

**Elaboración del procedimiento para la ejecución de una expansión del  
alumbrado público con red subterránea en el área metropolitana de Bogotá  
D.C**

**Rubiela Cárdenas Sandoval**

**Cod 1996305**

**Universidad Industrial de Santander  
Facultad de Ciencias Físico mecánicas  
Escuela de Ingenierías Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones  
Bucaramanga  
2005**

**Elaboración del procedimiento para la ejecución de una expansión del  
alumbrado público con red subterránea en el área metropolitana de Bogotá  
D.C**

**Rubiela Cárdenas Sandoval  
Cod 1996305**

**Director de proyecto  
Ciro Jurado Jerez  
Ingeniero Electricista**

**Universidad Industrial de Santander  
Facultad de Ciencias Físico mecánicas  
Escuela de Ingenierías Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones  
Bucaramanga  
2005**

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág
<a href="#">Introducción</a>	13
1. <a href="#">Descripción general del sistema de alumbrado público de Bogotá D.C</a>	14
2. <a href="#">Características de los elementos más representativos en una expansión con red subterránea</a>	15
2.1 <a href="#">Luminaria</a>	15
2.1.1 <a href="#">Protector</a>	15
2.1.2 <a href="#">Refractor</a>	16
2.1.3 <a href="#">Carcaza</a>	16
2.1.4 <a href="#">Reflector</a>	16
2.1.5 <a href="#">Portabombillas</a>	16
2.1.6 <a href="#">Balasto</a>	17
2.1.7 <a href="#">Arrancadores</a>	20
2.1.8 <a href="#">Capacitores</a>	21
2.1.9 <a href="#">Fusibles</a>	23

2.1.10	<a href="#">Fotocontroles</a>	25
2.2	<a href="#">Apoyos</a>	26
2.2.1	<a href="#">Postes de concreto</a>	26
2.2.2	<a href="#">Postes metálicos</a>	30
2.3	<a href="#">Canalizaciones</a>	30
2.4	<a href="#">Cámaras de inspección</a>	31
3.	<a href="#">Revisión de las normas empleadas por CODENSA para construcción de la infraestructura de alumbrado público</a>	32
4.	<a href="#">Revisión de las normas a tener en cuenta para trabajos en espacio público</a>	42
5.	<a href="#">Descripción del proceso</a>	52
5.1	<a href="#">Recepción y análisis de la comunicación</a>	52
5.2	<a href="#">Visita técnica</a>	52
5.3	<a href="#">Elaboración de presupuesto</a>	53
5.4	<a href="#">Programación de las obras</a>	53
5.5	<a href="#">Ejecución de actividades programadas</a>	53
5.6	<a href="#">Verificación de los trabajos ejecutados</a>	54

5.7	<a href="#"><u>Levantamiento final</u></a>	54
5.8	<a href="#"><u>Visita efectuada por CODENSA</u></a>	54
5.9	<a href="#"><u>Ejecución de medidas correctivas</u></a>	55
5.10	<a href="#"><u>Reporte a CODENSA</u></a>	55
6.	<a href="#"><u>Procedimiento empleado en la expansión ubicada en la Calle 53 A entre la Carrera 37 A y 38 con número de radicación FM –0656</u></a>	56
7.	<a href="#"><u>Conclusiones</u></a>	66
	<a href="#"><u>Bibliografía</u></a>	67
	<a href="#"><u>Anexos</u></a>	69

## Lista de Figuras

	Pág
Figura 1. Esquema del balasto reactor	18
Figura 2. Esquema del balasto autorregulado	19
Figura 3. Características en la construcción de postes	29

## Lista de Tablas

	Pág
Tabla 1. Anchos mínimos para desarrollar vías.	15
Tabla 2. Flujo luminoso de las bombillas utilizadas en alumbrado público de Bogota D.C.	34
Tabla 3. Especificaciones técnicas de los balastos.	36
Tabla 4. Especificaciones para postes de concreto en alumbrado público.	37
Tabla 5. Especificaciones para postes metálicos en alumbrado público.	38
Tabla 6. Índice de granulometría para relleno B – 0200.	44
Tabla 7. Índice de granulometría para relleno B – 0600.	45
Tabla 8. Duración reglamentada de los trabajos realizados por subcontratistas.	57

## **Lista de Fotografías**

	Pág
Fotografía 1. Canalización en zona verde con la respectiva señalización	62
Fotografía 2. Vista de árboles para poda	63
Fotografía 3. Acumulación de escombros, producto de una poda	64

## Lista de Anexos

	Pág
<b>Anexo A:</b> Detalles constructivos de las canalizaciones de acuerdo al tipo de zona	69
<b>Anexo B:</b> Detalles constructivos de la caja exclusiva de alumbrado público	72
<b>Anexo C:</b> Detalles de construcción del marco y tapa para la caja de inspección exclusiva de alumbrado público	75
<b>Anexo D:</b> Diagrama de flujo	77
<b>Anexo F:</b> Archivo fotográfico	80

**TÍTULO:** ELABORACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN DE UNA EXPANSIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO CON RED SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BOGOTÁ D.C.<sup>1</sup>

**RUBIELA CÁRDENAS SANDOVAL\*\***

**PALABRAS CLAVES:** Luminaria, Balasto, Apoyos, Canalización, Cámara de inspección, Alumbrado público.

El trabajo presenta el procedimiento para planeación y ejecución de una expansión de alumbrado público con red subterránea en la ciudad de Bogotá D.C. Este procedimiento se establece debido a la necesidad de minimizar los sobrecostos ocasionados por las acciones correctivas.

Básicamente el trabajo se divide en tres partes mencionadas a continuación, en las cuales se resume la labor realizada durante la práctica empresarial cumplida en CENERCOL S.A. empresa contratista encargada de alumbrado público. En primera medida se citan los materiales utilizados en la infraestructura de alumbrado público, su descripción y adecuada utilización. Luego se estudian las normas técnicas adoptadas por CODENSA S.A. ESP, empresa prestadora del servicio en esta área, adicional a las normas técnicas para la construcción de la infraestructura nueva, también se presentan las normas empleadas para intervenir espacio público, las cuales se reglamentan por el Instituto de Desarrollo Urbano con el fin de garantizar la idoneidad y recuperación del mismo.

Finalmente se describe cada una de las actividades que conforman este procedimiento de tal forma que sea una guía útil para las futuras modificaciones de alumbrado público requeridas en el área metropolitana de Bogotá D.C. Aquí también se presenta el desarrollo de una expansión realizada en un sector de la ciudad ejecutada en octubre y noviembre de 2004.

---

<sup>1</sup> Trabajo de Grado.

\*\* Facultad de Físico-Mecánicas, Programa de Ingeniería Eléctrica, Director: Ing. Ciro Jurado Jerez.

**TITLE:** IMPLEMENTATION OF THE PROCEDURE FOR THE EXECUTION OF A PUBLIC STREET LIGHTING EXPANSION WITH UNDERGROUND NET AT METROPOLITAN AREA OF BOGOTA D.C.<sup>2</sup>

**RUBIELA CARDENAS SANDOVAL\*\***

**KEYWORDS:** Luminaire, ballast, supports, system of conduits, inspection chamber, public street lighting

Work presents the procedure for designing and execution of a public street lighting expansion with underground net at the Bogotá city D.C. this procedure is established because of the need of diminish the overcharge provoked from the corrective actions.

Basically the work is divided on three sections what is going to be mentioned, wich is summarized the labor carry out during the entrepreneurial practice done at contractor enterprise CENERCOL S.A. wich is charged of public street lighting. First are named the materials used in the public lighting infrastructure, its description and adequate use. Then is studied the technique standards adopted by CODENSA S.A. ESP, which is the enterprise that execute the service on this area, add to the technique standards for the construction of the new infrastructure, also is presented the standards used in order to intervene public space, which is ruled by the urban develop institute in order to guarantee the fetness and its recovery.

Finally is described every activity that comprise this procedure so is a useful guide for future modifications of public lighting requiered at the metropolitan area of Bogotá D.C. here also is presented the developing of a expansion carry out in a sector of the city executed in october and november of 2004

---

\*Thesis

\*\* Physical – Mechanics Faculty, Electrical Engineer Program, Director: Engineer Ciro Jurado Jerez

## **Introducción**

Las modificaciones en la infraestructura de alumbrado público obedecen a la necesidad de abastecer de iluminación un sector desprovisto del servicio, el cual es muy importante para la seguridad de los automotores y transeúntes, permitiendo el mejoramiento económico y social del sector relacionado.

El estudio plantea la adecuada planeación y ejecución de los trabajos relacionados con una expansión teniendo en cuenta la normativa vigente adoptada por CODENSA, ya que es quien finalmente aprueba cada una de las obras realizadas.

Dependiendo de la ubicación se aprovecha la utilización de la infraestructura existente como cámaras de inspección, canalización, apoyos. En la mayoría de sectores se utilizan las canalizaciones existentes.

De esta forma se inicia el proceso el cual varía dependiendo de la magnitud de los trabajos, los cuales tienen tiempos ya estipulados acordados con CODENSA.

En el cuerpo del trabajo se presenta un caso específico de una expansión realizada en la Carrera 53 entre Calles 37 y 38 A, la cual reúne las posibles variaciones encontradas en una expansión de este tipo permitiendo mostrar de una forma más específica la utilización del procedimiento.

## 1. Descripción general del sistema de alumbrado público de Bogotá D.C

El objetivo fundamental del alumbrado público es proporcionar iluminación suficiente y con calidad, de tal forma que garantice la seguridad tanto para el tráfico automotor, como para los peatones y también proporcionar un aspecto estéticamente atractivo de acuerdo a la infraestructura del sector, condiciones ambientales y costos. Adicionalmente es importante facilitar la preservación del orden público.

Las consideraciones de visibilidad más importantes a tener en cuenta son la **confiabilidad de la percepción** y la **comodidad visual**, ya que de esta forma tanto el conductor como el transeúnte circularán por los espacios con seguridad y confianza.

Finalmente es necesario garantizar unas condiciones favorables que faciliten el mantenimiento de esta infraestructura.

Es importante tener en cuenta que los materiales utilizados en las expansiones, así como en todas las áreas en las que se presta el servicio son suministrados por CODENSA, y todos ellos están garantizados como productos de calidad ante organismos especializados.

De acuerdo a las normas de construcción de alumbrado público reglamentadas por CODENSA, conforme a la clasificación establecida en los Artículos 155 “Clasificación de las secciones viales” y 158“ Definición y dimensión de las reservas viales” del Plan de Ordenamiento Territorial **POT**; Las vías se clasifican de la siguiente forma:

Vías arterias (V0 a V3)

Vías locales (V4 a V9)

Para caracterizar las vías se tiene en cuenta los anchos de las mismas, como se muestra en la tabla:

Tabla 1. Anchos mínimos para desarrollar vías

Anchos mínimos para desarrollar vías	
Vía	Descripción
V – 0	100 m
V - 1	60 m
V – 2	40 m
V – 3	30 m (en sectores sin desarrollar) 28 m (en sectores desarrollados)
V – 3 E	25 m
V - 4	22 m
V - 5	18 m (para zonas industriales y acceso a barrios)
V - 6	16 m
V - 7	13 m (local secundaria en zonas residenciales)
V - 8	10 m (privada comunal o peatonal)
V – 9	8 m (peatonal)

## 2. Características relevantes de los elementos mas representativos en una expansión con red subterránea

### 2.1 Luminaria

Elemento que sirve para distribuir la luz emitida por las bombillas incluyendo todas las piezas necesarias para fijar y proteger la misma.

