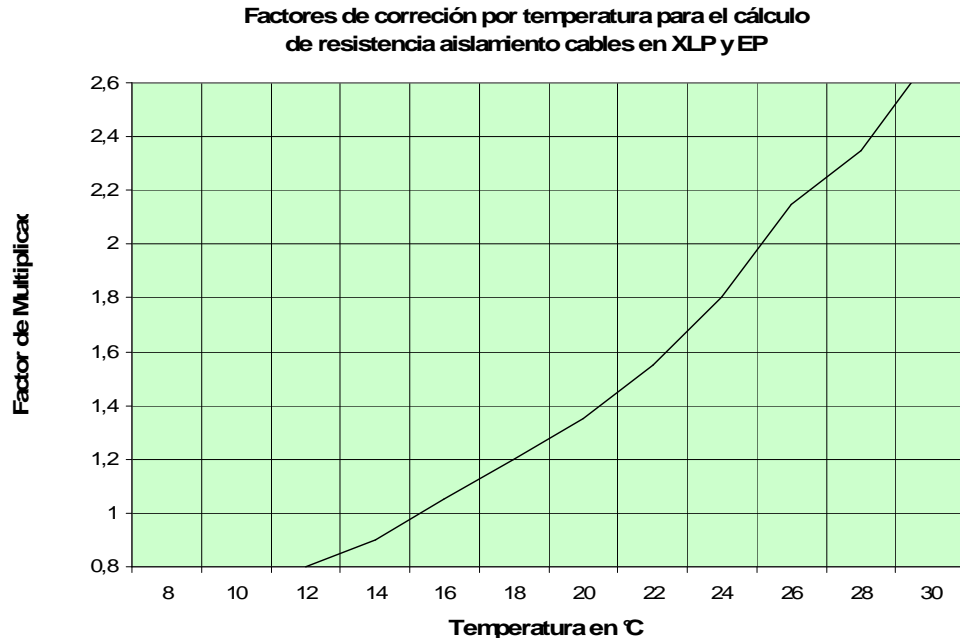


Figura 1. Factores de corrección por temperatura



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Otras condiciones

Condiciones de entrega y traslado de carretes: Cada largo de cable o tramo se entregará en la obra en un carrete separado, identificado como mínimo con la información indicada en el punto "Identificación". Los carretes deberán tener la rigidez mecánica suficiente como para soportar la exigencia del transporte sin que el cable sufra deformaciones u otros daños. Los extremos de cable deberán estar protegidos contra la penetración de humedad, mediante un capuchón termo contráctil. Para calibres iguales o superiores a 250 MCM el constructor debe incluir y utilizar un dispositivo de tracción (perno de tracción) para el jalado del cable.

Garantía: El cable deberá tener una garantía mínima de 2 años.

10.2 Cables baja tensión

General

Se especifica y establece las características técnicas y requisitos de calidad que deben cumplir los cables de baja tensión para uso en instalaciones comerciales, residenciales e industriales, colocados en forma subterránea en ductos, cable tipo unipolar, material cobre suave, con aislamiento termo fijo aislado en polietileno de cadena cruzada (XLPE). El cable deberá ser igual o superior a RHH / RHW – 2 / USE– 2, para tensiones de 0.6 KV y temperatura de operación 90 °C, cumplir con las pruebas según UL-44 y UL-854, o IEC 502 para cables de 0,6/1 kV, clase 2.

Los calibres para el caso de la distribución pública general a usar serán de 120 mm² (250 MCM) para los ramales distribuidores y 35 mm² (2 AWG) o 50 mm² (1/0 AWG) para las acometidas.

Las secciones transversales de los conductores serán diseñadas de acuerdo a las características particulares del proyecto y justificadas en la memoria de cálculo presentada. La empresa distribuidora se reserva el derecho de modificar o corregir los diseños de acuerdo con la normativa establecida por ARESEP, así como el Código Eléctrico (NEC). Además debe cumplir:

- a) Material del conductor: Cobre recocido
- b) Suministro del cable: Monopolar



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Normas

Los cables serán construidos en un todo de acuerdo a la norma IEC 502 o UL. Las temperaturas máximas en el conductor en condiciones de operación normal, de emergencia y de cortocircuito serán las exigidas en las normas IEC 502 o U.L.

Pruebas y condiciones de instalación

Las pruebas deberán estar de acuerdo a las normas IEC o U.L.

Los circuitos de baja tensión monofásicos operarán a 120/240 voltios, tres hilos y los trifásicos serán de cuatro hilos conexión en estrella.

Los circuitos tendrán una configuración radial, ya sea con conexión en regleta o en armario y como máximo saldrán cuatro ramales de cada transformador.

