

INDICE

E.T. 103 - ALUMBRADO PUBLICO

- 1. OBJETO Y ALCANCE**
- 2. REQUISITOS ESPECIALES**
- 3. DEFINICIONES**
- 4. CLASIFICACION DE CALLES Y PARAMETROS CORRESPONDIENTES**
- 5. ELEMENTOS Y MATERIALES DE LAS INSTALACIONES**
 - 5.1. Sistema de medición**
 - 5.2. Sistema de comando**
 - 5.3. Cables para conexonado**
 - 5.4. Cables para la línea de Alumbrado Público y suspensión de luminarias**
 - 5.5. Soportes**
 - 5.6. Lámparas**
 - 5.7. Luminarias**
 - 5.8. Seccionadores y fusibles**
 - 5.9. Conectores**
- 6. CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS**
 - 6.1. Tendido de líneas**
 - 6.2. Sustentación de luminarias**
 - 6.3. Disposición de los puntos de luz**
 - 6.4. Verticalidad y contraflecha**
 - 6.5. Fundación y empotramiento**
 - 6.6. Ubicación de las cajas de medición y comando**
 - 6.7. Salida de la subestación**
 - 6.8. Ubicación de la línea de A.P. en los soportes**
- 7. VERIFICACION DEL NIVEL DE ILUMINACION**
- 8. CONSTRUCCIONES NORMALES**
 - 8.1. Requisitos generales**
 - 8.2. Soporte de alineación (recta)**
 - 8.3. Soporte terminal**

 - 8.4. Soporte de retención**
 - 8.5. Soporte de retención y derivación en ochava.**

- 8.6. Soporte terminal y derivación en ochava**
- 8.7. Soporte desvío.**
- 8.8. Soportes con brazo.**
- 8.9. Alimentación de luminarias**
- 8.10. Ubicación de medición y comando.**
- 8.11 Disposición de los puntos de luz en cruces, curvas y plazas.**

9. RECOMENDACIONES

10. VARIANTES Y/O ALTERNATIVAS

11. NORMAS, E.T. Y BIBLIOGRAFIA A CONSULTAR

Anexo I: Depreciación y mantenimiento de las instalaciones

Anexo II: Métodos de cálculo de iluminancia y luminancia.

1. OBJETO Y ALCANCE

- 1.1. Establecer los criterios para el proyecto y montaje de las instalaciones de Alumbrado Público.
- 1.2. Esta especificación técnica será de aplicación en todo el ámbito de la Provincia de Mendoza.

2. REQUISITOS ESPECIALES

- 2.1. Se prestará especial atención a la convivencia entre el arbolado y el Alumbrado Público, evitando generalizar un tipo constructivo dada la característica especial de las calles de Mendoza con presencia abundante de distintas especies forestales.

- 2.2. En algunas calles con moreras la iluminación con soportes con brazo no resulta conveniente porque las ramas obstaculizan el haz luminoso y/o la luminaria obteniéndose un bajo rendimiento lumínico.

Para mejorar esta situación debería hacerse un cono en el árbol de dimensiones tales que ocasionarían un daño considerable sin lograr un resultado verdaderamente positivo.

En dichas calles debe adoptarse la disposición axial que requiere un desrame un poco mayor que el necesario para el paso de vehículos. Esto es válido también para especies forestales medianas tales como por ejemplo: Fresnos Europeo y Americano.

- 2.3. Con especies forestales altas, por ejemplo: Plátano, Tipas, Paraíso común y Acacio Visco no se presentan impedimentos para el uso de soportes con brazo. Debe asumirse que en los primeros años de vida del árbol pueden existir inconvenientes, los que se ven solucionados cuando éste completa su crecimiento.

- 2.4. En cada caso el proyecto deberá contar con la aprobación de Técnicos Especializados de cada Municipio y Dirección de Bosques a fin de seleccionar adecuadamente la disposición de las luminarias.

- 2.5. Para todos los tipos constructivos se dará cumplimiento a las Ordenanzas de las Municipalidades respecto a la defensa del arbolado público.

3. DEFINICIONES

- 3.1. **Flujo luminoso de una fuente de luz: (ϕ).**

Es la potencia luminosa de una fuente de luz, radiada según la curva de sensibilidad el ojo humano.

La unidad de medida es el lúmen (lm).

3.2. Rendimiento luminoso (η)

Es la relación entre el flujo emitido por una fuente de luz y la unidad de potencia eléctrica consumida para su obtención.

La unidad de medida es el lúmen/vatio.

3.3. Energía luminosa (Q)

Es el flujo luminoso emitido por una fuente de luz en la unidad de tiempo.

La unidad de medida es el lm-h.

3.4. Intensidad luminosa (I)

La intensidad luminosa de una fuente de luz, en una determinada dirección, es la relación entre el flujo luminoso contenido en un ángulo sólido infinitesimal cualquiera cuyo eje coincida con la dirección considerada y el valor de dicho ángulo sólido expresado en estereorradianes.

La unidad de medida es la candela (cd).

3.5. Iluminancia (en un punto sobre una superficie). (E)

La iluminancia es el cociente entre el flujo luminoso incidente sobre una superficie elemental que contiene el punto considerado y esta superficie.

La unidad de medida es el (lux).

3.6. Luminancia (L)

La luminancia de una superficie en una dirección determinada es la relación entre la intensidad luminosa en dicha dirección y la superficie aparente, siendo ésta la superficie vista por el observador situado en la misma dirección.

La unidad de medida es el nit (nt) o cd/m².

3.7. Uniformidades

Se evalúa por la relación entre las luminancia mínima (L_{mín.}), media (L_m), máxima (L_{máx.})

$$\text{Uniformidad general } U_0 = \frac{L_{\text{mín.}}}{L_{\text{m}}}$$

$$\text{Uniformidad longitudinal } U_l = \frac{L_{\text{mín.}}}{L_{\text{máx.}}}$$

En las calzadas evaluadas con el método de la iluminancia la uniformidad se obtiene de:

$$G_1 = \frac{E_{\text{mín.}}}{E_{\text{m}}}$$

$$G_2 = \frac{E_{\text{mín.}}}{E_{\text{máx.}}}$$

4. **CLASIFICACION DE CALLES Y PARAMETROS CORRESPONDIENTES**

La clasificación de calles en función del tipo de tránsito, densidad del mismo y velocidad y los valores correspondientes de luminancia, restricción del deslumbramiento y relación de uniformidad, responderá a lo establecido por la Asociación Argentina de Luminotecnia, según las Recomendaciones CIE 12.2 y el esquema de norma IRAM – AADL J 20-22.

5. **ELEMENTOS Y MATERIALES DE LAS INSTALACIONES**

5.1. **Sistema de medición**

En todos los casos el medidor será provisto y colocado por EDESTE, para lo cual la contratista instalará la “Caja de medidor para conexión trifásica intemperie MN 128 – I” con las borneras y el cableado correspondiente.

5.2. **Sistema de comando**

El comando se realizará por grupo de varias lámparas, con un máximo recomendado de 20 por fase utilizando un contactor cuyo accionamiento se realizará a través de un interruptor fotoeléctrico.

La contratista proveerá e instalará la “Caja de comando para alumbrado público MN 218 con las borneras y el cableado correspondiente”.

5.2.1. Las características del contactor a proveer por EDESTE serán:

- . Tripolar
- . Tensión nominal 380 V c.a.
- . Categoría AC 1
- . Intensidad nominal: Según pliego, en función del número total de luminarias a comandar y de la instalación del contactor en la caja MN 218.

- . Tensión nominal de la bobina: 220 V - 15 %
+ 10 %
- . Frecuencia nominal: 50 Hz
- . Medio de interrupción: aire
- . Tipo de mando: electromagnético.
- . Vida útil nominal mecánica: 10 millones de maniobras.

5.2.2. Las características del interruptor fotoeléctrico a proveer por EDESTE serán:

- . Tensión nominal de la red: 220 V - 15%
+ 5 %

- . Frecuencia nominal: 50 Hz
- . Intensidad nominal: 10 A
- . Tiempo de retardo: 20 segundos
- . Niveles de operación: Conexión: 10 lux + 30 %.
Desconexión: menos de 50 Lux.

- . Rango de temperatura: - 30°C + 50 °C.
- . Consumo propio en régimen permanente: 4 W.
- . Sentido de orientación claramente indicado.
- . Conexionado y montaje apto para zócalo tripolar.

Los interruptores fotoeléctricos deberán poseer sello IRAM.