A continuación se hará una breve descripción de cada uno de los elementos que la conforman:

#### 2.1.1 Protector

Elemento transparente generalmente hecho de acrílico o vidrio, que sirve para proteger la bombilla y el reflector de agentes externos como el polvo, la humedad y la contaminación,

el protector es utilizado en lugar del reflector.

### **2.1.2 Refractor**

También llamado difusor, se encuentra fabricado en vidrio o acrílico, se utiliza para alterar la distribución del flujo luminoso mediante el proceso de refracción de la luz, por lo tanto se encuentra compuesto de prismas para orientar los rayos luminosos de acuerdo con las condiciones requeridas.

La superficie externa del refractor es completamente lisa para prevenir la acumulación de polvo. La fijación del refractor al cuerpo de la luminaria debe ser firme y de fácil montaje.

### **2.1.3 Carcaza**

Elemento donde se alberga el conjunto eléctrico y el sistema óptico, este elemento se encuentra conformado por dos secciones que se acoplan luego de tener montadas las partes de la luminaria. La carcaza por lo general es de una fundición de aluminio hecha a base de moldes de arena o coquillas, pero para disminuir su peso en la actualidad se fabrican estas piezas de materiales sintéticos o de fibra de vidrio.

### **2.1.4 Reflector**

Es el dispositivo que se encarga de transmitir el flujo luminoso por el efecto de reflexión. De acuerdo al factor de reflexión. Los reflectores se clasifican en reflectores de superficie difusa (factor de reflexión de 0,75 a 0,80) y reflectores de superficie especular (con factores de reflexión hasta de 0,85).

### **2.1.5 Portabombilla**

Elemento hecho de porcelana, el cual sostiene la bombilla dentro de la luminaria y la ajusta de tal forma que se establezca el contacto eléctrico.

### **2.1. 6 Balasto**

Es una unidad insertada entre la red y una o más luminarias de descarga el cual por medio de inductancia o capacitancia o la combinación de las dos sirve principalmente

para limitar la corriente de la bombilla hasta el valor requerido, según la norma (NTC 2117).

Puede también incluir medios para transformar la tensión de alimentación y arreglos que ayuden a proveer la tensión de arranque, reducir el efecto estroboscópico, corregir el factor de potencia y/o suprimir la radiointerferencia.

### ***Aspectos principales de un balasto***

#### **Factor de cresta**

Es la relación que existe entre el valor pico y el valor eficaz (r.m.s) de la onda de corriente o de voltaje. Este parámetro se mide durante las pruebas de aceptación o verificación de un balasto. En los balastos el factor de cresta se analiza en la corriente de la bombilla.

El factor de cresta en una onda sinusoidal perfecta es de 1,4; a medida que este factor aumenta en la onda de salida del balasto, la calidad de este es menor, influyendo determinadamente en un decremento en la producción lumínica y por tanto afectando la vida de la bombilla.

El factor de cresta máximo permitido por las bombillas es de 1,8 para las bombillas de sodio a alta presión (NTC 2118).

#### **Regulación**

Es la habilidad del balasto para controlar la potencia de la bombilla con los cambios de tensión en la línea y en los terminales de la bombilla.

Para evaluar la regulación de un balasto se miden las potencias de la bombilla a la tensión mínima y la máxima permisible según su diseño.

#### **Factor de potencia:**

Es la relación entre la potencia de entrada a la luminaria (potencia suministrada a la bombilla mas la potencia consumida por el balasto) y el producto de la tensión por la corriente de entrada.

Según la NTC 2118 el valor mínimo del factor de potencia es 0,9 a frecuencia y tensión nominal.

### **Pérdida de potencia**

Es la potencia consumida por el balasto cuando opera una bombilla. Mientras más baja sea la pérdida de potencia en el balasto, mejor es el rendimiento de la luminaria.

### **Especificaciones Técnicas**

Desde el punto de vista de aislamiento las bobinas de los balastos deben presentar una resistencia de aislamiento de  $2\text{ M}\Omega$  entre el devanado y la cubierta metálica exterior, deben soportar tensión de ensayo de  $2500\text{ V}$  a frecuencia industrial durante un minuto (NTC 2117).

Para escoger un balasto es importante conocer las características eléctricas de la bombilla dado el gran efecto que estas causan sobre el balasto; las principales características eléctricas de las bombillas son:

Voltaje de encendido

Corriente de encendido

Voltajes de operación de la bombilla

### **Balastos utilizados en alumbrado público en Bogotá D. C**

#### **Balasto reactor**

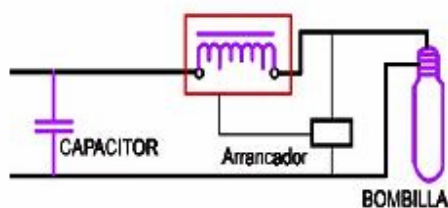


Figura 1. Esquema del balasto reactor

Está compuesto básicamente de una bobina de alambre esmaltado de cobre o aluminio y un núcleo de lámina magnética de gránulo orientado, con las siguientes características:

- Son pequeños livianos y de bajas pérdidas

- Están diseñados para trabajar con variaciones de tensión de entrada de  $\pm 5\%$  la cual produce una variación de  $\pm 12\%$  en la potencia de la bombilla
- Factor de cresta bajo, lo que es importante para la durabilidad de las bombillas
- Corriente de arranque alta permitiendo un calentamiento rápido de la bombilla la cual al poco tiempo suministra su flujo luminoso normal
- Necesitan un condensador para la corrección del factor de potencia
- Soportan bajas momentáneas de tensión de solo un 15% con duración inferior a 15 segundos

### Balasto autorregulado o tipo CWA

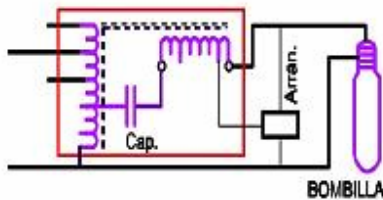


Figura 2: Esquema del balasto autorregulado

Esta compuesto por un autotransformador para acoplar el primario a las diferentes tensiones de línea para las cuales se diseña. A una derivación del primario se acopla por medio de un condensador a la bobina secundaria. La bobina secundaria y el condensador forman un circuito regulador con una característica importante de efecto estabilizador de la corriente. La reactancia inductiva es menor que la capacitiva y la función estabilizadora es principalmente lograda por el condensador. Sus pérdidas son mayores que las del balasto reactor.

**Balasto autorregulado o tipo CWA para bombillas de vapor de sodio:** En los balastos para bombillas de vapor de sodio con alta presión las características de operación han sido normalizadas y para cada tipo particular de bombillas se da un trapecio que determina los límites de potencia y de voltaje entre los cuales debe operar la bombilla. Algunas de sus características son:

- Se necesita un dispositivo que produzca pulsos de arranque de por lo menos 2500 V
- La corriente en el balasto durante el arranque, no excede la corriente cuando la bombilla no está estabilizada. Puede tolerar caídas hasta del 25% de la tensión de la línea.
- Este balasto es conveniente para sitios donde hay variaciones de tensión en la red superiores al 5%, dado que provee una mejor regulación.
- Permite que la bombilla funcione sin parpadeos por debajo de la tensión de servicio aumentando su duración.
- La principal desventaja de estos balastos son sus pérdidas eléctricas.

Según la NTC 2243 en las bombillas de sodio con alta presión el balasto debe limitar la potencia a no menos de 95% y no más de 105% de la potencia nominal.

### **2.1.7 Arrancador**

Es un dispositivo que en asocio o no con otro elemento, genera un pulso de tensión lo suficientemente alto para que encienda la luminaria. El arrancador puede producir un pulso en cualquier semiciclo de la tensión de alimentación.

El arrancador solamente funciona durante el inicio del ciclo, es decir cuando produce los pulsos de tensión para comenzar la descarga, y es suprimido cuando la descarga aparece.

Existen dos tipos de arrancadores que se utilizan en el alumbrado público de Bogotá.

Arrancador tipo 2: La tensión de arco (tensión nominal de funcionamiento de la bombilla) es igual a 90 V para la bombilla de 70 W e igual a 100 V para bombillas de 150, 250, y 400 W (tipo americano).

El pulso para el arrancador tipo 2 se debe aplicar al contacto central del portabombillas y se medirá en los terminales de este, cuyo valor varía entre 2500 - 4500 V (NTC 3200).

Arrancador tipo 4: La tensión de arco es igual a 250 V para la bombilla de 1000 W, y el pulso tiene un rango de variación entre 3000V – 5000 V (NTC 3200).

La temperatura del dispositivo no debe exceder los 60°C.

### **2.1.8 Capacitores**

Dispositivos que desempeñan la función de almacenar temporalmente energía, que puede ser aprovechada de diferentes maneras, y de acuerdo a las necesidades de los circuitos en los cuales actúan.

Básicamente un capacitor consta de dos placas de material conductor, separadas por una placa con material dieléctrico. El dieléctrico determina en gran parte la capacidad para almacenar cargas de un capacitor.

Al aplicarle corriente alterna a un capacitor; este se comporta permanentemente como circuito cerrado, y no se presenta flujo de electrones a través del dieléctrico sino, alrededor del capacitor de acuerdo a los cambios de dirección de la corriente alterna.

El efecto real de los capacitores en un circuito c.a es producir un adelanto en la corriente con respecto a la tensión de la fuente. La causa de ese fenómeno es que el potencial acumulado en las placas del capacitor es contrario al de la fuente, y por esta misma razón el primero trata de anular al segundo. Lógicamente el potencial de la fuente se impone, aunque de todos modos se produce el atraso citado. Este efecto es el que hace que el capacitor se utilice en alumbrado público para corregir el factor de potencia el cual es bajo debido al efecto inductivo de los balastos.

Los capacitores utilizados para luminarias actualmente, son secos y se fabrican con una película de polipropileno biaxialmente orientado que actúa como dieléctrico, sobre la que se adhiere una capa muy fina de metal, mediante el proceso de evaporación en cámara de alto vacío.

La bobina es metalizada a fin de asegurar la conexión entre polos y luego encapsulada en envase y resina plásticas, para garantizar un total aislamiento de las condiciones ambientales.

Una característica de estos capacitores es la autorregeneración. El arco eléctrico que se genera en un área hueca o débil del dieléctrico, hace que el metal en ese punto se

evapore, regenerando en esta forma la condición de aislamiento inicial. Esto permite que el condensador mantenga una capacidad constante durante su vida útil.

Los capacitores son utilizados para corregir y mantener el factor de potencia en las luminarias de alumbrado público y cerrarle el paso a los pulsos del arrancador para que no retorne a la línea de alimentación del sistema.

### **Características técnicas**

- El capacitor es de tipo seco y con cubierta plástica.
- El capacitor utilizado en alumbrado público debe tener una tolerancia de  $\pm 3\%$  en el valor de su capacitancia, tanto para el balasto tipo reactor, como para los del tipo autorregulado o CWA.
- El cambio del valor de la capacitancia con variaciones de temperatura entre  $23^{\circ}\text{C}$  y  $0^{\circ}\text{C}$  debe estar dentro del rango de  $+2\%$  a  $-5\%$  y para un cambio de temperatura de  $23^{\circ}\text{C}$  a  $90^{\circ}\text{C}$  debe estar dentro de un rango de  $+2\%$  a  $-7\%$ .
- Los capacitores deben ser del tipo no inductivo y ser aptos para trabajar hasta  $330\text{ V}$   $60\text{ Hz}$  sin afectar las condiciones normales de funcionamiento.  
Los capacitores deben funcionar a una temperatura máxima de  $60^{\circ}\text{C}$  (según NTC 2230).
- Los capacitores deben tener internamente una resistencia de descarga entre sus terminales, que garantice una tensión en bornes del capacitor de  $50\text{ voltios}$  o menos, después de un minuto de haber desconectado la fuente de alimentación.
- Los capacitores deben soportar una tensión de  $1,75$  veces la tensión nominal entre terminales por espacio de un minuto y  $2$  veces la tensión nominal mas  $1000\text{ voltios}$  entre terminales y carcasa.