Las caídas de tensión en el transformador, registros, en los puntos más lejanos de cada circuito y en las acometidas, deberán cumplir con la reglamentación establecida por ARESEP en la norma AR-NTCVS-2002 "Calidad del voltaje de suministro".

El neutro en el lado secundario del transformador o en la carcasa del equipo que se trate y en las puestas a tierra de los pararrayos, se deberá conectar y generalizar en un nodo común en el tanque del transformador. De este punto, se deberá conectar dentro de la fosa a la malla de tierras.

11 Tensiones de jalado

Las tensiones de jalado se pueden determinar haciendo uso de las siguientes fórmulas:

Tensión de jalado en sección recta:

$$T = T_{in} + lW\mu$$

Tensión de jalado en sección curva:

$$T = T_{in} e^{\mu\theta}$$

Donde:

T: Tensión de salida.

T_{in}: Tensión de entrada.

L: Longitud de la sección recta.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

W: Peso del cable por unidad de longitud.

μ : Coeficiente de fricción.

θ : ángulo de la curva.

e: Base del logaritmo natural.

Se debe de asegurar que en ningún tramo de la red, se sobrepase las tensiones máximas de jalado de los cables. Para ello se puede hacer uso de la siguiente fórmula:

$$T_m = T * n * A$$

Donde:

T_m : Tensión máxima permisible, en kg

T: Tensión, en kg/mm², para material de que se trate (7.0 para el cobre).

n: Número de conductores.

A: Área de cada conductor en mm².

12 Equipos de protección y accesorios

12.1 Equipos de protección y seccionamiento

Los sistemas de protección y seccionamiento para las redes de distribución subterráneas serán los siguientes:

- a) Cortacircuitos o equipos de seccionamiento en la línea.
- b) Interruptor de media tensión para redes subterráneas (Llave Seccionadora)
- c) Pararrayos
- d) Recloser

Características y especificaciones técnicas de cada protección:

Cortacircuitos

Voltaje nominal de operación: 14.4 / 24.9 kV.

Voltaje máximo: 27 kV.

Nivel Básico de Impulso (mínimo): 125 kV. (BIL)

Capacidad interruptiva (mínimo): 12 kA. Simétricos

Capacidad nominal mínima (amperios): 100 A operable bajo carga con cámaras de extinción de arco



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Normas: ANSI C. 37 40, C. 37 41 C.37 42 y NEMA 5G-2

Los cortacircuitos deben indicarse en el plano de red eléctrica y en el diagrama unificar con la simbología correspondiente.

Interruptor (llave seccionadora)

Descripción General:

Interruptor para la protección y seccionamiento (al vacío o bajo carga) tipo pedestal o sumergible, de frente muerto. Este equipo consiste en un tanque hermético lleno de alguno de los siguientes dieléctricos:

- Gas hexafluoruro de azufre (SF6) a baja presión
- Dieléctricos sólidos

La protección de corto circuito deberá disponer de un relevador de sobre corrientes del tipo estado sólido, con capacidad para ser programado en el sitio a través de un teclado o por medio de una micro computadora. Deberá tener los dispositivos para la medición, operación e interrogación remota por medio del sistema SCADA que sea compatible con el software utilizado por Coopeguanacaste R.L.

Normas

Deberá cumplir con las normas de acuerdo a última revisión:

ANSI / IEEE C.37.60 - C.37.63 - C.37.71 – C.37.72 – C 37. 73 57.12.28 ANSI / IEEE 386 ASTM D 2472 IEC 56 – IEC 265 – 1

Características particulares

Voltaje nominal: 25 kV

Voltaje de operación máximo: 27 kV

Tensión aplicada en 1 minuto: 50 kV

Nivel básico de impulso mínimo: 125 kV.

Capacidad de corriente en servicio continuo en barras: 600 A

Capacidad de maniobra con carga: 200 A

Frecuencia: 60 Hz

Medio aislante: SF6 o dieléctricos sólidos.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Medio de interrupción: Cámara de vacío

Apertura y cierre automatizado: Entradas o salidas con alternativa motorizada, de acuerdo con lo que Coopeguanacaste R.L. especifique en forma particular para cada uso.

Puesta a tierra de contactos: los interruptores deberán ser de tres posiciones en los contactos: abierto, cerrado y aterrizado.

En el caso de los equipos con aislamiento sólido se permite que los interruptores sean UNICAMENTE de dos posiciones: abierto y cerrado.

Bloqueo mecánico: No deberá permitir llevarlo a la posición de tierra si está energizado o viceversa.

Capacidad interruptiva mínima: 12 kA Simétricos

Material del tanque: Acero inoxidable tipo AISI 304. Los de tipo pedestal serán pintados de color verde oliva, similar a Munsell 7.0GY3.29/1.5.