5.2.3. El zócalo tripolar responderá a IRAM AADL J 20-24.

5.2.4. El contactor y las borneras se instalarán en la “Caja de comando para alumbrado público MN 218”.

5.3. Cables para conexonado

5.3.1. La alimentación al sistema de medición, comando y hasta las fases de la red de Alumbrado Público se realizará con cable de cobre

electrolítico aislado en PVC, 1,1 KV, apto para intemperie, de 25 mm² de sección, formación: 7 hilos.

- 5.3.2. La conexión del interruptor fotoeléctrico y la bobina del contactor se realizará con cable de cobre electrolítico, aislado en PVC 1,1 KV apto para intemperie, de 2,5 mm² de sección.
- 5.3.3. Para la alimentación de la luminaria en soportes con brazo se utilizará cable de cobre electrolítico, aislado en PVC, 1,1 KV, de 2 x 2,5 mm² de sección, doble vaina (tipo bajo plomo).
- 5.3.4. Para la alimentación del equipo auxiliar y la lámpara en las luminarias tipo colgante se utilizará cable de cobre electrolítico, aislado en PVC, 1,1, KV, de 2,5 mm² apto para intemperie.
- 5.3.5. Cuando se realice la instalación, se dejará una reserva de un metro de conductor.

5.4. **Cables para líneas de Alumbrado Público y suspensión de luminarias**

5.4.1. **Líneas aéreas**

Según se establezca en pliegos, la línea de AP podrá estar contenida en el cable preensamblado de distribución secundaria para lo cual dicho cable tendrá una o dos fases destinadas a tal fin o consistirá en cables unipolares montadas sobre aisladores.

En este último caso se utilizará para las fases cable de Al Al, aislado o protegido en PVC, según pliego, apto para intemperie, 1,1 KV de sección mínima 25 mm² y el neutro será el de la línea de distribución.

Se deberá verificar la caída de tensión y el límite térmico.

5.4.2. **Línea subterránea**

Se utilizará cable de cobre aislado en PVC, 1,1 KV, tetrapolar, de sección según pliego.

El cable responderá a IRAM 2178.

Se deberá verificar la caída de tensión y el límite térmico.

5.4.3. **Suspensión de luminarias**

Para la suspensión de las luminarias tipo colgante, en disposición axial y central de dos filas, se utilizará cable de acero cincado, de

diámetro nominal 4,8 mm, formación 7 alambres, tipo de cincado pesado según IRAM 777 ó cable MN 100, según pliego.

El cable responderá a norma IRAM 722.

5.5. Soportes

En todos los casos el tipo de soporte utilizar deberá contar con la aprobación Municipal correspondiente, pudiéndose utilizar:

- . Postes de madera.
- . Columna de H⁰A⁰.
- . Columna de acero con brazo.
- . Columna de acero rectas:
 - . Para farolas.
 - . Para suspensión en disposición axial.
 - . Para luminarias a tope en la cima.
- . Soportes con brazos.

5.5.1. Postes de madera

Los postes serán de eucaliptos creosotados, según IRAM 9513 y tendrán las siguientes características:

Longitud total: Según pliego, atendiendo el empotramiento y las alturas libres para el montaje de las luminarias.

Diámetro en la cima: Según pliego, con un mínimo de 0,12 m.

5.5.2. Columnas de H⁰A⁰

Las columnas de H⁰A⁰ responderán a la ET 5 y tendrán las siguientes características:

Altura total H: según pliego, con un mínimo de 8,5 m para columnas con fundación y 9 m para columnas sin fundación.

Carga nominal de rotura: Según pliego.

5.5.3. Columnas de acero con brazo

Responderán a la E.T.6U y a los planos presentados por EDESTE.

Se instalarán en calles de las siguientes características:

- 5.5.3.1.** Sin forestación.
- 5.5.3.2.** Donde la forestación no disminuya sensiblemente la iluminación en calzadas y veredas y las luminarias no sea obstaculizadas por la copa de los árboles.
- 5.5.3.3.** A forestar: Deberá solicitarse información a la Municipalidad correspondiente acerca de las especies forestales a plantar a fin de verificar lo indicado en el punto 5.5.3.2.
- 5.5.3.4.** Todo diseño de columna distinto al especificado por EDESTE, deberá ser aprobado previamente por EDESTE, para lo cual deberá presentarse:
- . Plano con indicación de medidas y detalles, similar a los presentados por EDESTE.
 - . Tipo de acero utilizado.
 - . Distancia media a utilizar entre columnas.
 - . Cálculo mecánico según norma IRAM 2620 para las siguientes condiciones.
 - . Cable preensamblado: 3 x 95 + 1 x 50 mm².
 - . Peso artefacto iluminación: 27 Kg (s/norma IRAM 2619).
 - . Altura media de la línea: 7 m.
- 5.5.3.5.** Las columnas de acero con dos brazos responderán a la E.T.6U y se instalarán en calles con cantero central, siempre que se verifique lo indicado en 5.5.3. Para otros diseños se cumplirá con lo indicado en 5.5.3.4.
- 5.5.4. Columnas de acero rectas**
- Responderán en general a la E.T.6U y tendrán las siguientes características:
- 5.5.4.1.** Columnas para suspensión en disposición axial o central de dos filas.
- . Altura total: Según pliego.
 - . Carga de rotura mínima: Según pliego.
 - . Longitud de empotramiento mínima: 1 m.
 - . Número de tramos mínimo: 3 (tres).
 - . Propiedades de los materiales a usar: responderán a la E.T.6U.
 - . La cima irá sellada con una tapa metálica.
- 5.5.4.2. Columnas para farolas**
- Se utilizarán las columnas especificadas como MN 578 y MN 579.

5.5.4.3. Columnas para luminarias a tope en la cima

Responderán a la E.T.6U en lo que corresponda y a lo establecido en pliegos.

5.5.5. Soportes con brazos

Se deberán atender las recomendaciones dadas para la instalación de columnas de acero con brazo respecto a la convivencia con el arbolado.

En combinación con soportes de madera se podrá utilizar el brazo MN 28.

En columnas de acero MN 29-M se utilizará el brazo MN 29-B.

Estos tipos constructivos serán de aplicación según las pautas establecidas en las Especificaciones Técnicas N° 28 y 29.

Previa aprobación por parte del Municipio se podrá:

- . Instalar el brazo MN 28 en columnas de HºAº.
- . Completar o ampliar instalación con el mismo modelo de brazo existente, siempre que se verifiquen las condiciones de seguridad.

5.6. Lámparas

Se admitirán los siguientes tipos:

5.6.1. Lámparas a vapor de mercurio con ampolla fluorescente (color corregido) de potencia de 80-125-250; 400 W o superiores según pliego.

5.6.2. Lámparas a vapor de mercurio con aditivos metálicos (halogenadas) con ampolla difusora.

5.6.3. Lámparas a vapor de sodio alta presión de potencia de 70-150-250-400 W o superior según pliego.

5.6.4. Cuando las lámparas a instalar deban ser aprobadas por EDESTE, se deberá presentar los siguientes datos garantizados:

- Marca de fabricación.

5.6.4.1. Flujo luminoso inicial (a las 100 hs.)

- 5.6.4.2. Flujo luminoso a las 2000 hs.
- 5.6.4.3. Potencia de la lámpara con balasto.
- 5.6.4.4. Vida útil.
- 5.6.4.5. Corriente de línea en el encendido, con factor de potencia 0,95.
- 5.6.4.6. Corriente de línea en funcionamiento, con factor de potencia 0,95.
- 5.6.4.7. Rendimiento luminoso de la lámpara.
- 5.6.4.8. Rendimiento luminoso con balasto.
- 5.6.4.9. Posición de funcionamiento.
- 5.6.4.10. Capacidad del condensador de compensación de 50 hz para $\cos = 0,95$.

La tensión nominal de alimentación de las lámparas será de 220 V.

5.7. Luminarias

En disposición axial se instalará el artefacto simétrico para suspensión según ET 52 y en disposición unilateral el artefacto asimétrico según ET 16.

No se admitirá el uso de artefactos con lámparas incandescentes.

5.8. Seccionadores y fusibles

- 5.8.1. Se utilizarán seccionadores MN 230 o MN 700 según pliego, los que responderán al plano N° 00063 y a la ET 64 respectivamente.

Los fusibles deberán ser correctamente calibrados.

- 5.8.2. Para la protección de las luminarias se utilizarán, según pliego:

- 5.8.2.1. Portafusible aéreo con cuerpo de porcelana y partes eléctricas de bronce, 220 V, 10 A (TN 13)

- 5.8.2.2. Portafusible encapsulado según la ET 61.