Para toda luminaria solo se puede instalar un capacitor por balasto, es decir, que por ningún motivo se debe instalar capacitores en paralelo para conseguir la capacidad especificada por el fabricante del balasto, pues puede suceder que el valor de la tolerancia de su capacidad se encuentre por encima del valor permitido.

### **Tensión de trabajo y de perforación del dieléctrico**

Si un capacitor es sometido a una tensión excesiva, el dieléctrico no podrá soportarlo y se perforará. Téngase en cuenta que las armaduras están muy próximas y un aumento de tensión produce a su vez un aumento de atracción entre las cargas de ambas armaduras.

De aquí surge el concepto de **tensión de perforación** que se define como la tensión máxima que es capaz de soportar un capacitor sin que se destruya su dieléctrico.

Por supuesto no es recomendable que la tensión a la que trabaja el capacitor sea mayor que la de perforación. De aquí nace el concepto de **tensión de trabajo**, que se define como la tensión a la que puede funcionar un capacitor de una forma permanente sin sufrir daños. Esta tensión es la que se encuentra indicada en la superficie de los capacitores.

La tensión de trabajo de un capacitor tiene una gran incidencia en las dimensiones de estos. Cuanta más tensión de trabajo posea el condensador mayor tiene que ser el espesor del dieléctrico, lo que hace que haya que aumentar en estos casos la superficie de las placas para conseguir una capacidad considerable. De tal forma se pueden encontrar capacitores de baja tensión y elevada capacidad que presenten un tamaño similar al de otros de elevada tensión y pequeña capacidad.

Todos los malos contactos en los circuitos del capacitor pueden provocar pequeñas chispas produciendo oscilaciones de alta frecuencia que pueden sobrecalentar demasiado los capacitores, se recomienda la inspección regular de todo el equipo.

### **2.1.9 Fusibles**

Son dispositivos utilizados para la protección de los conductores y los componentes de las redes, contra sobrecorrientes producidas tanto por sobrecargas, como por cortocircuito.

Existen sobrecargas causadas por aumentos temporales de corriente, las cuales ocurren generalmente cuando se energizan los transformadores, o en el caso de las luminarias

que utilizan balastos reactores, durante las corrientes de arranque en las bombillas de descarga en gas.

Estas corrientes de sobrecarga o transientes son de ocurrencia normal y no tienen un efecto dañino sobre los componentes del circuito, por lo que es indispensable que los fusibles no reaccionen a estas corrientes.

En las luminarias el fusible aísla la falla evitando que el daño se extienda a la red.

Dentro de los fusibles generalmente se ubican uno o varios fusibles que se encuentran encapsulados en tubos, la resistencia de los mismos es mínima y poseen unos contactos en sus extremos para su conexión.

### **Parámetros para seleccionar un fusible**

**Voltaje:** El valor del voltaje de un fusible debe ser por lo menos igual al voltaje nominal del circuito. El valor de voltaje de un fusible depende de su capacidad para abrir un circuito bajo condiciones de sobrecorriente.

**Corriente:** El amperaje de un fusible no debe exceder la capacidad de corriente que maneja el circuito.

**Capacidad de interrupción:** Se define como el valor que determina la capacidad de un dispositivo para mantener su integridad cuando actúa en las mismas condiciones de falla. Si la corriente de falla excede el nivel de capacidad de interrupción del dispositivo, este puede destruirse causando daños adicionales.

### **Tipos de fusible**

Fusible limitador de corriente de elemento sencillo: Este tipo de fusible no tiene retardo en el tiempo, se compone de varias laminas las cuales se encuentran encapsuladas y conectadas eléctricamente a las tapas metálicas de un tubo o cartucho que contiene un material de relleno, el cual tiene como función extinguir los arcos de tensión.

Estos fusibles son especialmente útiles en los circuitos que no presentan sobrecorrientes transitorias.

Fusible limitador de corriente de elemento doble: Este tipo de fusibles contiene dos elementos distintos conectados eléctricamente en serie, las láminas fusibles que son idénticas a las utilizadas en los fusibles de elemento sencillo cumplen la función de proteger contra corrientes de cortocircuito. Los otros elementos de descarga garantizan la protección contra sobrecorrientes de bajo nivel, manteniendo una carga cinco veces mayor que el valor en amperios del fusible durante un tiempo de 10 segundos, esta es la principal característica de los fusibles con retardo de tiempo.

Este tipo de fusibles es utilizado en circuitos sometidos a sobrecargas temporales.

De acuerdo con la corriente máxima de cortocircuito presentada en las luminarias de alumbrado público (aproximadamente 3 kA). El fusible escogido para las luminarias debe tener la capacidad para soportar este nivel de corriente de falla, por tanto se usan fusibles limitadores de corriente con capacidad de interrupción de 10 kA.

#### **2.1.10 Fotocontrol**

El fotocontrol es un dispositivo que controla una carga eléctrica por la variación de la iluminación del ambiente.

El control con fotocelda consiste en una resistencia de sulfuro de cadmio, que varía inversamente a la cantidad de luz incidente en su superficie controlando el paso de corriente en el dispositivo.

Se requiere que las fotoceldas tengan un tiempo de retardo en el cambio de valor de resistencia, de tal forma que se evite el accionamiento del fotocontrol por incidencia de rayos de luz sobre la fotocelda.

El fotocontrol posee un descargador de sobretensiones de estado sólido llamado varistor. El varistor proporciona una protección fiable y económica contra transitorios de alto voltaje que pueden ser producidos por ejemplo por relámpagos, conmutaciones forzadas o ruido eléctrico.

Cuando aparece un transitorio o una sobretensión prolongada, el varistor cambia su resistencia de un valor alto a otro valor muy bajo. El transitorio o la sobretensión es absorbido por el varistor protegiendo de esta manera los componentes sensibles del circuito.

Condiciones de servicio:

Temperatura ambiente entre  $-5^{\circ}\text{C}$  y  $70^{\circ}\text{C}$

Tensión nominal 120 – 27 V

Rango de tensión 105 – 285 V

Capacidad de carga 1000W /1800VA

Según la NTC 2470

Existen tres clases de fotocontroles: Térmicos, electromecánicos y electrónicos, de los cuales el más común es el electromecánico.

Fotocontroles electromecánicos

La operación de estos fotocontroles se efectúa mediante un electroimán que abre o cierra los contactos de carga dependiendo del nivel de iluminación del ambiente, dichos contactos deben soportar 5000 operaciones siendo una operación de ciclo completo (una conexión y una desconexión).

## **2.2 Apoyos**

### **2.2.1 Postes de concreto**

En el mercado se encuentran varios tipos determinados por su fabricación y los materiales utilizados en ella.

### **Poste de hormigón armado**

El poste de hormigón armado es el más utilizado en las líneas eléctricas de baja y media tensión. Con la finalidad de mejorar las cualidades del hormigón armado, la fabricación de los mismos se lleva a cabo mediante vibración, centrifugado y actualmente por precompresión.

Según el sistema de fabricación se dividen en:

- Postes de hormigón armado vibrado.
- Postes de hormigón armado centrifugado.
- Postes de hormigón armado pretensado.

### **Poste de hormigón armado vibrado**

Es un sistema nuevo de poste de hormigón armado, es decir, los materiales empleados en la fabricación de un poste de hormigón armado se someten a unas vibraciones, bien sea a través de la armadura, o bien con la ayuda de vibradores ordinarios, consiguiendo que la masa de hormigón se vaya asentando y reduciendo el volumen de aire ocluido. La frecuencia de las vibraciones oscila entre 5000 y 24000 vibraciones por minuto.

La sección de estos postes suele ser rectangular o en forma de doble T. Tienen alturas comprendidas entre los 7 y los 18 metros.

El poste de hormigón vibrado es el más extendido de todos, ya que tiene la ventaja de poder fabricarse en el lugar de implantación, reduciendo así los costos de transportes.

### **Poste de hormigón armado centrifugado**

Su forma es troncocónica y su armadura es longitudinal y transversal. La armadura longitudinal se reparte uniformemente, en su sección circular, y zunchada mediante la armadura transversal, formada por dos o más espirales de sentido contrario arrolladas a lo largo de la armadura longitudinal.

Se fabrican en moldes de madera, que giran alrededor de su eje a una gran velocidad, sobre unas 800 r.p.m, comprimiéndose el hormigón por la fuerza centrífuga, quedando una superficie exterior compacta a un grosor adecuado, formando bloque con las armaduras metálicas y dejando la parte interior hueca.

El desmolde puede hacerse al día siguiente de la operación, pero el transporte no se puede realizar hasta después de unas 3 semanas.

En algunos casos especiales, la armadura longitudinal no se reparte uniformemente en la sección circular, consiguiendo un poste con diferente resistencia en las distintas direcciones.

Su aplicación principal es en montajes de líneas eléctricas y como mástiles para alumbrado público. En líneas eléctricas se emplean, sobre todo, en electrificaciones rurales, líneas de alta y baja tensión, ferrocarriles, electrificaciones de tranvías, etc. En alumbrado satisface todas las exigencias de altura y esfuerzo.

Las líneas montadas con este tipo de postes son muy variadas, desde baja tensión hasta tensiones de 220 kV y combinando varios postes, se pueden construir apoyos de ángulo, anclaje, derivación, etc.

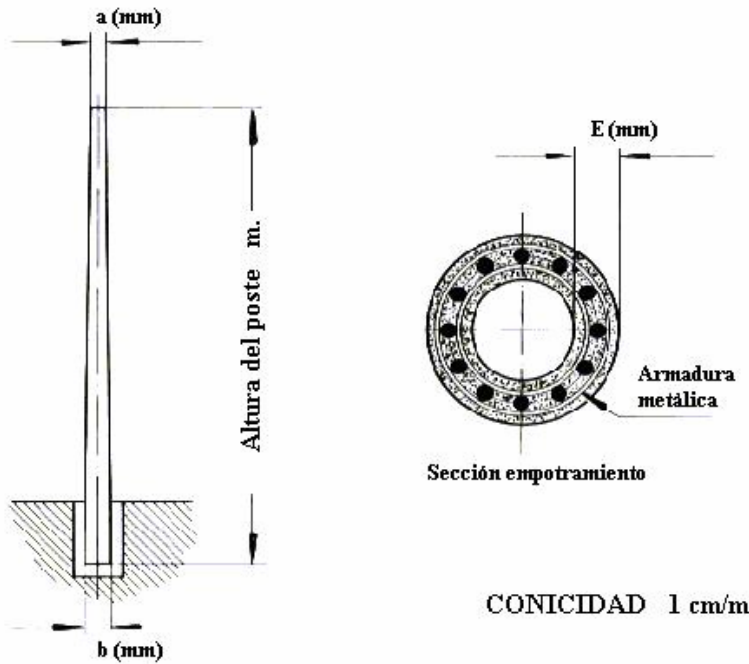
No se emplean en lugares de difícil acceso, por la dificultad de transporte, ya que no se pueden fabricar en talleres provisionales colocados en las cercanías del tendido.