Boquillas o insertos: Cooper-RTE, Elastimold o compatibles con estos.

Indicación de estado visible por medio de ventanas, que permitan verificar la posición de contactos para cada fase tanto de entradas como de salidas. : Abierto-Cerrado-Aterrizado

Indicador de presión de gas SF6: Debe traer un manómetro con indicación en colores, para la operación segura del equipo.

Válvula de sobre presión: Deberá disponer de una válvula la cual en caso de que la presión interna sobrepase el valor máximo de seguridad, alivie la presión y elimine el riesgo de explosión.

Especificaciones de control

Las entradas o salidas que deban tener protección requieren de un relevador de sobre corriente construido con tecnología basada en microprocesadores, programable directamente en el sitio por medio de una computadora personal o por teclado, dicho control será tipo III. Las curvas de operación tiempo-corriente deberán ser del tipo tiempo inverso, extremadamente inverso o instantáneas con capacidad para ser modificadas.

Características Particulares del Control Electrónico

Disparo tripolar por fallas entre fases

Disparo tripolar por fallas a tierra

Apertura manual



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Selección de corrientes de disparo ajustables en un rango comprendido entre 30 y 600 A

Selección de corriente mínima de disparo a tierra

Retardo de tiempo ajustable

Retardo de disparo por corriente de magnetización

Medición de corriente y voltaje por cada fase y por salida

Interrogación y lectura de mediciones en tiempo real

Indicador de fallas por fase o tierra.

Selección de curvas de disparo tiempo-corriente: Tipo E, K, F, QA, EF, CO-11, CO-9, CO-8, KS, GE, Cooper, y otros

Registro de operaciones.

Pantalla de cristal líquido (LCD)

Disponer de un puerto de comunicaciones RS 232, preferiblemente con un puerto adicional RS 485, para ser utilizado en redes.

Gabinete del control totalmente hermético (equipos sumergibles), mínimo NEMA 4X.

La alimentación eléctrica de toda la llave, será mediante transformadores de corriente (TC) o sensores, integrados dentro de la Llave Seccionadora.

Regletas de derivación Primaria:

Las regletas de derivación múltiple deben cumplir las siguientes características:

- Cumplir con las normas ANSI-IEEE 386 y ANSI-IEEE 592
- Pruebas en fábrica: Rayos X, Efecto corona y descargas parciales.
- Totalmente sumergibles.
- Resistente a la contaminación ambiental.
- Corriente de carga mínima 600 A
- Corriente de corto simétrica mínima 12kA
- Frecuencia 60 Hz
- Nivel básico de impulso 125kV (mínimo)
- Aislante Epoxy
- Tensión nominal de operación 24.9 kV

Pedestales para regletas de derivación:

Las regletas deberán de instalarse dentro de pedestales cumpliendo como mínimo con las siguientes características:

- Instalarse en pedestales completos (base y tapa) de fibra de vidrio, resistentes a los rayos ultravioleta o degradación por salinidad.
- Las partes metálicas de la caja debe estar libre de oxidación.
- Prever sistema de bloqueo para instalación de candado y cierre con tornillo de cabeza pentagonal.
- Dimensiones aptas para alojar derivador de 3 ó 4 puntos según establezca fabricante.
Similar: Ancho de la base: 52.5", altura: 48", profundidad de base: 53", max. Entierro: 25", tapa operación: 32.5" x 20.5"
- Posibilidad de instalar etiquetas en la parte delantera.
- Placa para montajes de derivador incluidos zócalos de descaso.
- Debe cumplir con normas de integridad ANSI C57.12.28.
- La tapa deberá abrirse en su parte frontal dando mayor facilidad de operación a los elementos de media tensión. La tapa podrá tener la facilidad de ser retirada en su totalidad en caso de ser necesario.
- El pedestal de fibra de vidrio debe ser instalado no más de 50 metros de distancia de una caja de registro primaria donde se dejará vuelta y media de cable de potencia como reserva.
- El propietario dará las garantías de fábrica por al menos 10 años de vigencia, por efectos de degradación bajo condiciones ambientales normales.





Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Pararrayos

Tipo poste

Para el sistema de protección en el punto de transición aéreo-subterráneo, se usará el pararrayos de uso pesado (similar Riser Pole), de distribución de óxido metálico (MOV), encapsulado no fragmentable de hule siliconado para 18 kV, 10kA, 125 kV de BIL, recomendado para protección de sistemas subterráneos aplicables a USASI y NEMA ANSI C-62.11.

Tabla 7. Valores máximos voltaje de descarga para onda de 8/20 microsegundos:

Corriente (kA)	1,5	3	5	10	20
Voltaje (kV)	80	85	90	100	115

Tipo codo

Se deberá utilizar en cada punto de conexión abierto de la red, un pararrayos tipo codo de óxido metálico (M.O.V.E.) clase 18 kV, norma ANSI / IEEE 386.