5.9. Conectores

- 5.9.1.** Para la conexión de las luminarias a las fases en caso de línea abierta, se utilizarán los conectores MN 709 o MN 710 según corresponda.
- 5.9.2.** En líneas preensambladas la conexión se realizará con conectores con cabeza fusible según la ET 62.
- 5.9.3.** La conexión de los cables de los sistemas de comando y medición a la línea preensamblada se realizará con los conectores indicados en 5.9.2.

6. CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS

6.1. Tendido de líneas

Según surja de las condiciones de proyecto, el tendido de líneas será:

- . Aéreo
- . Subterráneo

En ambos tipos se deberá verificar la intensidad admisible del conductor y que la caída de tensión no excede al 4%.

6.1.1. Aéreo

Responderá en general a la ET 100 o ET 101 y a lo establecido en la presente E.T.

6.1.2. Subterráneo

Para el tendido del cable subterráneo en veredas, se realizará una zanja de 0,70 m de profundidad, a 0,60 m como mínimo de la línea de edificación.

El ancho de la zanja será de 0,40 m para el tendido de un conductor. Para el caso de más conductores, el ancho será tal que permita una separación entre ejes de conductores de 0,30 m con una distancia mínima a la pared de la excavación de 0,10 m.

El zanjeo se realizará según las disposiciones municipales vigentes.

El cable asentará sobre un lecho de arena de 0,10 m de espesor. Será cubierto en toda su longitud por una capa de arena de 0,15 m de espesor y se protegerá con una hilera de ladrillos comunes bien cocidos.

El resto de la zanja se rellenará con tierra suelta bien apisonada humedeciéndola y compactándola por capas sucesivas de no más de 0,20 m de espesor.

En veredas de material se repondrá el contrapiso y los mosaicos, los que serán del mismo tipo, calidad y color que el existente.

En los cruces de calles pavimentadas en cable se tenderá entre 1,00 y 1,20 m de profundidad.

El zanjeo se realizará a cielo abierto o por perforación a medias, según las disposiciones municipales vigentes.

El cable se colocará en el interior de tubos de fibrocemento, acero o PVC tipo "QR" apto para 6 Kg/cm².

El diámetro interior de los tubos será especificado en pliego, con un mínimo igual a 1,5 veces el diámetro exterior del cable.

Se dejará colocado un caño de reserva paralelo al anterior y de iguales características.

Las juntas de los tubos se realizarán con una mezcla de arena y portland, cuplas roscadas o anillos de goma, según corresponda.

En ambos extremos de los tubos se colocarán tapones de estopa embreada o mortero impermeabilizado.

Las juntas y los tapones deberán evitar filtraciones.

En el interior de los tubos se dejará colocado un alambre de acero cincado de 4 mm de diámetro o una soga de nylon que sobresalga un metro de ambos extremos.

6.2. Sustentación de las luminarias

Por suspensión mediante cable portante.

Por fijación en soportes con brazo.

Por fijación en mástiles de acero.

6.3. Disposición de los puntos de luz

Cualquiera sea la disposición adoptada se deberán respetar los lineamientos del punto 2.

6.3.1. Axial

Las luminarias se suspenderán alineadas con el eje de la calzada.

Las luminarias no se ubicarán en las bocacalles sino en las intersecciones de las prolongaciones de la línea de edificación y el eje de calzada.

Este tipo constructivo se recomienda en calles muy arboladas y calzadas angostas, hasta 10 m.

Se utilizarán columnas de H⁰A⁰, acero rectas o postes de madera.

La altura de montaje de la luminaria será de 6,0m a 7,0 m según pliego.

En calles con circulación de trolebuses la altura libre mínima será de 6,50 m.

En zonas urbanas y suburbanas, la separación máxima entre artefactos será de 30 m.

En zonas rurales dicha distancia dependerá de las condiciones de proyectos.

Esta disposición se evitará en zonas donde los vientos, por su frecuencia e intensidad produzcan fuertes oscilaciones de las luminarias que puedan provocar su deterioro o destrucción.

6.3.2. Central de dos filas

Las luminarias se suspenderán cada una a $\frac{1}{4}$ del ancho de la calzada, simétricamente al eje de la misma.

Las luminarias no se ubicarán en las bocacalles sino en las intersecciones de las prolongaciones de la línea de edificación y el eje de calzada.

Esta disposición se recomienda para calles muy arboladas, con calzadas de mas de 10 m, en zonas urbanas y suburbanas.

Se utilizará columna de H⁰A⁰ acero rectas o postes de madera.

La altura de montaje será de 6,5 m a 7,5 m según pliego, con una separación máxima a lo largo de la calzada de 30 m.

Esta disposición se evitará en zonas donde los vientos, por su frecuencia e intensidad produzcan fuertes oscilaciones de las luminarias que puedan provocar su deterioro o destrucción.

6.3.3. Unilateral

Los soportes de las luminarias se ubicarán entre la acequia y la línea de edificación, en la línea de arbolado, en los costados norte y este.

Esta disposición se recomienda para calzadas de 8 a 10 m de ancho en zonas urbanas y suburbanas.

Se utilizarán soportes con brazo, distanciados entre 25 m y 35 m, atendiendo lo indicado en el punto 2.

En caso de línea aérea con distribución secundaria en el mismo soporte, la utilización de vanos mayores de 35 m deberá ser previamente aprobada por EDESTE para lo cual deberá presentarse la verificación a la solicitud mecánica de las columnas y el cálculo luminotécnico correspondiente.

6.3.4. Bilateral al tresbolillo

Los soportes de las luminarias se ubicarán entre la acequia y la línea de edificación, en la línea de arbolado, en zig-zag a ambos lados del eje de la calzada.

Esta disposición se recomienda para calzadas de mas de 10 m de ancho en zonas urbanas y suburbanas.

Se utilizarán soportes con brazo, distanciados según las condiciones de proyecto, debiendo verificarse lo indicado en el punto 2.

En caso de línea aérea con distribución secundaria en el mismo soporte, la utilización de vanos mayores de 35 m deberá ser previamente aprobada por EDESTE para lo cual deberá presentarse la verificación a la solicitud mecánica de las columnas y el cálculo luminotécnico correspondiente.

6.3.5. Bilateral en oposición

Los soportes de las luminarias se ubicarán entre la acequia y la línea de edificación, en la línea de arbolado a ambos lados del eje de la calzada.

Esta disposición se recomienda para calzadas de más de 10 m de ancho en zonas urbanas y suburbanas.

Se utilizará soportes en brazo, distanciados entre 25m y 35m debiendo verificarse lo indicado en el punto 2.

En caso de línea aérea con distribución secundaria en el mismo soporte, la utilización de vanos mayores de 35 m deberá ser previamente aprobada por EDESTE para lo cual deberá presentarse

la verificación a la sollicitación mecánica de las columnas y el cálculo luminotécnico correspondiente.

6.3.6. Central con soportes con dos brazos

Esta disposición podrá utilizarse en calzada con cantero central, ubicando los soportes en el eje del mismo.

Se utilizarán columnas o postes con dos brazos, distanciadas según las condiciones de proyecto, debiendo verificarse lo indicado en el punto 2.

- 6.3.7.** En las disposiciones indicadas en los puntos 6.3.3. al 6.3.6. se podrán utilizar columnas e acero recta con luminarias en la cima, debiendo cumplimentar los requisitos de la presente ET, los exigidos en pliegos y las reglamentaciones de la Dirección Provincial de Vialidad.

6.4. Verticalidad y contraflecha

A los soportes destinados a suspensión axial o central de dos filas, se les dará una contraflecha del 1% de la altura del soporte fuera del empotramiento.

A los soportes con brazo se le dará una contraflecha adecuada según el peso del artefacto a instalar, a fin de eliminar posteriormente la deformación producida por el peso de la luminaria.

6.5. Fundación y empotramiento

- 6.5.1.** Responderá a las CN 2, 3 y 10.

- 6.5.2.** El empotramiento de las columnas sin fundación en las cercanías de las acequias solo se permitirá cuando éstas estén hormigonadas y las características del terreno garanticen del terreno garanticen la estabilidad.

6.6. Ubicación de la caja de medición y comando

Las cajas MN 128-I y MN 218 para los sistemas de medición y comando respectivamente, tendrán las siguientes ubicaciones según el tipo constructivo de la S.E. que alimenta la línea de AP.

- 6.6.1.** En subestaciones doble poste, con alimentación aérea, las cajas se ubicarán en una de las columnas de la estructura, según se indica en la CN 57.