### **Poste de hormigón armado pretensado**

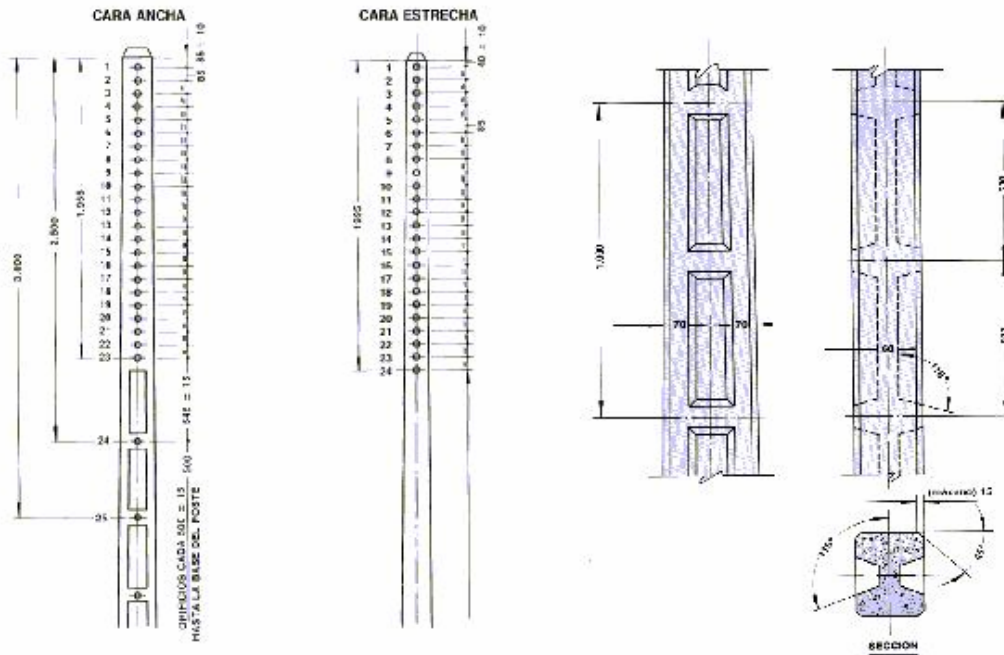
Es una técnica nueva en la fabricación de postes de hormigón, empleándose cada día más por ser más baratos que los de hormigón corriente, al requerir menos material férreo. Se fabrican con hormigón vibrado y llevan en su interior alambres de acero que se someten a tensión antes de colar el hormigón. Cuando el hormigón adquiere cierto grado de fraguado, se cortan los hilos; al quedar sin tensión, los hilos tienden a acortarse, pero, al impedirlo la masa de hormigón, comprimen ésta, convirtiéndose en un soporte pretensado.

Figura 3. Características en la construcción de postes

### POSTE DE HORMIGÓN ARMADO CENTRIFUGADO



### POSTES DE HORMIGON ARMADO VIBRADO



### **2.2.2 Postes metálicos**

El metal más empleado en la fabricación de este poste es el acero en forma de tubo o bien de perfiles laminados en L, U, T, I, etc; En algunos casos se emplea hierro fundido o aleaciones ligeras de aluminio-acero. Para unir los diversos perfiles se emplean remaches, tornillos, pernos y en algunos casos, la soldadura.

Los postes metálicos utilizados en alumbrado público se clasifican en:

- Postes tubulares.
- Postes perfiles laminados.

#### **Poste metálico tubular**

Está formado por tubos de acero de diferentes diámetros, fabricados de una sola pieza, con uno o varios estrechamientos o fabricados de varias piezas, con juntas tubulares o cilíndricas, mediante tornillos.

El poste tubular es ligero y resistente y de aspecto exterior muy bueno. Se emplea para instalaciones en el interior de poblaciones.

#### **Poste metálico de perfiles laminados**

Empleado casi exclusivamente en baja tensión, está formado por perfiles de U, I, etc, y con la unión o acoplamiento de varios de estos perfiles.

### **2.3 Canalizaciones**

Son básicamente las zanjas necesarias para alojar los ductos. Dependiendo del tipo de circuito y zona, se construye la canalización, específicamente para un circuito exclusivo de alumbrado público la canalización debe tener 60 centímetros de ancho para 1 y 2 ductos de 3 pulgadas y la profundidad depende del tipo de zona donde se construya ya sea zona verde, cruce de calzada o andenes.

Los ductos utilizados en la canalización para alumbrado público son de PVC corrugado de 4 y 3 pulgadas.

## **2.4 Cámaras de inspección**

Estas estructuras se construyen con el fin de facilitar la instalación y el mantenimiento de las redes subterráneas, en la actualidad existen varios tipos de cámaras normalizadas las cuales son:

Caja de inspección de alumbrado público (Norma CS 274)

Caja de inspección sencilla para redes de baja y media tensión (Norma CS 275)

Caja de inspección doble para redes de baja y media tensión (Norma CS 276)

Caja de inspección triple (Norma CS 277)

Caja para uso tipo vehicular (Norma CS 280)

Caja de inspección cilíndrica prefabricada para zonas verdes (Norma AP 281)

Las cajas de inspección sencillas se utilizan entre cajas de inspección doble, en acometidas de baja tensión y subterranización de acometidas junto al poste. Las cajas dobles se construyen en las esquinas, en las derivaciones subterráneas de los circuitos primarios y en las acometidas subterráneas de transformadores en poste.

La separación normal entre cajas es de 30 a 40 metros, pero donde se requiera se permite una separación máxima de 80 metros, cuando no haya necesidad de derivaciones y se cuente con los medios adecuados para instalar los cables.

Cuando los bancos de ductos consten de más de 6 ductos, todas las cajas serán dobles. Las cajas de inspección pueden ser prefabricadas o no. Las paredes son en ladrillo tolete recocido, el piso en concreto de  $175 \text{ kg/cm}^2$ , sobre una capa de recebo previamente compactada.

En el piso de las cajas se ubica un drenaje (caja o tubería) el cual es opcional, dependiendo del nivel freático de la zona donde se este llevando a cabo la obra.

### **3. Revisión de las normas empleadas por CODENSA para construcción de infraestructura de alumbrado público.**

La normatividad para la construcción de infraestructura de alumbrado público en Bogotá D.C está basada en el manual único de alumbrado público, el cual fue expedido por la Unidad Ejecutiva de Servicios Públicos, entidad que controla la prestación de todos los servicios incluyendo los prestados por CODENSA S.A. ESP.

Esta normatividad esta especificada para cada uno de los elementos representativos de una expansión.

#### **Circuitos de alumbrado público**

Los circuitos de baja tensión de alumbrado público serán **aéreos** en los siguientes casos:

- En vías clasificadas como V4 a V9 en estratos clasificados por el DAPD como Estrato 1, Estrato 2 y Estrato 3.

Los circuitos de baja tensión de alumbrado público serán **subterráneos** en los siguientes casos:

- En vías arterias clasificadas como V0, V1, V2 y V3.
- En urbanizaciones de estratos definidos como 4, 5 y 6 de acuerdo con el Decreto 1192 del 22 de diciembre de 1997 del Distrito Capital.
- En zonas de conservación histórica.
- En aquellas zonas que por su desarrollo comercial y urbano lo requieran a juicio de CODENSA S.A. ESP.

Los circuitos de alumbrado público en vías arterias (tipo V0 y V1) son subterráneos trifásicos tetrafilares de 480/277 voltios, derivados de transformadores exclusivos de alumbrado. La capacidad de estos transformadores exclusivos es de 30, 45 o 75 kVA, de los cuales normalmente se derivan (4) circuitos radiales. El control del alumbrado se hace generalmente en forma individual, mediante fotocontroles instalados en cada luminaria.

Los cables normalizados por CODENSA S.A. ESP para esta clase de circuitos son en conductor de aluminio calibres No. 4, No. 2, No. 1/0 AWG – THW o en conductor de cobre calibres No. 6, No. 4 y No. 2 AWG - THW. El conductor del neutro se aterriza en el transformador y en las cajas de inspección cada tercer poste y al final del circuito de baja tensión. También se deben aterrizar los postes metálicos.

En vías arterias (tipo V2 y V3), el alumbrado público podrá alimentarse a través de circuitos subterráneos trifásicos trifilares a 208 V, o circuitos subterráneos trifásicos tetrafilares de 480/277 V.

Los circuitos subterráneos de alumbrado público pueden ser de dos tipos: Utilizando canalización eléctrica o con cable directamente enterrado.

Los circuitos directamente enterrados se emplean en sitios donde el alto grado de vandalismo lo ameriten; pero sólo se permite en zonas verdes. En este caso el conductor utilizado debe ser de aluminio doble aislamiento XLPE-PVC 600 voltios 90 °C .

En los circuitos subterráneos con ductería se debe utilizar conductor con aislamiento sencillo PVC, 600 voltios, 75 °C.

Los circuitos de baja tensión a 208 voltios de alumbrado público en vías locales pueden ser aéreos o subterráneos, alimentados de los transformadores de distribución. El control del alumbrado de estos circuitos en vías se hace generalmente en forma individual mediante fotocontroles instalados en cada luminaria.

Para redes existentes de distribución secundaria residencial con cinco (5) conductores, las luminarias de estas vías locales se conectan entre la línea de control de alumbrado y la segunda fase (fase B) de la red y los circuitos de alumbrado pueden ser controlados mediante control múltiple, utilizando contactores electromagnéticos comandados por un fotocontrol o reloj.

En las redes de distribución secundarias con red trenzada, las luminarias se conectan entre fases distintas y tienen control individual mediante fotocontrol.

Cada transformador de distribución debe alimentar las luminarias de su zona de servicio. Los postes de la red de distribución urbana secundaria se colocan con una interdistancia entre 30 y 40 metros.

En las zonas residenciales, donde las redes de distribución de energía eléctrica son aéreas, el alumbrado público está supeditado a la interdistancia en que están colocados los postes de la red de distribución y en las vías locales en cada poste debe ir una luminaria, con características tales que cumplan con los niveles de iluminación exigidos por CODENSA S.A.

### **Luminarias**

Se adoptó la utilización de bombillas de sodio de alta presión para alumbrado público ya que las bombillas de mercurio se han dejado de producir desde enero de 1994 debido a los efectos nocivos que sobre el medio ambiente producen los desechos de esta bombillería, al ser manejados irresponsablemente. El mercurio tiene un tiempo de degradación del orden de diez mil (10.000) años.

Por norma de construcción de alumbrado público en Bogotá D.C y áreas de influencia de CODENSA, se tendrá en cuenta lo siguiente:

Se utilizarán luminarias con bombillas de los siguientes flujos luminosos

Tabla 2. Flujo luminoso de las bombillas utilizadas en alumbrado público de Bogotá D. C

<b>Bombillas de Sodio Alta presión</b>	<b>Flujo Luminoso(Lm)</b>
70	6500
150	16500
250	32000
400	55000
1000	130000

La superficie de la vía será **tipo R2 (concreto usado) ó R3 (asfalto usado)**, con base en la **CIE 30-2**, cuyo coeficiente de luminancia promedio es **Qo = 0,07**.

Las luminarias de alumbrado público de vías arterias o avenidas, debe ser del tipo horizontal cerrada con carcasa enteriza con bombillas de sodio de alta presión de 150, 250 y 400 vatios.