Tabla 8. Valores máximos de voltaje de descarga para onda de 8/20 microsegundos:

Corriente (kA)	1,5	3	5	10	20
Voltaje (kV)	75	80	96	95	100

Recloser

El uso obligatorio de reclosers quedará sujeto a criterio de Coopeguanacaste R.L., basado en aspectos de carga (**900 kva demandados para trifásicos y 300kva demandados monofásicos**) y características particulares de cada proyecto. Cualquier propietario que por confiabilidad o alguna condición especial quiera hacer uso de estas aunque no se le haya solicitado, lo puede hacer siempre que cumpla con las siguientes especificaciones:

- Tensión nominal de operación 24.94kV
- Máxima tensión nominal 27Kv
- Corriente de carga mínima 600 A
- Corriente de corto simétrica mínima 12kA



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

- Frecuencia 60 Hz
- Nivel básico de impulso 125kV (mínimo)
- Distancia de fuga mínima (respecto a tierra) para aisladores 960mm
- Máximo tiempo de interrupción 30ms
- Máximo tiempo de cierre 55ms
- Aislante Epoxy cicloalifático hidrofóbico (HCEP)
- Medio de interrupción botellas al vacío (una por fase)
- Sensores de corriente (precisión 1%)
- Sensores de voltaje internos (precisión 5% o menor)
- Tensión de alimentación del control 120VAC
- Soporte para montaje en poste
- Baterías con capacidad de al menos 12AH
- Medición de perfiles de carga y variables básicas (I, V, kW, kVAR)
- Control con protocolo DNP 3.0 Nivel 2
- Conector para DNP 3.0 RS232 DB9
- Capacidad de disparo tripolar o monopolar según programación
- Curva IEC255 VI incorporada en la protección
- Registro de corrientes de falla y eventos
- Preferiblemente con Display en idioma español
- Capacitación de manejo y programación (2 días mínimo)
- Similar a ABB OVR

12.2 Accesorios en media tensión

Codos y dispositivos de 200 A

Conector tipo codo de 200 A

Deben cumplir con lo siguiente:



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

- Brindar una continuidad total en la conexión
- Frente muerto
- Capaces de operar bajo carga
- Cumplir con las normas ANSI/IEEE 386 y 592
- Ser totalmente sumergibles y resistir los rayos solares.

Partes que lo conforman: pantalla semiconductor externa e interna, aislamiento, ojo de tiro, conector, etiqueta de puesta a tierra, pin de contacto, cono de alivio, banda de operación bajo carga, anillo de operación bajo carga, anillo de fijación y punto de prueba capacitivo.

Conectores separable de 600 A

Se utilizan para corrientes superiores a los 200 A. Estos dispositivos no pueden ser operables bajo carga.

Deben cumplir con la norma ANSI 386.

Blindaje total, frente muerto y sumergible.

Indicadores de falla:

Se debe colocar un indicador de falla al final de cada tramo de cable de media tensión. En el tramo que incluye la transición aérea-subterránea no es necesario el uso del indicador de falla. Los indicadores de falla estarán previstos con una banderilla visual que indique permanentemente la falla, será de alto rango de disparo, resistente a corrientes de magnetización, acordes con la norma ANSI/IEEE 495, con restauración automática una vez despejada la falla.

Coopeguanacaste R.L., en base a la complejidad del proyecto podrá solicitar al propietario el uso de equipo para localización de fallas vía remota.

13 Terminales para la transición aérea a subterráneo.

13.1 Especificaciones Generales

Los terminales que se especifican a continuación, se usarán en la transición del sistema aéreo a subterráneo, en redes monofásicas o trifásicas que operan a un voltaje nominal de 14.4 / 24.9 kV. Deberán ser resistentes a la radiación ultravioleta, contaminantes tales como niebla salina, lluvia



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

ácida, polvos abrasivos o minerales, contaminantes biológicos, capaz de operar en forma continua en ambientes con humedad relativa de hasta 95 %.

13.2 Normas

Deberán cumplir con los requisitos que establecen las normas IEEE 48, VDE 0278 e IEC 502 según la última revisión.

13.3 Especificaciones Particulares

Deberán ser del tipo contraíble en frío o termocontraíble, construidas en una sola pieza (no modulares). El aislamiento deberá ser hule siliconado y cumplir con:

Voltaje nominal: 25 kV.

Nivel Básico de Impulso (BIL): 125 kV.

Frecuencia: 60 Hz.