6.6.2. En subestaciones del tipo CN 251 con alimentación subterránea, la instalación de los caños entre las cajas de comando y medición se realizará sin picar los elementos de H^ºA^º que conforman la S.E.

6.6.2.1. Se admitirá como alternativa constructiva instalar las cajas en una columna de H^ºA^º o de acero recta, a las alturas indicadas en la CN 58.

La columna se ubicará a una distancia no mayor de 15 m de la S.E. alineada con la misma.

6.6.3. Cuando la línea de AP sea alimentada desde una S.E. a nivel o subterránea, la medición y comando se realizará ubicando las cajas en una columna de H^ºA^º o de acero recta, a las alturas indicadas en la CN 58.

La columna se ubicará a una distancia no mayor de 15 m de la entrada de la S.E., alineada con los soportes de la línea de AP.

6.6.4. Toda otra disposición distinta a las indicadas deberá ser previamente aprobada por EDESTE.

6.7. Salida de la Subestación

6.7.1. Cuando la línea de AP sea alimentada desde una S.E. aérea, la salida trifásica se realizará con dos cables de fase hacia uno de los costados y el tercero, cruzando por debajo de la plataforma de la S.E., hacia el otro costado. Ver CN 57.

6.7.2. Cuando, previa autorización de EDESTE, se utilice cable protegido, no se admitirá el cruce por debajo de la plataforma, debiendo cruzar la misma por encima de la antena de B.T.

6.7.3. Se hará un paralelo entre la entrada de los seccionadores de la red de distribución secundaria y los seccionadores destinados a AP y a partir de los terminales de salida de estos se alimentará el equipo de medición, el comando y la línea de AP. El interruptor fotoeléctrico se conectará a la entrada de los seccionadores de AP.

6.7.4. Cuando la línea de AP sea alimentada desde una S.E. a nivel o subterránea, del tablero de B.T. saldrá el cable subterráneo, tetrapolar, de sección según pliego, hasta la columna de H^ºA^º o de acero recta, en la que se instalarán los seccionadores y las cajas MN 128-I y MN 218. Ver CN 58.

6.7.5. El cable subterráneo en la columna se protegerá con caño de hierro galvanizado de diámetro según pliego, en una longitud de 3m.

6.8. Ubicación de la línea de AP en los soportes

- 6.8.1. Responderá a la CN 35.
- 6.8.2. El neutro para AP tanto en línea convencional, como en línea preensamblada será el de la línea de distribución secundaria.
- 6.8.3. En caso de utilizar el soporte sólo para línea de AP el neutro siempre será el conductor superior.

7. VERIFICACION DEL NIVEL DE ILUMINACION

Deberá verificarse por alguno de los siguientes métodos:

- 7.1. Curvas isolux. Ver Anexo II.
- 7.2. Luminancia. Ver Anexo II.

8. CONSTRUCCIONES NORMALES

8.1. Requisitos Generales

- 8.1.1. Todos los soportes serán fundados o empotrados, según las CN 2, 3 y 10 y lo aquí indicado.
- 8.1.2. No se utilizará acelerante de fragüe en las fundaciones de las columnas.
- 8.1.3. La resistencia de los apoyos a instalar será la que surja del cálculo mecánico y se indicará en cada caso.
- 8.1.4. Todas las columnas metálicas y de A.P. se conectarán a tierra.

En líneas preensambladas la puesta a tierra del neutro al bloque superior se realizará con conector según ET 62 y cable de cobre aislado de 16 mm² (en reemplazo del chicote de cable MN 100).
- 8.1.5. El neutro se conectará a tierra en todas las columnas metálicas y de H⁰A⁰ y en los soportes de madera cada 6 (seis) soportes.
- 8.1.6. En los soportes terminales, cuando se prevea continuar la línea, las abrazaderas a instalar serán MN 621 Tipo II o MN 623 con dos bulones a 180°.
- 8.1.7. En todos los casos que se utilicen bulones, los mismos tendrán una longitud adecuada en función del diámetro del poste y el espacio ente el extremo del bulón y la cara de la tuerca no deberá ser menor que el espesor de la misma.

- 8.1.8.** El conjunto bulón con ojal sin rosca MN 380 se podrá reemplazar por bulón con ojal.
- 8.1.9.** El diámetro de las abrazaderas será el adecuado al diámetro de las columnas, a la altura de colocación de la misma.
- 8.1.10.** Los herrajes a utilizar en todas las construcciones serán de acero cincado y responderán a la ET 4, a la ET 13 y a los planos presentados por EDESTE.
- 8.1.11.** Los conductores activos podrán fijarse al aislador con collar o ligamento CN 9 ó CN 8, Cuando se utilice rack para el neutro éste se fijará al perno con ligamento cruzado de refuerzo (CN8).
- 8.1.12.** Las grampas para retener el conductor se ubicarán aproximadamente a 100 mm y 200 mm respectivamente del rack.
- 8.1.13.** Las construcciones normales especificadas para disposición axial, pueden utilizarse también para disposición central de dos filas y las especificaciones para disposición unilateral pueden utilizarse también para disposición bilateral al tresbolillo y en oposición.
- 8.1.14.** Si por razones especiales los artefactos colgantes se ubican en el cruce de ejes de calles, los mismos se suspenderán mediante 3 cables.
- 8.1.15.** Para evitar el desgaste de la aislación debido al roce entre ramas principales de árboles y cables, se colocará sobre estos últimos una envoltura de PVC de longitud adecuada, atada en ambos extremos.
- 8.1.16.** Los materiales normales a utilizar deberán satisfacer los requisitos indicados en las especificaciones técnicas de EDESTE y en segunda instancia a las normas IRAM y/o NIME correspondientes.

8.2. Soporte de alineación (recta)

- 8.2.1.** Las construcciones normalizadas se individualizan como:

CN 40: Con poste de madera para disposición axial.
CN 41: Con columna de H^oA^o para disposición axial.
CN 42: Con columna de acero con brazo para disposición unilateral.

- 8.2.2.** En el cable preensamblado de distribución secundaria, a cada lado de la grampa de suspensión se colocará un precinto autocerrante apto para intemperie y cuando la grampa posea ventana, el neutro se fijará a ella con el mismo tipo de precinto.

8.2.3. Estas formas constructivas podrán utilizarse en desvíos con un ángulo máximo de 15°.

8.2.4. Se admitirán las siguientes alternativas constructivas:

CN 40: Reemplazar la grampa MN 194 por el rack correspondiente en los tipos I y III.

CN 41: Reemplazar la grampa MN 194 por el rack correspondiente en los tipos I y III.

Reemplazar los bulones por abrazaderas MN 621 tipo II para fijar el ojal sin rosca MN 380 y MN 621 tipo I para los rack y la ménsula de suspensión.

Utilizar columna de acero recta con abrazaderas MN 621 tipos I y II.

8.3. Soporte terminal

8.3.1. Las construcciones normalizadas se individualizan como:

CN 43: Con poste de madera para disposición axial.

CN 44: Con columnas de acero con brazo para disposición axial.

CN 45: Con columna de acero con bazo para disposición unilateral.

8.3.2. Se admitirán las siguientes alternativas constructivas:

CN 44: Reemplazar las abrazaderas MN 621 tipo I por bulones de longitud según diámetro de la columna.

Utilizar columna de acero recta.

8.4. Soporte Retención

8.4.1. La construcción normalizada se individualizará como:

CN 46: Con poste de madera para disposición axial.

CN 47: Con columna de H^oA^o para disposición axial.

CN 48: Con columna de acero con brazo para disposición unilateral.

8.4.2. La rienda según pliego responderá a las CN 11 – CN 12 ó CN 13, según corresponda.

8.4.3. Se admitirá las siguientes alternativas constructivas:

CN 47: Reemplazar los bulones por abrazaderas MN 621 tipo II.

Utilizar columna de acero recta con abrazaderas MN 621 tipo I para fijar el cable de suspensión de la luminaria y tipo II para las líneas.

8.5. Soporte Retención y derivación en ochava

8.5.1. Las construcciones normalizadas se individualizan como:

CN 49: Con poste de madera para disposición axial.

CN 50: Con columna de H⁰A⁰ para disposición axial.

CN 51: Con columna de acero con brazo para disposición unilateral

8.5.2. La rienda según pliego responderá a las CN 11 – CN 12 ó CN 13, según corresponda.

8.5.3. Se admitirá la siguiente alternativa constructiva:

CN 50: Utilizar columna de acero recta.

8.6. Soporte Terminal y Derivación en ochava

8.6.1. Las construcciones normalizadas se individualizan como:

CN 52: Con poste de madera para disposición axial.