En alamedas y ciclorutas adyacentes a las vías arterias, serán utilizadas luminarias de 70 ó 150 vatios sodio, horizontal cerrada con carcasa enteriza.

En las vías locales incluidas sus alamedas, parques y ciclorutas, las luminarias deben ser del tipo horizontal cerrado con bombilla de sodio alta presión de 70 vatios, pueden ser de carcasa enteriza o carcasa partida, pero deben tener en todos los casos certificado de conformidad de producto.

En todos los casos el conjunto óptico de las luminarias deben tener como mínimo un índice de protección IP 65 según la Resolución CREG 070 del 28 de mayo de 1998, numeral 8.2.

Para las acometidas desde la red subterránea de alumbrado público a la luminaria, se utilizan dos alambres de cobre No. 14 AWG-THW en ducto metálico galvanizado de ½" con capacete.

El conjunto eléctrico de la luminaria debe estar constituido por: balasto, condensador, arrancador, bornera de conexiones y, en los casos aplicables, fusibles. Este conjunto debe acoplarse en el interior del cuerpo de la luminaria y diseñarse para fácil montaje, inspección, limpieza, mantenimiento y remplazo de sus elementos; para ello, todas las conexiones internas deben estar claramente identificadas.

### **Balastos**

Para las bombillas de sodio de alta presión, se debe utilizar balastos tipo reactor, de acuerdo con las tensiones de servicio aplicables, individuales o multiderivación.

Las principales características eléctricas requeridas, recomendaciones y tolerancias admitidas en un balasto, siendo medido comparativamente contra balastos y bombillas

patrón utilizadas en los laboratorios conforme a lo estipulado en las normas **NTC 2117**, **NTC 2118** y **NTC 2243**, son las siguientes:

Los balastos empleados en la operación de las luminarias de sodio son los descritos en la tabla mostrada a continuación:

Tabla 3. Especificaciones técnicas para balastos

Descripción		70 W	150 W	250 W	400 W	1000 W
Tensión de conexión	V	208	208	208	208 220	208 220
Reactor		220	220	220		
		240	240			
Potencia en la bombilla a tensión objetivo en la misma	W	95% a 105% de lo medido con el balasto y la bombilla utilizada en los ensayos de laboratorio a tensión objetivo				
Tensión bombilla: <b>IEC</b> objetivo	V	90		100	110	
Máxima	V	105		115	117	
Mínima	V	75		85	74	
Tensión bombilla: <b>ANSI</b> objetivo	V		100	100	100	250
Máxima	V		115	115	115	275
Mínima	V		85	85	84	210
Corriente máxima de cortocircuito (entre 92% y el 106% de tensión nominal de conexión)	A	1,96	3,24	5,4	8,28	8,46
Tensión nominal de circuito abierto (92% de tensión nominal de conexión)	V	198	198	198	198	456
Voltaje pico de arranque	V					
Mínimo	V	1800	2500	2500	2500	3000
Máximo	V	2500	5000	5000	5000	5000
Variación máxima de la potencia de la bombilla para variaciones de tensión nominal de Línea de $\pm 5\%$		Cumplir con los requerimientos establecidos en las normas NTC 2243 (IEC 662)				

La luminaria debe estar provista de un sistema de fijación adecuado para ser instalada en los brazos normalizados, o en forma similar cuando el diseño requiera utilizar un brazo diferente, con un tope que determine su fijación, para cumplir con el diseño fotométrico garantizado.

La luminaria debe estar provista de un sistema de sujeción para montaje, que permita la fijación de ésta al tubo soporte mediante varilla grafilada pasante de 3/8", u otro sistema previa aprobación de la UESP(Unidad ejecutiva de Servicios Públicos) y el Operador del SAP(Sistema de Alumbrado Público), para impedir que agentes vandálicos puedan retirarla. Esta varilla grafilada debe suministrarse con la luminaria.

Los terminales de conexión eléctrica deben ser fácilmente accesibles, permitiendo el fácil ingreso de los cables de acometida a través de una prensa-estopa y estar provistos de una bornera de conexiones, exclusivamente para alimentación y derivación, que permita la entrada de conductores de alambre de cobre de calibres entre 14 AWG y 10 AWG.

## Apoyos

Se utilizan postes de concreto o metálicos dependiendo del diseño y la infraestructura del sector en el cual se realizara la expansión.

### Postes de concreto

En el alumbrado Público de Bogotá D.C, se utilizan postes de concreto con las siguientes características:

Tabla 4. Especificaciones para postes de concreto de alumbrado público

Longitud (m)	Altura Libre(m)	Longitud de enterramiento (m)	Diámetro Cima (mm)	Diámetro base (mm)	Carga de rotura (kg)
10	8,4	1,6	140	290	510
12	10,2	1,8	140	320	510
14	12	2	140	370	750
16	14	2	180	420	750
18	16	2	200	470	750

El montaje de las luminarias puede ser doble y sencillo, especialmente diseñados para alumbrado público vehicular, peatonal y parques.

La conicidad debe ser de 1,5 cm/m de longitud, para todos los tipos de postes de sección circular llena, anular o de sección octogonal, ya sean centrifugados, vibrados o pretensados.

### Postes metálicos

En el alumbrado público de Bogotá D.C, se utilizan postes metálicos con las siguientes características:

Tabla 5. Especificaciones para postes metálicos de alumbrado público

Longitud (m)	Diámetro cima (mm)	Diámetro base (mm)	Carga de rotura (kg)	Espesor lamina (mm)	Espesor base (mm)	Ancho base (mm)	Distancia orificios (mm)	Diámetro del orificio (mm)
6	101.6	101.6		4	6.3	400	300	22
8	127	170	240	3	12	400	300	22
9	127	170	220	3	12	400	300	22
10	127	190	200	3	12	400	300	22
12	127	190	180	3	12	400	300	22
14	127	250	160	3	12	500	400	24
16	140	250		4	19	500	400	24

El montaje de las luminarias puede ser doble y sencillo, y de doble propósito, especialmente diseñados para alumbrado público peatonal, plazoletas y parques.

Los materiales empleados para la fabricación de los postes, serán de acero galvanizado y deberán cumplir con las especificaciones de las normas **A.S.T.M.** (*American Society for Testing and Materials*). Tanto el poste y la base del mismo, como el brazo de montaje de

la luminaria deberán ser de gran rigidez y resistencia mecánica libre de impurezas y porosidades.

La altura mínima establecida para los postes metálicos, tanto de soporte sencillo como doble, para vías peatonales, es de 6,00 metros.

El acabado exterior del cuerpo del poste debe ser de color gris aluminio, similar al aluminio metalizado (RAL 7004), garantizando la adherencia de la pintura y estabilidad del color contra rayos ultravioleta.

### **Postes históricos**

El montaje de las luminarias puede ser doble y sencillo, especialmente diseñados para iluminación del centro histórico y áreas con similares características, así como el alumbrado público de algunas vías peatonales, plazoletas, alamedas y parques.

Los materiales empleados para la fabricación de los postes y brazos, serán en tubo metálico galvanizado, volutas en fundición de aluminio y deberán cumplir con las especificaciones de las normas **A.S.T.M.** (*American Society for Testing and Materials*). Tanto el poste y la base del mismo, como el brazo de montaje de la luminaria deberán ser de gran rigidez y resistencia mecánica libre de impurezas y porosidades.

El globo de policarbonato será traslucido pero no transparente, con accesorios eléctricos incorporados -para bombillas de sodio de 70 W ó de 150 W.

El acabado exterior del cuerpo del poste debe ser de color similar al aluminio metalizado (RAL 7004), garantizando la adherencia de la pintura y estabilidad del color contra rayos ultravioleta.

### **Canalizaciones**

En las canalizaciones para redes exclusivas de alumbrado público se instalan 1 o 2 ductos de 3 pulgadas (Norma AP 200).

Los dos ductos de tres pulgadas se exigen para el cruce de vías, cuando éste se hace solo para el alumbrado público. Las canalizaciones deben estar de acuerdo con la Norma CS 203.

El ancho de las zanjas donde se instalan ductos y la profundidad de las zanjas tienen en cuenta los requerimientos de esfuerzos a que pueden estar sometidos los ductos según el sitio donde estén instalados.

El fondo de la zanja debe ser uniforme y debe compactarse para evitar posibles pandeos de la canalización y se debe tener una capa de arena de peña con un espesor mínimo de 40 milímetros en el fondo de la zanja.

Las uniones de ductos dentro del tendido de la ductería deben quedar traslapados, nunca deben quedar una sobre otra.

Después de haber colocado una capa de 200 milímetros de material de relleno sobre los ductos, se debe compactar el material con "rana" o "pisón" en capas de 150 milímetros hasta la superficie.

El tendido de ductos se ha de efectuar lo más recto posible y en caso de cualquier cambio de dirección se debe construir una caja de inspección para tal efecto.

Al llegar a una caja de inspección los ductos deben estar provistos de adaptadores terminal tipo campana. Los ductos de reserva de una canalización, o cuando los ductos van ha permanecer libres, deben taponarse a fin de mantenerlos libres de basura, tierra, o residuos.

Como señal preventiva en canalizaciones de redes eléctricas y con el fin de indicar la presencia de ductos instalados, se debe colocar a todo lo largo de la zanja una banda plástica con la prescripción de peligro alta tensión, esta por norma debe estar colocada a 30 centímetros de profundidad en cualquier tipo de zona.

Cuando en la ducteria, además de los circuitos de alumbrado público, existen circuitos de media ó baja tensión se deben aplicar las normas de construcción de redes de distribución subterránea adoptadas por Codensa (Tomo III de la normativa).

Dependiendo del tipo de zona, la construcción de la canalización varía tal como se muestra en el anexo A (Detalles constructivos de las canalizaciones de acuerdo al tipo de zona).

### **Cámaras de inspección**

Por consideraciones de la norma de alumbrado público de CODENSA la cámara de inspección para alumbrado público está conformada básicamente por la caja preformada, el marco y la tapa.

La caja debe tener como medidas en su interior 88 centímetros de alto, y 60 centímetros de ancho, el fondo de la caja debe ser uniforme, conformado por una capa de recebo compactada de 10 centímetros y una mezcla de concreto de 5 centímetros, tal como se muestra en el anexo B (Detalles de construcción de la caja exclusiva de alumbrado público).

Las paredes de la caja deben ser de ladrillo tolete recocido con un espesor de 15 centímetros y un pañete uniforme con una mezcla de concreto.

Adicionalmente en el fondo de la caja se debe construir una caja de drenaje dependiendo del nivel freático del terreno en el cual se va a construir.

El marco es construido a partir de láminas metálicas con dimensiones de 72 x 72 centímetros como se muestra en detalle en el anexo C (Detalles de construcción del marco y la tapa para la caja de inspección exclusiva de alumbrado público).

Por ultimo la tapa de la cámara se construye con las mismas dimensiones del marco, y esta formada por la estructura metálica que debe ser conforme a las especificaciones de la norma y la mezcla de concreto.

Los ductos de 3 pulgadas deben ubicarse a una distancia de 10 centímetros del fondo de la caja.

#### **4. Revisión de las normas a tener en cuenta para trabajos en espacio público**

La normativa utilizada para trabajos en espacio público en la ciudad de Bogotá fue reglamentada por el Instituto de Desarrollo Urbano IDU. Específicamente en el campo de expansiones de alumbrado público se debe contar con una licencia de excavación en espacio público, documento que expide este organismo. La licencia contiene las condiciones técnicas, obligaciones y responsabilidades que deben cumplir los entes que intervengan el espacio público con el fin de garantizar la idoneidad y recuperación del mismo.