Para usarse en cables de EPR 100% nivel de aislamiento

Uso exterior

Cada terminal debe contar con su respectivo conector de cobre estañado, sellados, de doble ojo para los calibres 250 MCM y 500 MCM, para calibre 1/0 AWG debe ser de espiga y venir con su grapa para conexión al cable.

Cada terminal deberá traer su respectivo soporte para uso exterior galvanizado o anodizado resistente a la corrosión.

Con cada terminal deberán venir todos los accesorios necesarios para su instalación tales como: juegos de limpieza, grasa siliconada, lijas especiales, cintas semiconductoras o aislantes, instructivos y demás necesarios.

14 Empalmes

14.1 Especificaciones Generales

El diseño del proyecto deberá realizarse de tal forma que no utilice empalmes en tramos de conductores menores a 450 metros. Cuando estos sean necesarios deberán darle al conductor continuidad y uniformidad en todas sus capas, ser totalmente herméticos no permitiendo la



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

penetración de humedad, polvos o contaminantes y resistentes a los ambientes corrosivos y radiación ultravioleta. Serán usados en redes monofásicas o trifásicas que operan a un voltaje nominal de 14.4 / 24.9 kV a 60 Hz.

14.2 Normas

Deberán cumplir con los requisitos que establecen las normas IEEE 404 según la última revisión.

14.3 Especificaciones particulares

Deberán ser del tipo contráctil en frío o termo contraíble para utilizarse en los conductores especificados en esta normativa. El aislamiento de los empalmes deberá ser hule siliconado y cumplir con:

Voltaje nominal 25 kV.

Nivel Básico de Impulso (BIL) 125 kV.

Frecuencia 60 Hz.

Para usarse en cables de EPR 100% nivel de aislamiento.

Pantalla de neutro 33% o 100% según corresponda.

Uso exterior:

Debe incluir sus respectivos conectores de cobre estañado para el calibre estipulado en el requerimiento. Con cada empalme deberán incluirse todos los accesorios necesarios para su instalación tales como: juegos de limpieza, grasa siliconada, lijas especiales, cintas semiconductoras o aislantes, instructivos y cualquier otro que sea necesario.

Todos los puntos donde existan empalmes deberán de aterrizar.

15 Puestas a tierra en media tensión

En la base del poste de la transición aéreo-subterráneo, se instalará una puesta a tierra en una dirección diferente a la que posea la canalización de media y baja tensión, ésta se realizará con varillas recubiertas de cobre de 2.44 metros de largo y 19 milímetros de diámetro, normativa UL/CSA, interconectadas con conductor de cobre desnudo, calibre mínimo 1/0 AWG, el cual se



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

conectará al neutro del sistema aéreo y a la pantalla de neutro del cable de media tensión expuesto en la base de la Terminal por medio de un conductor sólido de cobre calibre 3/0 AWG. El valor de puesta a tierra en este punto no será mayor de 10 ohmios. El tubo metálico de protección para la acometida en media tensión, deberá quedar aterrizado con una abrazadera y conector adecuados para ese uso.

Cada transformador, equipo de protección y derivación, contará con una malla de tierra compuesta por tres varillas de cobre de 2,4 metros de largo y 19 milímetros de diámetro, enterradas en cada esquina de la fosa e interconectadas con conductor de cobre desnudo con una sección mínima igual a la sección del área del conductor, donde se conectará el neutro del sistema. Se permite también que el sistema de puesta a tierra se instale fuera de la caja de registro, dejando las previstas de tubería correspondientes.

En regletas de derivación, llaves seccionadoras y otros equipos de múltiples salidas, se deberá utilizar como mínimo tres barras de cobre sólido, montadas sobre aisladores tipo granada contra las paredes internas de la fosa, en estas barras se generalizarán todos los puntos de aterrizamiento tales como codos, tanques, estructuras metálicas y la conexión de la malla a tierra. Dimensiones mínimas de cada barra: 76.2 mm. de ancho por 6.35 mm. de espesor, el largo será variable según las dimensiones interiores de las cajas de registro. En caso de no lograrse el valor de resistencia a tierra mínimo indicado, se deberá utilizar métodos alternativos de mejoras en puestas a tierra como aumentar la longitud y/o profundidad de entierro de las barras y/o uso de compuestos como bentonita, hasta lograr el valor establecido.

Será de carácter obligatorio la entrega al encargado de la inspección de Coopeguanacaste R.L., del protocolo de pruebas de puesta a tierra de todos los puntos donde existan equipos de media tensión. Sobre los puntos donde no se obtengan los valores mínimos se tomarán las medidas correspondientes para luego entregar un informe particular a la inspección garantizando el nuevo valor.

16 Sistema de puesta a tierra en circuitos secundarios

El punto de derivación (Stud Mole) colocado en el aislador secundario del transformador (X0), se deberá conectar al sistema de puesta a tierra del transformador.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

El valor de puesta a tierra en este punto no será mayor al valor establecido por ARESEP en su normativa técnica el cual será de 10 ohmios.