CN 53: Con columna de H⁰A⁰ para disposición axial.

CN 54: Con columna de acero con brazo para disposición unilateral

8.6.2. La rienda, según pliego responderá a las CN 11 – CN 12 ó CN 13, según corresponda.

8.6.3. Se admitirá la siguiente alternativa constructiva:

CN 53: Utilizar columna de acero recta.

8.7. Soporte Desvío

Se utilizarán los materiales y las cantidades indicadas en las CN 52, 53 y 54.

8.8. Soportes con brazo

Las CN : 42, 45, 48, 51, 54 y 56 y desvío pueden utilizarse también cuando se instalen soportes con brazo según las E.T. 28 y 29.

8.9. Alimentación de luminarias

8.9.1. Con línea de AP aérea

Para las luminarias de tipo colgante, la descripción y las cantidades necesarias se indican en la CN 55.

Para las luminarias para pescante la descripción de los materiales a utilizar y las cantidades necesarias se indican en la CN 56.

8.9.2. Con línea de AP subterránea

8.9.2.1. La descripción de los materiales a utilizar y las cantidades necesarias se indican en la CN 59.

8.9.2.2. No se admitirán empalmes de conductores en los vanos.

8.9.2.3. En cada extremo se proveerá una reserva de 1 m de conductor enterrado en forma de omega.

8.9.2.4. La conexión de los conductores a la bornera se realizará con terminales de Cu estañado.

El diámetro de los bulones a utilizar en los terminales será: 4,79mm para cables de 2,5 a 6 mm²; 7,94 mm para cables de 10 a 25 mm² y 9,52 mm² para cables de 35 a 70 mm².

8.9.2.5. El neutro de la línea y el tablero deberán estar puestos a tierra en todos los soportes, para lo cual se conectarán el bulón para neutro con el bloque de puesta a tierra de la caja y éste con el bloque de la columna.

Las conexiones indicadas se realizarán con cable de Cu electrolítico desnudo, de 10 mm² de sección con sus correspondientes terminales.

8.10. Ubicación de medición y comando

Según se ubiquen en subestaciones aéreas o en columnas, se cumplirá con la CN 57 o la CN 58 respectivamente.

8.11. Disposición de los puntos de luz en cruces, curvas y rotondas

La zona de cambio de dirección deberá estar correctamente iluminada.

Se atenderá la reglamentación de Dirección Provincial de Vialidad y/o Municipales, según corresponda.

9. RECOMENDACIONES

- 9.1. Efectuar el reemplazo de los artefactos con lámparas incandescentes existentes por artefacto con lámparas a descarga gaseosa.
- 9.2. Tender a la iluminación con lámparas a vapor de sodio a fin de disminuir el consumo de energía eléctrica.
- 9.3. Instalar el mismo número de lámparas por fase a fin de producir el equilibrio eléctrico.
- 9.4. Utilizar balastos y capacitores que posean sellos de calidad IRAM. El uso de elementos de baja calidad se traduce en pérdidas por corrientes mayores y caídas de tensión más elevadas.
- 9.5. Asesorar a la Cooperativas y Uniones Vecinales acerca de las normas de EDESTE en vigencia para la realización de sus instalaciones.
- 9.6. Implementar programas de mantenimiento incluyendo especialmente la limpieza de las tulipas de las luminarias.
- 9.7. Implementar programas de estudio para la mejora del alumbrado existente sugiriendo cambios de lámparas y equipos cuando ya no cumplan las condiciones mínimas exigidas.
- 9.8. Prestar especial atención a lo indicado en requisitos especiales respecto a la convivencia del arbolado y alumbrado público.
- 9.9. Tender al uso de líneas con cables preensamblados que además de las ventajas conocidas convive mejor con el arbolado.
- 9.10. Implementar programas de control de la puesta a tierra y de su realización en caso de no existencia.

10. VARIANTES Y/O ALTERNATIVAS

Las formas constructivas y/o materiales no contemplados en esta Especificación Técnica y que surjan como necesidades prácticas o de proyectos deberán ser presentados a EDESTE para su aprobación.

Para la evaluación técnica que determinará la mencionada aprobación se deberán adjuntar planos, cálculos, detalle de materiales y toda otra información que se considere de interés.

11. ESPECIFICACIONES TECNICAS A CONSULTAR

ET 5 Columnas de Hormigón Armado

E.T.6U Columnas de acero con brazo

ET 100 Líneas aéreas de Baja Tensión.

IRAM N° 722, 2240, 2178, 2619, 2620.

IRAM AADL J 20-22, J 20-24.

ANEXO I

1. DEPRECIACION DE LAS INSTALACIONES

1.1. Causas de la Depreciación

Las características de una instalación de alumbrado público y también su performance, se deterioran con el tiempo a través de la influencia de diversas causas, de las cuales las principales son:

- 1.1.1. Reducción progresiva en el flujo emitido por la fuente luminosa.
- 1.1.2. Acumulación de suciedad en la fuente luminosa.
- 1.1.3. Envejecimiento de los componentes (reflectores, refractores, etc.).
- 1.1.4. Acumulación de suciedad en las partes ópticas del artefacto.
- 1.1.5. Falla prematura de las fuentes.
- 1.1.6. Vibraciones impuestas al material y distorsión causada por accidentes.

Además de esto, hay un cierto número de posibles causas de decrecimiento de su eficiencia, que no tienen efecto acumulativo:

- 1.1.7. Excesivo aumento o baja de temperatura dentro del artefacto.
- 1.1.8. Falla prematura del equipo auxiliar.
- 1.1.9. Tensión incorrecta en los terminales de la fuente luminosa.

Casi todos los factores deteriorantes mencionados, pueden ser total o parcialmente mitigados por reemplazos periódicos de elementos ya usados y por la limpieza de componentes que estén sucios. Por el contrario, poco puede hacerse por los factores 1.1.3. y 1.1.7. una vez completada la instalación.

1.2. Rendimiento global de una instalación

Este rendimiento es igual al inicial multiplicado por el producto de todos los factores de depreciación: esto es, en ausencia de cualquier reemplazo o limpieza, el rendimiento de una instalación de AP tiende rápidamente a cero.

Hasta en el caso de mantenimiento sistemático, los valores prácticos de una instalación se muestran 20 a 30% más bajos que los valores calculados inicialmente.

Por esta razón en muchos países, las especificaciones normativas o códigos de práctica, recomiendan que la instalación esté destinada a dar por lo menos los niveles de iluminancia E y luminancia L multiplicada por:

$$\frac{1}{1 - 20 \%} = 1,25$$

1.3. Influencia de variaciones en las características de reflexión del camino

Las propiedades reflectantes de la superficie cambian paulatinamente desde su puesta en servicio. Este cambio es significativo durante los seis primeros meses después de los cuales decae.

En el presente estado de conocimiento y dado por un lado la gran variedad de superficies y por el otro la decisiva influencia del volumen y naturaleza del tráfico, es imposible predeterminedar exactamente cual sería el cambio en las propiedades reflectantes del camino. Se podrá realizar una comparación aproximada con una instalación existente con similares características.

1.4. Reducción en el flujo luminoso de lámpara

El flujo luminoso de la mayoría de las fuentes luminosas decrece regularmente desde que entran en servicio.

Debido a la inseguridad de información sobre este campo, no pueden darse indicaciones cuantitativas. En caso de necesitar información sobre depreciación para una lámpara particular, la misma deberá ser solicitada al fabricante.

1.5. Acumulación de suciedad sobre lámparas y artefactos

La rapidez y severidad de la acumulación de suciedad sobre lámpara y artefactos, varía considerablemente de acuerdo a la naturaleza y construcción del artefacto, la altura de montaje de las lámparas y sobre todo el grado de humedad y polución de la atmósfera ambiente la cual a su vez depende de una serie de factores, como por ejemplo volumen y naturaleza del tráfico, clima y viento.

En las condiciones mas desfavorables, el flujo emitido por los artefactos durante siete años, puede ser reducido a un 30% del flujo inicial.

1.6. Variaciones excesivas de temperatura en el interior del artefacto

Las variaciones de temperatura ambiental dentro del artefacto siguen una periodicidad anual resultante de la sucesión de estaciones, una

periodicidad diaria resultante de la alternación del día y de la noche y el encendido o extinción de la lámpara.

Estas desviaciones de la temperatura interior varían muchísimo de acuerdo a la posición de las horas de encendido con respecto a las diurnas o nocturnas.

Pueden alcanzar altas temperaturas, algunas veces 100°C o más. La máxima ocurre en el caso de artefactos cerrados ubicados en países tropicales.