##### **Generalidades**

Los materiales de relleno corresponden a aquellos utilizados en la recuperación de las estructuras de las vías vehiculares o peatonales, los materiales de relleno empleados para anclar, recubrir y proteger la ductería o tubería instalada, deberán ser definidos por cada empresa de servicios de acuerdo a sus especificaciones técnicas las cuales deben garantizar la estabilidad de las redes instaladas.

La excavación del material de relleno tanto de la estructura de pavimento o andén como la de la estructura de cimentación de la tubería, se hará empleando medios manuales o mecánicos que minimicen los efectos ambientales negativos en el entorno de la obra tal como la contaminación por ruido.

El retiro de escombros y materiales de desecho, debe hacerse en forma progresiva y máximo hasta las veinticuatro horas siguientes a su producción, de acuerdo a las exigencias establecidas en los decretos distritales 357 de 1994 y resolución 541 de 1994 expedida por el ministerio de medio ambiente.

En todos los casos la pavimentación se tendrá que hacer dentro de los dos días siguientes a la terminación del relleno de la excavación.

### **Propiedades de los elementos de relleno**

Las propiedades que deben cumplir los materiales de relleno utilizados en las recuperaciones de las zonas excavadas son:

### **Granulometría**

La granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado, tal como se determina por análisis de tamices (norma ASTM C 136). El tamaño de la partícula del agregado se determina por medio de tamices de malla de alambre con aberturas cuadradas. Los siete tamices estándar ASTM C 33 para agregado fino tiene aberturas que varían desde la malla No. 100(150 micras) hasta 9,52 milímetros.

Los números de tamaño (tamaños de granulometría), para el agregado grueso se aplican a las cantidades de agregado (en peso), en porcentajes que pasan a través de un arreglo de mallas.

Para la construcción de vías terrestres, la norma ASTM D 448 enlista los trece números de tamaño de la ASTM C 33, más otros seis números de tamaño para agregado grueso. La arena o agregado fino solamente tiene un rango de tamaños de partícula.

La granulometría y el tamaño máximo de agregado afectan las proporciones relativas de los agregados así como los requisitos de agua y cemento, la trabajabilidad, capacidad de bombeo, economía, porosidad, contracción y durabilidad del concreto.

La granulometría depende del tipo de trabajo, de la riqueza de la mezcla, y el tamaño máximo del agregado grueso. En mezclas mas pobres, o cuando se emplean agregados gruesos de tamaño pequeño, la granulometría que más se aproxime al porcentaje máximo que pasa por cada criba resulta lo más conveniente para lograr una buena trabajabilidad. En general, si la relación agua – cemento se mantiene constante y la relación de agregado fino a grueso se elige correctamente, se puede hacer uso de un amplio rango de granulometría sin tener un efecto apreciable en la resistencia.

Entre mas uniforme sea la granulometría, mayor será la economía.

### **Características físicas**

Relleno clasificado B- 0200

El material de relleno B- 0200 deberá estar libre de terrones de arcilla, materia orgánica, basuras, escombros, u otros elementos objetables.

El contenido de la materia orgánica debe ser inferior al dos por ciento 2%

La fracción del material de relleno clasificado tipo B-0200 deberá presentar un limite líquido menor del cuarenta por ciento 40% y el índice de plasticidad menor del doce por ciento 12%.

Granulometría (fuente especificaciones sop 1996)

Tabla 6. Índice de granulometría para relleno B – 0200

Tamiz	% pasa
2"	100
1 ½"	80-95
1"	60 – 90
¾ "	---
3/8 "	40-70
4"	25-55
10	15-35
40	8-20
200	2-10

### Base granular tipo B-0600

La base granular tipo B-0600 deberá estar libre de terrones de arcilla, materia orgánica, basuras, escombros u otros elementos objetables.

El agregado triturado no deberá mostrar señales de desintegración ni pérdida mayor de doce por ciento (12%) o del dieciocho por ciento (18%) al someterlo a cinco ciclos en la prueba de solidez en sulfato de sodio o magnesio, respectivamente.

Granulometría (fuente especificaciones sop 1996)

Tabla 7. Índice de granulometría para relleno B - 0600

Tamiz	% pasa
3"	100
2"	----
1 1/2 "	---
1"	45-75
4	15 – 45
10	----
200	0-10

### Compactación

Relleno clasificación tipo B- 0200

El material se colocará y extenderá en capas no mayores a 0.20 metros de espesor, medido antes de la compactación. El material se humedecerá si esto fuere necesario, hasta obtener un contenido de humedad cercano al óptimo y se compactará a un mínimo del 98% de la densidad máxima obtenida en el ensayo.

Base granular tipo B-0600

El material se colocará y extenderá en capas no mayores de 0.15 metros de espesor, medido antes de la compactación. El material se humedecerá si esto fuere necesario, hasta obtener un contenido de humedad cercano al óptimo y se compactará a un mínimo del 98% de la densidad máxima obtenida en el ensayo.

Valor relativo de soporte C.B.R

Relleno clasificado tipo B – 0200

El valor relativo de soporte, C.B.R para el relleno tipo B – 0200 deberá ser mayor de 25% para una densidad seca mínima del 95% con relación a la máxima obtenida en el ensayo.

Base granular tipo B – 0600

El material deberá ser un C.B.R de laboratorio superior al 80% para una muestra remoldeada y sometida a inmersión para el 100% de compactación con relación a la densidad máxima seca del ensayo.

### **Para vías vehiculares**

La excavación en las calzadas de las vías con pavimento flexible se deberá hacer cortando la capa asfáltica sobre un ancho correspondiente al ancho de la excavación y adicionado en un 25% a cada lado de la misma, pero nunca menor a 0,30 metros a cada lado.

Por encima del nivel superior de la ductería y hasta el nivel inferior del relleno fluido, se debe colocar base granular tipo B-0600 con una compactación mínima del 95%.

El relleno superior de las canalizaciones efectuadas en vías vehiculares, se debe hacer con relleno de fluidos de 0,30 metros de espesor y 80 kg /cm<sup>2</sup> este se deberá colocar en una sola fundida, sin dejar juntas horizontales.

El pavimento asfáltico para todas las vías será de espesor igual al encontrado en el sitio de la obra pero nunca ser inferior a quince (15) centímetros de espesor compuesto de

base asfáltica tipo MCD – 1 con espesor de diez (10) centímetros. Y rodadura asfáltica tipo MCD-2 con espesor de cinco (5) centímetros (Clasificación INVIAS).

La mezcla debe llegar a la obra para ser extendida a una temperatura no inferior de 125°C y ser compactada a una temperatura adecuada.

La densidad del pavimento terminado debe ser mayor al 90% de la densidad de laboratorio. No se extenderá mezcla asfáltica sobre superficies húmedas y tendrán que estar libres de material contaminante o suelo que impida la correcta adherencia. A la superficie y las paredes que queden en contacto se les hará riego de imprimación que garantice la adherencia entre estas.

En todos los casos la pavimentación se tendrá que hacer dentro de los dos días siguientes a la terminación del relleno.

### **Pavimento rígido**

La rotura de la losa de concreto se debe hacer empleando una cortadora de disco diamantado evitando dentro de lo posible, el empleo de elementos de percusión, vibración a de alta contaminación por ruido.

Por encima del nivel superior de la ductería y hasta el nivel inferior de la losa de pavimento rígido, se debe colocar base granular tipo B-0600 mejorando con el cemento en un 5% con una compactación mínima del 95%.

La reposición del pavimento rígido se debe hacer reemplazando la totalidad de las losas afectadas por la excavación de acuerdo a lo especificado en el POT, debiendo sellar las juntas con las losas aledañas empleando material elástico e impermeable. Se deben colocar pasadores de 60 cm de longitud de ½" de diámetro, cada 60 centímetros.

El pavimento rígido se debe hacer con losas de concreto que a los 28 días de fraguado se obtenga un módulo de rotura no menor de 42 kg/cm<sup>2</sup>. Las losas deben tener un espesor igual al encontrado en el sitio de la obra pero nunca podrá ser inferior a quince (15) centímetros.

### **Vías sin pavimentar**

Para la recuperación de excavaciones en vías sin pavimentar, estas vías se dejarán recebadas y compactadas al 95%, con recebo tipo b-200 en un espesor de 0,50 metros mínimo hasta el nivel de la rasante de la vía.

### **Vías peatonales y andenes**

Las áreas de andén con losas en concreto que sean afectadas por la excavación se deben reemplazar en su totalidad. Las juntas con las losas adyacentes se deben sellar con material asfáltico impermeable.

En los andenes con acabados diferentes al concreto a la vista, su reconstrucción se debe hacer empleando material de acabado con las mismas características al retirado, el cual debe estar disponible en el sitio de la obra antes de efectuarse la excavación, lo anterior con el fin de darle el terminado original e inmediato, debiendo quedar totalmente limpio.

El relleno de las excavaciones efectuadas en vías peatonales se debe hacer de la siguiente manera:

Por encima del nivel superior de la cimentación de la ductería o tubería, hasta el nivel de la placa o acabado del andén, se debe colocar Base Granular B-0600 mejorado con cemento en un 5%, con una compactación mínima del 95% de su densidad máxima, evaluada mediante el ensayo de compactación.

Se debe fundir la losa de concreto con una resistencia mínima, a los 28 días de fraguado de  $175 \text{ kg/cm}^2$ , con espesor igual o mayor a 0,08 metros.

### **Recuperación de zonas verdes intervenidas**

Las zonas verdes que se afecten con la obra se podrán rellenar con el mismo material procedente de la excavación seleccionándolo. Sobre este se colocará una capa de 10

centímetros de tierra negra y sobre el se colocarán los cespedones debidamente podados y cortados.

### **Porcentualización de andenes**

De acuerdo con la resolución No 033 del 26 de enero de 2001, el Departamento Administrativo de Planeación Distrital y con el propósito de mantener un ordenamiento dentro de la ocupación del espacio público, en especial en el área de los andenes, se deberá mantener la siguiente distribución porcentual del ancho mínimo disponible por frente de manzana, lo que implica mantener corredores de servicios paralelos al sardinel, de acuerdo con la siguiente descripción.

Para andenes con anchos mayores de 1,30 metros

La distribución de los corredores igualmente se harán a partir del sardinel hacia el paramento, correspondiéndole a las redes de acueducto el 20% de del ancho del andén, a continuación con el 28% del ancho del andén las redes de energía eléctrica.

Para andenes con ancho menor a 1,30 metros

Se distribuyen los corredores de servicios a partir del sardinel hacia el paramento, disponiendo el 25% del ancho de las redes de acueducto, a continuación y con el 45% del ancho del andén el corredor será compartido entre energía eléctrica y comunicaciones y finalmente adyacente al paramento con el 30% del ancho del andén el corredor disponible para redes de gas.

Para todos los casos, la ubicación de los ductos debe ser centrada con respecto del ancho del corredor que se determine por los porcentajes definidos anteriormente. Así mismo, tendrá prelación la infraestructura que respete la porcentualización exigida.

Igual que para las vías vehiculares, los andenes se tendrán que reconstruir dentro de los dos días siguientes a la terminación del relleno, lo anterior con el fin de minimizar el impacto ambiental y la incomodidad de la ciudadanía.