Será de carácter obligatorio la entrega al encargado de la inspección de Coopeguanacaste R.L., del protocolo de pruebas de puesta a tierra de todos los puntos donde existan equipos de media tensión. Sobre los puntos donde no se obtengan los valores mínimos se tomarán las medidas correspondientes para luego entregar un informe particular a la inspección garantizando el nuevo valor.

17 Puntos de entrega y medición

17.1 Residencial

Para la entrega de energía de servicios residenciales, hasta 200 A. se requiere construir en la base del pedestal de medición una caja de registro en concreto para acceso de la acometida secundaria.

El medidor será instalado a 800 mm de altura sobre el nivel del suelo, en un pedestal de concreto colocado en el límite de propiedad, no obstante podrá ubicarse a una distancia que no exceda de 2 metros del límite de propiedad dentro del predio del abonado, en un lugar de fácil acceso para su lectura, mantenimiento, reemplazo e inspección y frente a vía pública.

Para entregas de energía con corrientes mayores a 200 A. el medidor se instalará en un pedestal de concreto a 800 mm de altura, donde llegarán los cables de las señales de corriente y de voltaje a su respectiva regleta.

Los transformadores de corriente podrán ser ubicados en el lado secundario del transformador o en las cajas de registro de la red secundaria, de acuerdo a la ubicación de los clientes.

Se aprobarán únicamente paneles de medidores cuyo sistema de sujeción entre módulos sea mediante tuerca con indicadores de torque adecuado, (similar Visi- Tite)

17.2 Medición en media tensión

Características

Pedestal de medición en media tensión, clase 200 o 600 Amperios, para instalación en un sistema subterráneo de 25 kV trifásico, con transformadores de medición (T.C. y P.T.) de uso exterior,



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

conexión en estrella aterrizada, frecuencia 60 Hz, voltaje nominal 14.4/24.9 kV, 125 kV nivel básico de impulso (BIL).

El pedestal de medición deberá ser construido de acero inoxidable tipo 304, de frente muerto acceso frontal y trasero con puertas que permitan su operabilidad (abrir o cerrar) mediante la manipulación de tornillos de bloqueo y candados.

Debe contar con dos o tres transformadores de potencial y tres transformadores de corriente, los cuales serán suministrados por Coopeguanacaste R.L. Estos deben ser diseñados y fabricados de acuerdo con las normas ANSI C 57.13, cumpliendo además con los siguientes requisitos:

Nivel de aislamiento 25 kV (para usar en un sistema 14.4/24.9 kV estrella aterrizada).

La precisión en la medición de corriente y potencial de los transformadores será de: 0.3%

Los transformadores de corriente mantendrán el mismo nivel de precisión para cualquiera de las siguientes cargas: B 01 hasta B 05.

Los transformadores de potencial mantendrán el mismo nivel de precisión para cualquiera de las siguientes cargas: W, X, Y.

El factor de sobrecarga continua de los transformadores de corriente será de 1.5

Frecuencia nominal de operación de 60 Hz.

Aislamiento tipo seco, moldeado en resina, para usar a la intemperie.

Dispondrán de marcas de polaridad, claras e indelebles.

Cajas de conexiones secundaria sellada y con los accesorios necesarios para colocar sellos o marchamos.

Base de material inoxidable y diseñado para montar en estructura metálica.

El pedestal deberá tener en el lado de media tensión terminales de acceso frontal tipo codo de 200 o 600 amperios, clase 25 kV, de acuerdo a la carga y al cable utilizado.

Placa de identificación de acero inoxidable que contenga toda la información según la norma ANSI.

Pruebas en cada unidad:

Nivel de impulso BIL: 125 kV.

Pruebas de tensión aplicada.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Pedestal para medición primaria.

La medición deberá ser igual, similar o superior al pedestal para medición marca Elliott, No. de Catálogo EPM-PMS-25-311-E2, número de boletín 500-204.

18 **Alumbrado público**

Se considerará alumbrado público a aquél que se destine a iluminar calles públicas, bulevares en proyectos residenciales, desarrollos turísticos y otros similares.

Los circuitos de baja tensión para alumbrado público serán exclusivos para ese uso y su fuente de alimentación serán transformadores iguales o menores a 100kva. El diseño eléctrico deberá contemplar el aterrizamiento y protección contra sobre corrientes por corto circuito, en el caso de que se utilicen postes metálicos se debe incorporar la protección por falla a tierra.

Se deberá entregar memoria de los cálculos fotométricos, curvas, etc.