Estas diferencias de temperatura presentan una inconveniencia cuádruple:

- Los calentamientos excesivos y eventuales enfriamientos deterioran su parte plástica y puede rápidamente quedar inutilizable como así también la pintura, aislamiento y juntas elásticas.
- Pueden destruir un elemento esencial de la lámpara.
- Producen una reducción del flujo cuando la lámpara funciona a una temperatura mucho mayor que la óptima. Esta reducción del flujo luminoso es particularmente importante en el caso de tubos fluorescentes y lámparas de sodio de alta presión.
- La baja presión debida al enfriamiento que sigue a la extinción en el caso de artefactos cerrados puede aumentar su condensación.

Es posible reducir estas diferencias apreciablemente tomando en cuenta una serie de precauciones, siendo algunas de ellas:

- Utilizar artefactos cerrados de tamaño apropiado.
- Para fuentes de alta potencia y en general para todos los casos cuyo funcionamiento libera una gran cantidad de energía térmica, por el uso de artefactos cuyas dimensiones son suficientemente grandes con respecto a las de la lámpara.
- Empleando solamente para cada tipo de fuente luminosa modelos de artefactos especialmente diseñados para este tipo y potencia.
- Para un artefacto cerrado y no estanco, proveer un sistema de evacuación de la condensación de agua.

1.7. Vibraciones y causas accidentales de distorsión

Las piezas de alumbrado (columnas, artefactos, lámparas y equipo auxiliar) sufren generalmente de vibraciones que se le imponen, regularmente cuando transitan vehículos pesados e irregularmente debido al viento. A causa de la inercia, estos movimientos están sujetos a ocasionar el daño y aún la destrucción del material. Estas vibraciones

pueden en algunos casos, debido a la resonancia, tomar una peligrosa amplitud. Entre las serias consecuencias que estas vibraciones pueden producir se mencionan:

- La destrucción prematura de la fuente luminosa al desprenderse el casquillo de la lámpara.
- Descentrado del foco luminoso debido al desenroscado parcial del casquillo de la lámpara en el portalámpara o desplazamiento de la parte óptica.
- Destrucción total o parcial de la óptica y del artefacto.
- Destrucción del conjunto brazo/artefacto o brazo/columna.

Estos serios defectos conducen a una prematura depreciación de la instalación y deben ser prevenidos.

Por la misma naturaleza del suelo y en condiciones similares de tráfico y viento, la resonancia dependerá de:

- La altura hasta la lámpara.
- El largo del brazo.
- La presión del viento.
- El peso del artefacto.
- La rigidez de la columna.

Las vibraciones pueden ser prevenidas instalando:

- Columnas fuertes.
- Brazos de corta dimensión.
- Artefactos de peso y dimensiones moderadas principalmente en el plano transversal y de líneas aerodinámicas.

1.8. Reducción en la vida de los balastos

La vida promedio de los balastos es normalmente de 10 años de operación continua; pero un aumento de 10°C sobre la temperatura asumida para el diseño reduce la vida al 50% (*).

(*) Ref. I.E.C. Publicación N° 82, Balastos para lámparas fluorescentes.

1.9. Tensión incorrecta en los terminales de las lámparas o conjunto de lámpara – accesorios

Una tensión en los terminales de las lámparas que no esté de acuerdo a la tensión planeada produce una apreciable variación en el flujo luminoso emitido. La tensión se reduce cuando aumenta la carga en la línea de alimentación.

2.

MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

Dada la rapidez con la cual el estado y eficiencia de la instalación decrece cuando no se atiende, es importante por razones de seguridad y economía llevar a cabo inspecciones y mantenimiento a intervalos regulares de todos los elementos que componen una instalación.

Debido a los altos costos de trabajo y viajes que ocasionan dichos mantenimientos, se hace cada vez más generalizado y necesario agrupar las operaciones de inspección, mantenimiento, lavado y reposición por medio de visitas sistemáticas y reducir a un mínimo la atención a reclamos que se hacen fuera del programa.

Otra consecuencia del costoso sistema de mantenimiento por reclamos es la necesidad final de seleccionar cuidadosamente todos los materiales usados y hacerles un exacto test para verificar:

- La resistencia mecánica de todos los ítems.
- La fortaleza de todas sus partes.
- La protección contra la corrosión.
- La entrada de agua en artefactos estancos.
- La calidad de aislantes y pintura.

Todas estas precauciones permiten, a igualdad de los otros factores, un mayor espaciamiento entre visitas y una mayor vida útil del material.

La frecuencia de las visitas naturalmente depende en gran medida de:

- La naturaleza de la instalación (urbana, para todo propósito o motorizada).
- Para instalaciones urbanas, la importancia del área edificada y el carácter y tipo de la ruta.
- El clima y grado de polución en la atmósfera.

Todo lo que sigue ha sido basado en el supuesto que el ciclo anual de operaciones es la mismo para todas las lámparas instaladas y este ciclo está basado sobre 4.000 – 4.200 horas por año.

Por lo mencionado anteriormente se deduce que es imposible informar en una recomendación general, los datos precisos referentes a las frecuencias que deberán adoptarse para las diferentes operaciones de mantenimiento.

Estas deberán ser calculadas en cada caso en particular tomando en consideración los datos correspondientes.

Ciertas cifras sin embargo, han sido indicadas en los párrafos siguientes pero no deben ser consideradas como si tuvieran un valor absoluto, sino sólo como ejemplos.

2.1. Diferentes categorías de visitas para el mantenimiento

Estas se refieren a los siguientes puntos:

- 2.1.1. Reemplazo de lámparas y en caso de que sea necesario, equipo auxiliar; asegurarse que el casquillo de la lámpara se adapte perfectamente al portalámpara.
- 2.1.2. Controlar el encendido extensión.
- 2.1.3. Limpieza de lámparas y sistemas ópticos, los últimos podrán en algunos casos ser mas fácilmente reacondicionados en el taller.
- 2.1.4. Mantenimiento eléctrico y mecánico.
- 2.1.5. Poda de árboles, para despejar el cono de máxima intensidad de cada artefacto.

2.2. Limpieza y reposición de lámpara

Dado por un lado la más o menos total congestión de un gran número de rutas y por el otro lado la larga vida de las lámparas de descarga, hay mayor interés en eliminar, o por lo menos, reducir visitas para reponer lámparas fallidas y en hacer un grupo de reposiciones de todas las lámparas en la misma ruta o sector después de haber funcionado un cierto número de horas menor que las de la vida promedio para asegurar un bajo porcentaje de lámparas fallidas. Este método presupone que es posible no ceder a pedidos locales con respecto a la falla prematura de la lámpara y en principio, no intentando ningún recambio de la lámpara fuera del grupo de reposiciones ya fijadas.

Sin embargo, en este caso, después de 100 horas de funcionamiento, una visita al lugar para detectar y reemplazar las lámparas que han fallado inmediatamente después de haberse efectuada la reposición, es una sabia precaución.

En tales condiciones, los reemplazos por grupo constituyen el método más económico como así también el más práctico dado que puede ser efectuado durante el día evitando así exponer al personal de mantenimiento a los peligros que implica el tráfico nocturno y las molestias al vecindario con el ruido de máquinas, escaleras y herramientas.

También es más conveniente en lo que concierne a seguridad, ya que no es necesario trabajar con los conductores bajo tensión.

Puede aprovecharse la ocasión del reemplazo por grupos para realizar el mantenimiento total de lámparas y artefactos, por ejemplo:

- 2.2.1. Limpieza de la lámpara.
- 2.2.2. Correcto enfoque de la lámpara.
- 2.2.3. Limpieza del artefacto y particularmente del sistema óptico.
- 2.2.4. Control del equipo auxiliar.
- 2.2.5. Control de la parte mecánica del artefacto.

En lo que respecta al número óptimo de horas de funcionamiento, al final de las cuales las lámparas deberían reponerse, es conveniente solicitar al fabricante información sobre cada tipo de lámpara a reponer.

2.3. **Reposición por grupos**

- 2.3.1. Para determinar cual es, desde el punto de vista económico, el número óptimo de horas de funcionamiento de una instalación después de las cuales deberá realizarse el recambio de lámparas por grupo, se deberá averiguar para que tiempo de funcionamiento entre dos reposiciones por grupos la luz producida (en lumen-horas) resulta la más económica.
- 2.3.2. El costo total del lumen-hora se basa en los cuatro elementos mencionados a continuación:
 - 2.3.2.1. Costo de energía.
 - 2.3.2.2. El costo de reposición de un grupo más la limpieza y operaciones de control realizadas en ocasión de una reposición por grupos (limpieza y ajuste de la lámpara, limpieza del sistema óptico del artefacto y equipo auxiliar, y control de la parte mecánica del artefacto).
 - 2.3.2.3. El costo de las operaciones de limpieza suplementarias realizadas eventualmente entre dos reposiciones por grupo.
 - 2.3.2.4. El costo de reposición de las lámparas que han fallado durante este intervalo.