Las excavaciones que afecten sardineles, es decir que sean demolidos o destruidos por efectos de la excavación, se deben construir empleando concreto con resistencia a los 28 días de fraguado de 3000 psi, o elementos prefabricados. No se permitirá la reutilización de tramos o trozos de sardinel demolido o deteriorado.

Para todos los casos las redes y ductos deben estar localizados por debajo de las estructuras antes indicadas y exigidas para vías vehiculares y andenes.

Cuando se requiera instalar ductos en el área de cruces de calzadas de las vías vehiculares, este se debe hacer en forma perpendicular al eje de la vía y la ductería debe ser instalada a una profundidad que garantice la estabilidad de la obra, en lo posible no menor a 1,20 metros.

Cuando por razones técnicas sea imposible cumplir con esta profundidad, los ductos deben estar protegidos por un carcamo ubicado a una profundidad que garantice el cumplimiento estricto de la estructura mínima exigida para la recuperación de la zona excavada.

### **Muestreo y métodos de prueba**

Adicionalmente el IDU podrá exigir cuando lo estime conveniente, a expensas del beneficiario de la licencia de excavación, los ensayos de laboratorio que se consideren necesarios para determinar las características geomecánicas del material de relleno utilizado.

Para el pavimento asfáltico se evalúa: granulometría, porcentaje de asfalto, espesor y estabilidad.

Para pavimentos rígidos se evalúa: espesor y módulo de rotura.

Para base granular se evalúa: Plasticidad, granulometría y compactación.

Lo anterior con el fin de verificar la calidad de los materiales empleados y el trabajo de recuperación de las zonas afectadas.

En caso de incumplimiento con las especificaciones, mala calidad de los materiales o de la obra, se tendrá que efectuar nuevamente la reconstrucción del tramo donde se haya detectado la anomalía. Sin perjuicio de las sanciones correspondientes.

### **Zonas en las que la licencia de excavación no ampara intervenciones**

No se permite efectuar excavaciones en zonas declaradas como monumentos nacionales, en áreas de conservación históricas o arquitectónica, sin el previo concepto favorable de la corporación la candelaria y la oficina de monumentos nacionales (Decreto No 678 de 1994).

Toda excavación que intercepte vía férrea, canal o río, debe contar con la aceptación de la empresa correspondiente.

Las obras amparadas por licencias de excavación, otorgadas sobre zonas globales, requieren la previa programación. Esta programación del avance de la obra debe ser presentada semanalmente y previo a la ejecución de las obras, al Instituto de Desarrollo Urbano.

#### **Cruces de calzada**

Todas las obras que conlleven cruzar o interceptar avenidas principales o arterias, deben contar con la aprobación del plan de manejo de tráfico a través de la secretaria de tránsito y transporte, el cual debe ser presentado ante dicha entidad con una anticipación no menor a 10 días antes de la fecha propuesta para la ejecución del cruce.

#### **Intervención en zonas vedadas**

No ejecutar obras de infraestructura de servicios públicos en las vías, andenes y en general, en espacio publico que hayan sido construidos o reconstruido en los últimos cinco (5) años excepto cuando la licencia de excavación se autorice expresamente.

En caso de requerirse la intervención se hace la solicitud al Instituto de Desarrollo Urbano. Si es aceptada se cumplirá con todas las exigencias particulares que se hagan para cada lugar específico.

## **5 Descripción del proceso**

A continuación se hará una breve descripción de cada una de los procesos a tener en cuenta en la planeación y ejecución de una expansión de alumbrado público con red subterránea.

### **5.1 Recepción y análisis de la comunicación**

La petición de repotenciación y/o la expansión de un sector, se realiza con una solicitud por escrito de uno o varios miembros de la comunidad, quienes manifiestan la falta de alumbrado público en el sector, siendo causa de inseguridad y vandalismo.

También se puede presentar por una comunicación recibida de la Unidad Ejecutiva de Servicios Públicos, entidad que controla y regula la prestación de estos servicios en el área metropolitana de Bogotá.

De esta forma la carta se radica en CODENSA, quien hace una visita preliminar y evalúa la posibilidad de realizar allí una expansión.

Siendo esta solicitud aprobada, se programa dentro de las expansiones a realizar con previa contestación al usuario de la fecha en que se va a llevar a cabo la obra. Adicional a la solicitud del usuario CODENSA envía un documento con una breve descripción de los trabajos a realizar y un plano con la infraestructura proyectada para este plan.

### **5.2 Visita técnica**

Con esta información se procede a realizar una visita técnica al sector en donde se proyectó la expansión y de esta forma revisar las condiciones del terreno y los sectores aledaños de tal forma que se establezcan los transformadores de alimentación, las condiciones del terreno, el acceso al sector, la red existente, infraestructura de alumbrado público existente si es el caso.

Adicionalmente en esta visita se realiza un replanteo del plano enviado en el cual se proyecta la infraestructura a instalar, de tal forma que se cumpla con las especificaciones de la norma en cuanto a niveles de iluminación y arquitectura del sector. Es importante tener en cuenta aquí, que se debe acatar la norma en cuanto a la potencia de las luminarias, ya que están normalizadas dependiendo de la zona.

### **5.3 Elaboración de presupuesto**

Con las reformas hechas, se da paso a la elaboración del presupuesto el cual relaciona los materiales empleados y los trabajos a ejecutar. Cada uno de los posibles materiales y trabajos se encuentran parametrizados con el código SAP (Sistema de Alumbrado Público) el cual se estableció por CODENSA para todos sus contratistas.

### **5.4 Programación de las obras**

La programación de cada una de las actividades se establece dependiendo de su duración, de la secuencia que haya entre una y otra y del recurso disponible para la ejecución de los trabajos tanto eléctricos como civiles y forestales dependiendo de su requerimiento.

La programación debe contener también los trabajos de retiro de infraestructura existente si hay lugar para esta labor.

En esta etapa se debe tener en cuenta que algunos de los trabajos son consecutivos y cada uno tiene estipulado un tiempo de ejecución, estando esto contemplado en los manuales de procedimiento vigentes.

### **5.5 Ejecución de actividades programadas**

En la etapa de ejecución se debe llevar un control, de las actividades que se van desarrollando, este control se hace mediante la realización de visitas de inspección de tal forma que se verifique el cumplimiento de las normas de seguridad para ejecución de

trabajos en espacio público, señalización y la normativa técnica que aplica a cada una de las labores.

Este control también permite que los trabajos se ejecuten en los plazos establecidos ya que si no se cumple, acarrea sanciones por incumplimiento.

### **5.6 Verificación de los trabajos ejecutados**

Al finalizar los trabajos se realiza nuevamente una revisión general en la cual se inspeccionan cuidadosamente cada una de las obras con el fin de corregir los posibles imperfectos.

En esta revisión es muy importante observar el estado de limpieza del sector ya que este tiene que quedar por lo menos como se encontró antes de ejecutar la obra.

### **5.7 Levantamiento final**

Este levantamiento es el plano final de la obra. Puede haber sufrido modificaciones especialmente por las condiciones del terreno, aunque hay otros factores que en cierta forma pudieron influir.

### **5.8 Visita efectuada por CODENSA**

Luego de tener los trabajos terminados se envía la información a CODENSA con el fin de que realicen la visita respectiva para verificar el cumplimiento de los parámetros trazados en la expansión y de esta forma entregar la obra, la cual será integrada al sistema de alumbrado.

Si el auditor de CODENSA en la revisión encuentra inconformidades, la expansión será devuelta para hacer los respectivos correctivos.

### **5.9 Ejecución de medidas correctivas**

Si en la revisión hecha por el auditor de CODENSA se presentaron inconformidades, se realizarán los respectivos trabajos de tal forma que el proyecto cumpla con la normativa y tenga un aspecto agradable para los habitantes del sector intervenido.

### **5.10 Reporte a CODENSA**

El reporte debe contener, el presupuesto mencionado anteriormente, el levantamiento final y un documento en el que se presenten las observaciones sobre los posibles cambios en la ejecución y si fue necesario, la constancia de las correcciones.

Adicionalmente la expansión se debe incorporar a la Base de datos SINEX (Sistema de incorporación de expansiones).

En el anexo D se muestra el diagrama de flujo de las actividades mencionadas anteriormente

## **6. Procedimiento empleado en la expansión ubicada en la Calle 53 A entre la Carrera 37 A y 38 con número de radicación FM – 0656**

### **Generalidades**

El área de expansiones de CENERCOL S.A normalmente ejecuta un promedio de 10 obras en el mes dependiendo del tamaño de las mismas. Las obras se programan en un comité conjunto entre Codensa y la Unidad Ejecutiva de Servicios Públicos con base en las solicitudes de los usuarios, quienes generalmente manifiestan inseguridad en el sector por falta de alumbrado público.

La expansión mencionada en la referencia es una petición de un usuario del sector quien vio la necesidad de mejorar los niveles de iluminación en el sector debido a la inseguridad presentada.

De estas expansiones para ejecución, un porcentaje alto son con red subterránea, en las cuales se debe tener en cuenta para efectos de cumplimiento de los plazos, si se requiere la construcción de canalizaciones, cámaras de inspección, resanes en andenes, intervención en cruces de calzadas y podas de árboles circundantes.

La duración promedio de cada una de las actividades mencionadas anteriormente se encuentra contemplada en el manual de procedimientos establecido por CENERCOL S.A, como parte del sistema de gestión de calidad.

Los trabajos que competen a las expansiones de alumbrado con red subterránea se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 8. Duración reglamentada de los trabajos realizados por subcontratistas

Area	Trabajos a realizar	Tiempo de cumplimiento	Observaciones
Obras civiles	Instalación de tapas normalizadas 274, 275, 276	24 horas	A partir de la hora que se informa de la actividad
Obras civiles	Instalación de tapas no normalizadas	8 días	Se debe visitar con anterioridad para enviar información correcta
Obras civiles	Reconstrucción de marco e instalación de tapa normalizada	3 días	Se debe visitar con anterioridad para enviar información correcta
Obras civiles	Reconstrucción de cámara, marco e instalación de tapa normalizada	5 días	Se debe visitar con anterioridad para enviar información correcta
Obras civiles	Reconstrucción de cámara, marco e instalación de tapa no normalizada	10 días	Se debe visitar con anterioridad para enviar información correcta, no se normaliza tapa si hay peligro de electrocución
Obras civiles	Canalizaciones por obstrucción	8 días + 1 día por cada 50 metros	El permiso del IDU demora 8 días
Obras civiles	Limpieza de cámaras	24 horas cada dos cámaras	Se cuenta a partir de la hora en que se envía la información
Obras civiles	Resanes en andenes en concreto	2 días	Se cuenta a partir de la hora en que se envía la información
Obras civiles	Resanes en andenes en tableta	10 días	Se cuenta a partir de la hora en que se envía la información
Obras civiles	Intervención en cruces de calzadas	17 días	Se cuenta a partir de la hora en que se envía la información
Forestal	Actividades de poda de árboles.	24 horas o 36 horas	Se cuenta a partir de la hora en que se envía la información y depende del tipo de orden

Otra de las actividades que compone la ejecución de la expansión es la realización de maniobras cuando esta se amerite. Para esto se debe haber hecho un sondeo de los posibles puntos de conexión y posteriormente una verificación del más viable, evitando así sobrecargas en los transformadores, líneas y desbalance en los circuitos.

Como en la mayoría de las expansiones de alumbrado público es necesaria la realización de maniobras tanto para desenegizar el circuito como para restituir el servicio de energía después del corte, es importante conocer y aplicar las normas técnicas exigidas por CODENSA y las normas de seguridad industrial establecidas por CENERCOL S.A.