Las luminarias a utilizar para el alumbrado público tendrán las siguientes especificaciones:

Potencia: 100 Watts máximo

Voltaje: 120 o 240 V.

Frecuencia: 60 Hz.

Balastro tipo reactor de alto factor de potencia (mínimo 0.8)

Lámpara de sodio de alta presión (HPS).

El refractor usado como dispositivo para el cambio de dirección y control de los rayos luminosos, deberá ser de cristal prismático y transparente tipo III o asimétrico para calles o bulevares y tipo V o simétrica para parques.

El cabezote consistirá de una armadura de aluminio fundido libre de porosidades con espesor de pared mínimo de 4 milímetros.

Reflector de aluminio pulido clase A.

Cada lámpara deberá contar con su respectiva fotocelda, ubicada en la parte superior de la misma o en la cúspide del poste.



**Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.**

Fotocelda controlada por un relé electromecánico o térmico con contacto normalmente cerrado, activado por medio de un elemento foto sensor resistente a la luz ultravioleta y sellada contra la penetración de humedad y disponer de un pararrayo tipo expulsión encapsulado para 2kV y 10kA mínimo, la fotocelda deberá cumplir con las siguientes especificaciones técnicas:

Tipo pesado: Para usar en lámparas de alumbrado público en redes subterráneas.

Normas aplicables: ANSI C 136.10

Tipo de fotocontrol: Tipo botón

Rango de voltaje de operación: 105 –250 V.

Voltaje nominal: 240 V.

Frecuencia: 60 Hz.

Capacidad: 1000 Watts como mínimo

Vida útil de contactos: 5000 operaciones mínimo

Sistema óptico: De sulfuro de cadmio (CdS), químicamente sellada y resistente a los efectos de la humedad, polvos y contaminantes.

Ventana: Acrílica de color claro.

Carcasa: Policarbonato resistente a los rayos ultravioleta, de color negro.

Requisitos ambientales: Temperatura de 10 a 65 grados centígrados, humedad relativa de 95%.

Relevador: Electromecánico o térmico tipo bimetálico SPST, normalmente cerrado.

El poste para el montaje de las lámparas, podrá ser de aluminio tubular, acero galvanizado, hierro fundido tipo columna. Diámetro del tubo 76.2 mm., espesor mínimo 3 mm. y altura comprendida en un rango de 4 a 6 metros.

Tipo de bombillo ED ½, largo 197 mm., color claro, voltaje de operación 55 V AC, vida útil mínimo según promedio estimada 24000 horas, con rosca tipo mogul.

El portalámparas ("socket"), tipo cañón con entrada mogul, para mínimo 1500 vatios y aislamiento de 600 voltios.

El mantenimiento del alumbrado público estará a cargo de Coopeguanacaste R.L. una vez que se reciba la red. El urbanizador deberá entregar a Coopeguanacaste R.L. un 15 % adicional de las lámparas, que serán usadas en el mantenimiento.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

Si el urbanizador desea instalar otro tipo de lámparas, deberá de instalar un punto de medición que registre el consumo y deberá hacerse responsable del cambio ó mantenimiento de las luminarias.

18.1 Condiciones especiales

En proyectos cercanos a zonas protegidas en donde se produzca el desove de tortugas marinas, el diseño del alumbrado público deberá contemplar el efecto de ésta sobre la tortuga, con el fin de minimizar el efecto que produce la iluminación artificial en su orientación.

Disposiciones:

Evitar en la medida de lo posible el uso de luminarias en áreas donde no sean necesarias, como en aquellas donde no haya tráfico de peatones, iluminación decorativa y luminarias que no sean utilizadas para seguridad y protección.

Para reducir los efectos sobre la orientación de las tortugas se recomienda el uso de los siguientes tipos de lámparas:

Lámparas con filtros dicroicos de paso largo amarillos o anaranjados. Debido a que estos filtros son muy eficientes para atenuar las longitudes de onda corta, el tipo de lámpara en que se usen no es de importancia. Por lo tanto, estos filtros permiten el uso de bombillos de metal-halogenado y de HPS que tienen elementos pequeños que pueden ser dirigidos fácilmente. Estas lámparas pueden usarse en artefactos direccionales para reducir el escape de luz. Los filtros dicroicos no se consiguen fácilmente en el mercado pero han sido ocasionalmente empleados en las cercanías de las playas de anidamiento.

Iluminación incandescente con color (amarillo y rojo). Las luces incandescentes amarillas o ámbar (luces contra insectos) generalmente son poco atractivas para las crías de tortugas (al igual que para los insectos) debido a que emiten poca luz de onda corta. Aunque su efecto es mínimo, muchas veces las luces contra insectos pueden interferir con la orientación de las crías hacia el mar si son usadas en gran cantidad, si tienen alto número de Watts, o están colocadas muy cerca de la playa de anidamiento. Las luces incandescentes de tinte rojizo varían más en color que las luces



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

contra insectos. Algunas luces rojas se tornan violetas o rosadas con el tiempo (lo que indica mayor emisión de luz de onda corta) convirtiéndose en un foco de atracción para las crías.