Haciendo:

- c: El costo del KWh.
- P La potencia de una lámpara, incluyendo la potencia usada en el equipo auxiliar, y las pérdidas de línea por lámpara (todas expresadas en watts).
- N: El número de lámparas instaladas.
- T: El número de horas de funcionamiento de la instalación entre dos reposiciones por grupo.

El costo de energía consumida durante las horas T será:

$$\frac{cpNT}{1.000}$$

Y siendo $Q_{av}(T)$ el flujo promedio en lúmenes emitidos por una lámpara durante el tiempo T, la cantidad de luz emitida por la instalación completa entre dos reposiciones por grupo es:

$$N Q_{av}(T) \cdot T \text{ lúmenes}$$

Sea R_s el costo total de una reposición por grupos y de las operaciones realizadas en ocasión de ésta por lámpara (incluyendo el costo de mano de obra, de herramientas y de la lámpara), el costo total de la reposición por grupos para toda la instalación será:

$$R_s N$$

Sea P el costo de limpieza por artefacto; si, entre dos reposiciones por grupo se realizan n limpiezas, costarán:

$$n PN$$

Sea R_{occ} el costo, por lámpara, de un reemplazo ocasional, incluyendo:

- El costo de trabajo.
- El costo de herramientas.
- El costo de la elección entre las lámparas retiradas durante la precedente reposición por grupos, de una cuyo flujo residual está por encima de cierto porcentaje del inicial.

Sea $P(T)$ el porcentaje de lámparas que fallan durante el período T, el costo de los reemplazos ocasionales realizados durante ese período será:

$$\frac{P(T)}{100} \times N R_{occ}$$

El costo total de energía, reposición de lámparas, limpieza de sistema óptico, mantenimiento en general, por un período de T horas de funcionamiento, es:

$$\frac{\frac{cp T}{1000} + R_s + nP + \frac{p(T) R_{occ}}{1000}}{Q_{av}(T) \cdot T}$$

Debería destacarse que la función $p(T)$ no coincide con la curva de mortalidad (de aquí en adelante) de la lámpara en cuestión. En efecto, la curva de mortalidad indica las lámparas que fallan dentro de un grupo de 100: el número de lámparas decrece así en la misma cantidad. Por otro lado, la función $p(T)$ indica el número de lámparas que han fallado en un grupo cuya cantidad total se mantiene constante, ya que las lámparas ni bien fallan se reemplazan por lámparas en funcionamiento.

Por lo tanto, esta función $p(T)$ puede determinarse sólo experimentalmente, en instalaciones bastante grandes.

2.3.3. El número de limpiezas suplementarias realizadas entre dos reposiciones por grupos, varía con el grado de polución de la atmósfera y la duración del período T .

2.3.4. La frecuencia entre limpiezas varía generalmente entre 6 y 18 meses.

2.3.5. Por lo tanto es imposible recomendar una frecuencia de reposición por grupos apropiados para cada caso, dependiendo solamente de la naturaleza y potencia de las lámparas.

2.3.6. Las diferencias considerables que existen entre las cifras ideales se originan particularmente (para un dado tipo de lámparas) de los siguientes factores:

2.3.6.1. El costo de energía.

2.3.6.2. La declinación del nivel de la instalación aceptable comparada con la inicial.

2.3.6.3. El porcentaje de tolerancia de lámparas que no encienden.

El intervalo aceptable entre dos reposiciones por grupo, será por supuesto tanto mayor cuanto mayor sea la tolerancia para 2.3.6.2. y 2.3.6.3.

2.3.6.4. Las fuentes de las lámparas.

De acuerdo a ésta fuentes la curva de mortalidad de una lámpara puede variar significativamente, como así también la curva de depreciación del flujo. Por lo tanto, se deberá recurrir al fabricante de lámparas antes de calcular el intervalo óptimo T entre dos reposiciones por grupo.

2.4. Limpieza

En general y particularmente en zonas muy contaminadas y en rutas de tránsito pesado, no es posible depender solo de las limpiezas

realizadas en reemplazos por grupo. Un submúltiplo del ciclo de reemplazo por grupos deberá por lo tanto ser adoptado para el ciclo de limpieza.

2.5. Mantenimiento mecánico, eléctrico y óptico

Esto comprende un conjunto de controles y operaciones de los cuales los principales son:

2.5.1. Mantenimiento mecánico

Control periódico (alrededor de uno por año) de la base y perpendicularidad de la columna, eje y brazo y de toda la parte mecánica del artefacto.

2.5.2. Mantenimiento eléctrico y mecánico

2.5.2.1. Realizar un control cada 12 ó 18 meses de la correcta puesta a tierra de las columnas.

2.5.2.2. Realizar un control de la aislación de todos los elementos metálicos de la instalación, incluyendo artefactos.

2.5.2.3. Control periódico (cada 2 años) del buen estado de todos los conductores existentes en la columna y brazo, y de la lámpara, incluyendo contactores, bobinas, equipos auxiliares, fusibles, portalámparas y enforques de los artefactos y periódicos controles de aislación y reparación de fallas eventuales.

2.5.2.4. Medición periódica de la iluminancia o luminancia del camino.

2.6. Mantenimiento de la protección contra la corrosión y el estado de la pintura.

Es necesario establecer un programa sistemático de control de la protección contra la corrosión y el estado de la pintura. Este programa comprende, para columnas de acero:

2.6.1. Cada 5 a 7 años, pintar completamente incluyendo:

2.6.1.1. Rasqueteo a fondo de la superficie oxidada.

2.6.1.2. Tratamiento apropiado de todas las superficies pintadas.

2.6.1.3. Aplicación cuidadosa de dos manos de protección anti-corrosiva a todas las superficies rasqueteadas previamente.

2.6.1.4. Aplicación de dos capas de pintura de base.

2.6.2. Cada 3 años, una renovación limitada que comprenda la aplicación de una capa de pintura después de haberle aplicado un tratamiento protector sobre las superficies corroídas. Esta intervención, llevada a cabo metódicamente, generalmente hace posible que no se deba repintar hasta después de 8 a 10 años, ya que resulta más fácil tratar la corrosión inmediatamente aparezca.

2.6.3. En lo que respecta a columnas de hormigón, prácticamente no hay necesidad de ninguna protección o mantenimiento durante los primeros 8 a 10 años. Después de este período conviene asegurarse que ninguna parte de cemento se haya desprendido principalmente alrededor de la entrada en la base de la columna.

2.7. Mantenimiento de las instalaciones de iluminación de viaductos y rutas elevadas

Los puentes, viaductos y rutas elevadas, siendo estructuras costosas, se construyen solamente cuando la densidad del tráfico justifica el gasto. De ahí que las operaciones de mantenimiento necesariamente serán tratadas durante las horas de poco tráfico, lo cual encarece el servicio. Consecuentemente se debe elegir para la iluminación de éstas estructuras materiales sólidos y resistente, cuyo mantenimiento sea fácil y pueda ser realizado a intervalos espaciados sin deterioro de la instalación.

2.8. Mantenimiento de la iluminación de mástiles elevados

Los artefactos de iluminación con una altura d montaje elevada generalmente están compuestos por un mástil, varios artefactos y una plataforma fija o móvil, situada en la parte alta del mástil la cual soporta los artefactos.

En lo que respecta al mástil, el mantenimiento deberá llevarse a cabo de acuerdo a las recomendaciones dadas en los punto 2.5. y 2.6.. Como la gran altura hace que el servicio de mantenimiento sea más dificultoso, los mástiles preferentemente deberán estar hechos de un material que requiera poco mantenimiento. Cuando los mástiles han sido levantados lejos del camino, es necesario tener para cada uno e ellos un acceso transitable para el mantenimiento de los mismos.

El mantenimiento de los artefactos y fuentes de iluminación, deberían incluir todas las operaciones periódicas descritas en los puntos 2.2. y 2.5.

2.8.1. CUANDO LA PLATAFORMA ES FIJA: El acceso a los artefactos debe hacerse con todas las precauciones de seguridad: tanto como una escalera interna, como externa. Este último sistema puede ser impracticable en períodos de mal tiempo. De cualquier manera debería

haber plataformas a intervalos regulares que permitan al personal de mantenimiento tomar un descanso. Esta gente también debe tener un cinturón de seguridad con un sistema de paracaídas.