Iluminación con vapor de sodio a presión baja (LPS): Las luces con menos efectos negativos que son más comúnmente usadas son las LPS. Emiten sólo luz amarilla (monocromática), una región del espectro que es débilmente atractiva a los neonatos, siendo incluso repulsiva. Debido a que las luces LPS dan una pobre rendición del color, su uso principal es para exteriores.

Tubos de neón. Los tubos de neón verdadero (no los teñidos) son una fuente pura de luz roja. Actualmente, el neón es usado casi exclusivamente con carácter decorativo. Los tubos de neón son difíciles de cubrir, pero su color tiene un efecto mínimo. Usos potenciales incluyen iluminación de senderos y a nivel del suelo.

La intensidad de las lámparas utilizadas deberá ser reducida usando bombillas de bajo número de watts colocadas en lámparas que iluminen hacia abajo y en dirección contraria a la playa.

BIBLIOGRAFÍA

Libros:

1. Chapman, Stephen. **“Máquinas Eléctricas”**, 4 edición, McGraw-Hill, México, 2005.

Páginas web:

2. Cooper Power Systems (2003). 235-15 VariStar Storm Trapper Secondary Class MOV Surge Arrester. Consultado el 23 de abril del 2008 en www.cooperpowercentral.com
3. Cooper Power Systems (2003). 240-46 Dual Sensing Bay-o-net Fuse Link & 240-48 Dual Element Bay-o-net Fuse Link. Consultado el 23 de abril del 2008 en www.cooperpowercentral.com
4. Cooper Power Systems (2003). 240-48 Dual Element Bay-o-net Fuse Link. Consultado el 23 de abril del 2008 en www.cooperpowercentral.com
5. Cooper Power Systems (2003). 240-50 ELSP Current Limiting Backup Fuse. Consultado el 23 de abril del 2008 en www.cooperpowercentral.com
6. Pro Guard Coatings (2002). EPDM Liquid Rubber. Consultado el 7 de mayo del 2008 en <http://www.proguardcoatings.com/techinfo.html>.
7. <http://www.nordicfiberglass.com/html/catalog.html>

Otros:

8. ABB Power T&D Co. Inc., “International product catalog”, ABB Power T&D Co. Inc., 1991, EEUU.
9. Comisión Federal de Electricidad, “Análisis y diseño de los sistemas de distribución subterránea”, CFE, 1976, México.
10. Comisión Federal de Electricidad, “Normas para sistemas de distribución subterránea”, CFE, 1974, México.
11. Cooper Power Systems, Inc., “Components and protective equipment, product training, manual C101”, CPS, 1993, EEUU.
12. Elastimold, “Catalog N°SP2000”, Elastimold, 1994, EEUU.



Cooperativa de Electrificación Rural de Guanacaste R.L.
COOPEGUANACASTE R.L.

13. Elastimold, "General Catalog", Elastimold, 1991, EEUU.
14. Grupo Condumex, "Catálogo general 1995", Grupo Condumex, 1995, México.
15. G&W Electric Co., "Catalog SG1-92" G&W, 1992, EEUU.
16. S & C Electric Company, "S&C Vista, underground distribution switchgear", S&C, 1997, EEUU.
17. 3M Electrical Division, "3M Electrical Products", 3M, 1997, EEUU.
18. 3M Electrical Division, "High voltage power cable, splicing and terminating", 3M, 1991, EEUU.

Estándares internacionales relativos a sistemas de distribución eléctrica subterránea.

1. American National Standard Institute. "Standard for transformers underground type, self cooled, single phase distribution transformers with separable, insulated high voltage connectors. C57.12.23-1992", ANSI, 1992, EEUU.
2. American National Standard Institute. "Standard for pad mounted three phase transformer. C57.12.26-1992", ANSI, 1992, EEUU.
3. American National Standard Institute. "Standard for separable insulated connector systems ANSI 386-1985", ANSI, 1985, EEUU.
4. American National Standard Institute. "Standard for cable joints through 46 000 V. ANSI/IEEE Std404-1986", ANSI, 1986, EEUU.
5. IEEE Power Engineering Society, "Standard tests for high voltage cable terminations. IEEE Std 48-1990", IEEE, 1992, EEUU.
6. R.E.A. (Rural Electrification Administration) del Departamento de Agricultura de EEUU, RUS, boletín 1728F-806 (D-806): "Specification and Drawing for Underground Electric Distribution".