La plataforma misma debe tener una baranda u otro sistema de seguridad para permitir al personal de mantenimiento que asegure sus paracaídas y un gancho para fijar el cinturón de seguridad.

También podrá usarse un elevador móvil para permitir que el personal de mantenimiento sea izado al tope de la columna. Este sistema no podrá practicarse en caso de mal tiempo.

2.8.2. CUANDO LA PLATAFORMA ES MOVIL: Permite bajar los artefactos hasta el suelo. Esta solución es por supuesto, la más segura. Es más costosa su instalación inicial pero más económica en costo operativo, ya que obvia la necesidad de comprar un vehículo especial para su mantenimiento y de tener que entrenar a personal especializado. La plataforma móvil debe estar equipada con un sistema de sujeción completo y seguro que prevenga caídas de la plataforma particularmente en áreas edificadas o transitadas. Los varios elementos de la plataforma deberán estar sólidamente unidos: este conjunto deberá resistir vibraciones.

El asentamiento de las columnas deberá ser tal que el mantenimiento de la plataforma en el piso pueda ser realizado sin interferencia del tráfico.

Una instalación correcta no necesitará ser verificada más que cada 2 años o hasta 5 años. Pero los contactos eléctricos a tope de columna deberán ser revisados anualmente y todo el equipo móvil deberá operarse cada tres meses.

ANEXO II

1. METODO DE CALCULO DE ILUMINANCIA POR CURVAS ISOLUX

1.1. Determinación de la geometría de la instalación

Para poder determinarla se necesitan los perfiles de calle suministrados por organismos competentes como Municipalidades, D.P.V., D.N.V. y la ubicación de la columna considerando su empotramiento, su altura libre y su brazo pescante correspondiente.

1.2. Determinación del espaciamiento máximo óptimo

Para ello se debe contar con las curvas de rendimiento (longitudinal y transversal) de la luminaria, en función de la relación distancia transversal/altura de montaje, para lado calzada y lado vereda. Las mismas deben estar certificadas por un laboratorio oficial de ensayos luminotécnicos.

La fórmula del espaciamiento es la siguiente:

$$a = \frac{\phi L}{E \cdot b} \cdot (N_v + N_c)$$

Donde: a: distancia entre artefactos o columnas.
b: ancho de la calzada.
 ϕL flujo nominal de la lámpara en Lúmenes.
E iluminancia media determinada según el tipo de calzada.
 N_v rendimiento del artefacto lado vereda = b_1/h
 N_c rendimiento del artefacto lado calzada = b_2/h

1.3. Determinación de la iluminancia media

Se deberá contar con las curvas isolux certificadas por un laboratorio oficial de ensayo, dadas por distancia transversal/altura de montaje y distancia longitudinal/altura de montaje, para lado calzada y lado vereda.

Con las curvas isolux se cumplen a continuación los siguientes pasos:

- 1.3.1.** Se grafica la calzada con la ubicación de las columnas en planta en un papel transparente y a una escala que se corresponda con la empleada en la curva isolux de la luminaria a emplear, teniendo en cuenta que las curvas se dan para una altura de montaje de la luminaria de 9 m.
- 1.3.2.** Entre dos luminarias consecutivas ubicadas en la transparencia antes mencionada, se confecciona una cuadrícula que abarque $\frac{1}{4}$ de la calzada entre las luminarias y tenga por lo menos treinta puntos.

La cuadrícula tendrá los siguientes tipos de puntos:

E: esquinero

B: de borde

I: interior

- 1.3.3.** Se conforma una tabla como la que se describe a continuación, colocando el valor de Lux que corresponde a cada uno de los puntos, por la acción de las luminarias que lo influyen. Esto se logra superponiendo la construcción en planta transparente de la instalación de alumbrado, con la curva isolux considerada.

La cuadrícula tendrá los siguientes tipos de puntos:

Punto N°	Influencia			Total Lux	Tipo de Punto
	L1	L2	L3		
1					
2					
3					
.					
.					
.					
30					

- 1.3.4.** Para la determinación final de la iluminancia media se aplica la siguiente fórmula:

$$E_{media} = \frac{\frac{1}{4} \sum E + \frac{1}{2} \sum B + \sum I}{n^{\circ} \text{ de cuadros considerados}}$$

$\sum E =$ Total puntos esquineros.

$\sum B =$ Total puntos de borde.

$\sum I =$ Total puntos interiores.

- 1.4.** Determinación de la uniformidad.

$$\frac{E_{min}}{E_{med}} \text{ (Percepción)}$$

$$\frac{E_{min}}{E_{max}} \text{ (Confort)}$$

2. METODO DE LA LUMINANCIA

2.1. Información necesaria

Para el desarrollo de este método se deberá contar con la siguiente información.

- . Tipo de pavimento de la calzada a iluminar y coeficiente de luminancia q_0 determinado por Organismos Oficiales competentes.
- . Información fotométrica de la luminaria para el pavimento a considerar.
- . Curva de rendimiento de luminancia en función de la altura de montaje para 3 posiciones del observador. (A,B y C).
- . Curvas Iso-candela/m² relativas sobre un plano para las posiciones A. B. y C. del observador y para el pavimento considerado.
- . Geometría de la instalación.

2.2. Cálculos

Con la información indicada en 2.1. se realizan dos tipos de cálculos:

2.2.1. Determinación de la luminancia mediante curvas de rendimiento de la luminaria en función de la altura de montaje para posiciones A. B. y C. del observador.

- . Ubicación del observador a $b/2$ (centro de la calzada).
- . Ubicación del observador en función de la altura de montaje H.

Para ésto se determinan dos puntos X1 y X2

$$X1 = \frac{b_2}{h} \text{ (lado calzada)}$$

$$X2 = \frac{b_1}{h} \text{ (lado vereda)}$$

- . Con los valores de X1 y X2 y las curvas de rendimiento se determina el rendimiento total.

$$N_L = N_V + N_C$$

N_V = rendimiento lado vereda
 N_C = rendimiento lado calzada.

. La luminancia media se calcula con la fórmula:

$$L = q_o \cdot N_L (\phi_L / a \cdot b)$$

donde:

ϕ_L : flujo de la lámpara en 1 m.

a : distancia entre columnas.

b : ancho de la calzada.

q_o : coeficiente de luminancia para el pavimento.

2.2.2. Determinación de la luminancia mediante curvas Iso – candela/m2 relativas.

A la altura de montaje h se la asimila a los mm. en que está dibujada la información fotométrica que se dispone y con esa escala se realiza la construcción detallada a continuación:

- . En papel transparente se dibuja el perfil de la calzada a la escala determinada, ubicando 4 (cuatro) luminarias.
- . Entre las dos luminarias centrales se determinan 30 (treinta) puntos equidistantes entre si y que abarquen toda la zona entre las luminarias.
- . Se ubica al observador al centro de la calzada y a 100 m del comienzo de la zona considerada, en la posición 0.
- . Se une la posición del observador con cada una de las luminarias.
- .

Se configura la siguiente tabla:

Punto	L1	L2	L3	L4	$\Sigma L\%$	Lp (cd/m ²)
1						

2
3
.
.
30

Los valores de cada uno de los puntos se determina de la siguiente manera:

- . La recta formada por el observador y la luminaria considerada (L1, L2, L3 ó L4) se hace coincidir con el eje OB de la curva Isocandela/m² y la luminaria debe coincidir con el punto OO de la mencionada curva.
- . Se lee la influencia de cada una de las luminarias sobre cada uno de los 30 (treinta) puntos y se ubican esos valores en las columnas L1, L2, L3 y L4 de la tabla anterior.
- . Se determina el valor $\sum L\%$ de cada uno de los puntos sumando los correspondientes a los L1, L2, L3 y L4 de cada uno.
- . Se determina el valor L máx con la siguiente expresión:

$$L \text{ máx} = 0,111 \cdot q_0 \cdot \varnothing L/h^2$$

- . Se determina el valor Lp como porcentaje de la $\sum L\%/100$). L máx

$$L_p = (\sum L\%/100) \cdot L \text{ máx}$$

- . Se determina:

$$L = (\sum L_p/n^0 \text{ de puntos})$$

2.2.3. Determinación de la uniformidad de la instalación

$$\text{Uniformidad general } U_o = \frac{L \text{ mín}}{L_m}$$

$$\text{Uniformidad longitudinal } U_l = \frac{L \text{ mín}}{L_{\text{máx}}}$$