El procedimiento a seguir para la realización de la maniobra se ilustra a continuación, este procedimiento es una guía de referencia con el fin de controlar su ejecución, sin embargo, cada maniobra es muy particular y puede que no requiera algunos de los ítems aquí mencionados:

- Envío de comunicación al centro de control de Condensa para solicitar la ejecución de la maniobra y adicionalmente para consulta de datos del área donde se va a llevar a cabo.
- Visita al sitio para establecer los posibles puntos de conexión, esta información contiene los puntos físicos de subestaciones, verificación de derivaciones y puntos de alimentación.
- Elaboración del formato para el diligenciamiento de la maniobra. Este formato debe contener entre otras cosas, la dirección exacta donde se hará la desconexión (Localidad, barrio, y zona de influencia), nombre del circuito de MT, No del centro de distribución y punto físico de transformador o transformadores necesarios para la realización de la maniobra, aclaración del tipo de maniobra.
- Si la maniobra involucra la desconexión de circuitos residenciales hay que avisar con tiempo del corte a los usuarios afectados.
- Estando ya en el sitio, se debe hacer un recorrido de verificación del área de trabajo.

- Luego de la verificación se delimita el área de trabajo de tal forma que se eviten accidentes especialmente con los transeúntes del sector.
- Para la realización del trabajo es necesario que todo el personal se encuentre con la dotación, equipos, herramientas y elementos de seguridad apropiados para la actividad a ejecutar.
- Se requiere la verificación de la secuencia de fases en los equipos (transformadores y seccionadores) y en algunos puntos en media o baja tensión.
- Si se requieren procedimientos en línea viva de media tensión, es necesario informar al área encargada para programar la maniobra y señalizar el sector correctamente.
- Si se va a trabajar en línea viva es necesario pedir los datos de carga del circuito a intervenir.
- Se debe verificar la apertura de los circuitos tanto en los conductores como en los transformadores de la red que se intervino en línea viva.
- Si se operan interruptores y seccionadores de operación bajo carga, se debe bloquear el recierre automático.
- Se debe verificar la ausencia de tensión en los cables desconectados tanto de media tensión como de baja tensión.
- Si el circuito es de baja tensión se puede desconectar desde el transformador con las herramientas apropiadas.
- Se debe verificar que los conductores de media tensión desconectados estén puestos a tierra, esto con el fin de aislar el área de trabajo.
- Se debe Identificar y marcar las fases de los cables desconectados.
- Confirmación por parte del centro de control de Condensa de la apertura del circuito.

Después de ejecutados los trabajos para la conexión de la red nueva se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Se debe retirar y verificar el retiro de todas las puestas a tierra temporales, tanto en media tensión como en baja tensión.
- Se procede al cierre de los cortacircuitos del transformador o transformadores intervenidos
- Se verifica el retiro del personal de la red eléctrica antes de energizar los circuitos, ya sean de media o baja tensión.
- Luego se informa al centro de control de Codensa para constatar la apertura de los circuitos en media tensión.
- Se prueba ausencia de tensión en todos los circuitos intervenidos
- Se colocan y se verifica la correcta instalación de las puestas a tierra temporales para realizar las operaciones de cierre o conexión en todos los puntos de maniobra
- Se informa nuevamente al centro de control de Codensa para que efectúe el cierre de todos los circuitos en media tensión
- Se operan los interruptores y seccionadores bajo carga
- Se debe verificar la presencia de tensión en todos los circuitos de media y baja tensión
- Y por ultimo se verifica con los usuarios la normalidad en el servicio y se confirma este evento al Centro de control de Codensa.

Los pasos mencionados anteriormente son solo una guía, ya que cada maniobra es muy particular. Por ejemplo en la maniobra realizada en la expansión descrita a continuación no hubo necesidad de intervenir el circuito de media tensión, la desconexión se realizó desde el transformador. La expansión a describir contiene la mayoría de las posibles variaciones de una expansión con red subterránea (Construcción de canalizaciones, cajas de inspección, poda de árboles y finalmente la obra eléctrica).

El procedimiento que se llevó a cabo en la ejecución de la expansión fue el siguiente:

- Recepción de información

La radicación fue hecha el 15 de julio de 2004 por un usuario del sector, quien en el reporte manifestó la necesidad de iluminación de esta zona verde, ya que allí hay algunos juegos infantiles y la infraestructura de alumbrado público existente es insuficiente con el atenuante de árboles frondosos.

Después de radicada la comunicación, un funcionario de CODENSA visitó el sector en mención, con el fin de determinar la factibilidad de realizar la expansión de alumbrado público.

Con las observaciones obtenidas de la visita se elaboró un acta la cual contiene los datos geográficos de la expansión, el plano inicial, cantidades de materiales y una breve descripción del tipo de obra y los trabajos a ejecutar.

- Visita técnica

Con esta información se realizó la visita por parte de CENERCOL S.A. al sector en la cual hubo necesidad de ampliar la expansión ya que algunas zonas quedaban oscuras, adicionalmente fue necesaria la poda de dos árboles que se encontraban interfiriendo con la red existente y obstruyendo el flujo luminoso.

Después de haber realizado el replanteo en el sitio se envió a CODENSA para su aprobación.

- Elaboración del presupuesto

Con la autorización de CODENSA para la ejecución se procedió a la elaboración del presupuesto el cual se realiza en una Base de datos con los precios estandarizados.

El presupuesto contiene la descripción de los materiales y actividades así como las cantidades de cada uno de ellos.

- Ejecución de las actividades programadas

Con la información exacta de los trabajos y materiales extraída del presupuesto en mención se procede a elaborar la programación de la ejecución, la cual se remitió al proveedor con el tiempo necesario para que los materiales solicitados estuvieran el día de la ejecución de las obras, ya que esto genera retraso en la operación y por tanto sobrecostos en el proyecto.

Antes de iniciar con la obra nueva, se retiró una infraestructura de alumbrado que se encontraba en el sector, la cual estaba en malas condiciones y no suplía las necesidades de iluminación de la zona. El total retirado fué: 5 postes de madera de 10 metros, 3 postes metálicos de 9 metros 13 luminarias de 125 W Hg y 200 metros de red aérea.

Se inició con la construcción de 11 cámaras de alumbrado público (Norma CS 274), demolición de 7 metros de andén, excavación de 139 metros en zona verde, excavación de 9 metros en andén y colocación de tubería en las anteriores excavaciones para un total de 148 metros de tubería instalada.

Como los trabajos de obras civiles y forestales son realizados por sub contratistas, se debe llevar una auditoría, por esto se realizaron visitas periódicas en las cuales se revisó tanto la parte técnica de cada una de las labores así como las normas de seguridad y la respectiva señalización en cada una de las intervenciones tal como se muestra en la Fotografía 1.



Fotografía 1. Canalización en zona verde con la respectiva señalización

La construcción de las cámaras de inspección y canalización tuvo una duración real de 30 días. Los días restantes para el cumplimiento de los plazos se tomaron para determinar la calidad de los trabajos.

Al tiempo de la realización de la obra civil se procedió a la poda de dos árboles (ciprés y magrolio) ubicados cerca de los juegos infantiles y un paso peatonal. Tal como se muestra en la fotografía 2.



Fotografía 2. Vista de árboles para poda

Estando ya realizada la obra civil y forestal se procedió a la instalación de portería, la cual se ejecutó con aparejo debido a la falta de acceso de la grúa, al mismo tiempo se efectuó el tendido de la red e instalación de las luminarias.

A estos trabajos también se les realiza el respectivo seguimiento con el fin de establecer las condiciones técnicas y de seguridad adecuadas tanto para los ejecutores como para los transeúntes.

- Verificación de los trabajos ejecutados

Al finalizar todas las actividades se hizo la visita técnica con el fin de verificar que todos los trabajos estuvieran de acuerdo a la norma. En esta revisión se encontró una acumulación de escombros producto de la poda de los árboles (Fotografía 3) y una ductería instalada muy superficial.



Fotografía 3. Acumulación de escombros producto de una poda

Así que se procedió a verificar todas las ducterías de tal forma que no se hubieran presentado más casos y se tomaron los correctivos necesarios.

- Levantamiento final

Después de haber hecho los correctivos anteriormente expuestos se realizó el levantamiento final, el cual es elaborado por uno de los técnicos supervisores del área de expansiones. Este levantamiento se debe realizar en un formato establecido y con toda la información para actualizar a la base de datos que maneja Codensa.

- Visita efectuada por CODENSA

Como la obra se construye por un contratista de Codensa, este hace una visita de verificación antes de incluirla en el sistema. De la visita conjunta Cenercol - Codensa se evalúa la conformidad de los trabajos con respecto a las normas técnicas establecidas.

En esta visita se verificaron todos los trabajos y se encontraron escombros cerca de la obra, por tanto se presentó una no conformidad.

- Ejecución de medidas correctivas

Se realizó una investigación exhaustiva del origen de estos escombros ya que en la revisión que había hecho inicialmente no se reportaron y se encontró que fueron producidos por trabajos efectuados por la Empresa de Acueducto y alcantarillado, en días previos a la revisión de la obra.

- Reporte a CODENSA

El reporte a CODENSA contiene:

- El presupuesto realizado
- El levantamiento final
- Acta inicial con la descripción detallada de los trabajos realizados y las observaciones con los cambios que se realizaron a partir del diseño inicial
- Acta de conformidad por parte de CODENSA después de la aclaración de la no conformidad.
- Incorporación a la base de datos SINEX (Sistema de incorporación de expansiones).

## **7. Conclusiones**

A partir del conocimiento de los elementos que conforman la infraestructura de alumbrado público con red subterránea se estableció cuales son los equipos que se están utilizando y cual es su adecuada aplicación.

Mediante la revisión de las normas adoptadas por CODENSA S.A. ESP para la construcción de una expansión de alumbrado público y las normas para intervención en espacio público establecidas por el Instituto de Desarrollo Urbano se definen los requisitos necesarios para las expansiones de alumbrado público con red subterránea.

La documentación y formulación de un procedimiento estándar en la ejecución de una expansión de alumbrado público con red subterránea se hizo necesaria debido a las múltiples consideraciones y normativa establecida por CODENSA y otras entidades tales como el IDU. Por tanto este documento sirve como un soporte técnico en beneficio de CENERCOL S.A.

## **Bibliografía**

NORMAS COLOMBIANAS para bombilla de sodio a alta presión. Segunda actualización. Bogotá. ICONTEC, 1998. 137 p. NTC 2243

NORMAS TÉCNICAS Colombianas para alumbrado público. Primera actualización. Bogotá. ICONTEC. 1998. 95 p. NTC 900

NORMAS COLOMBIANAS para balastos para bombilla de descarga. Requisitos generales y de seguridad. Primera actualización. Bogotá. ICONTEC. 1998. 43 p. NTC 2117.

NORMAS COLOMBIANAS para balastos para bombillas de descarga. Requisitos de funcionamiento. Segunda actualización. Bogotá. ICONTEC. 1998. 22 p. NTC 2118.

NORMAS COLOMBIANAS para equipos auxiliares para bombillas. Arrancadores. Requisitos generales y de seguridad. Primera actualización Bogotá. ICONTEC, 1999. 24 p NTC 3200

CÓDIGO ELÉCTRICO Colombiano. Segunda Actualización Bogotá. ICONTEC, 2001. 1061 p. NTC 2050.

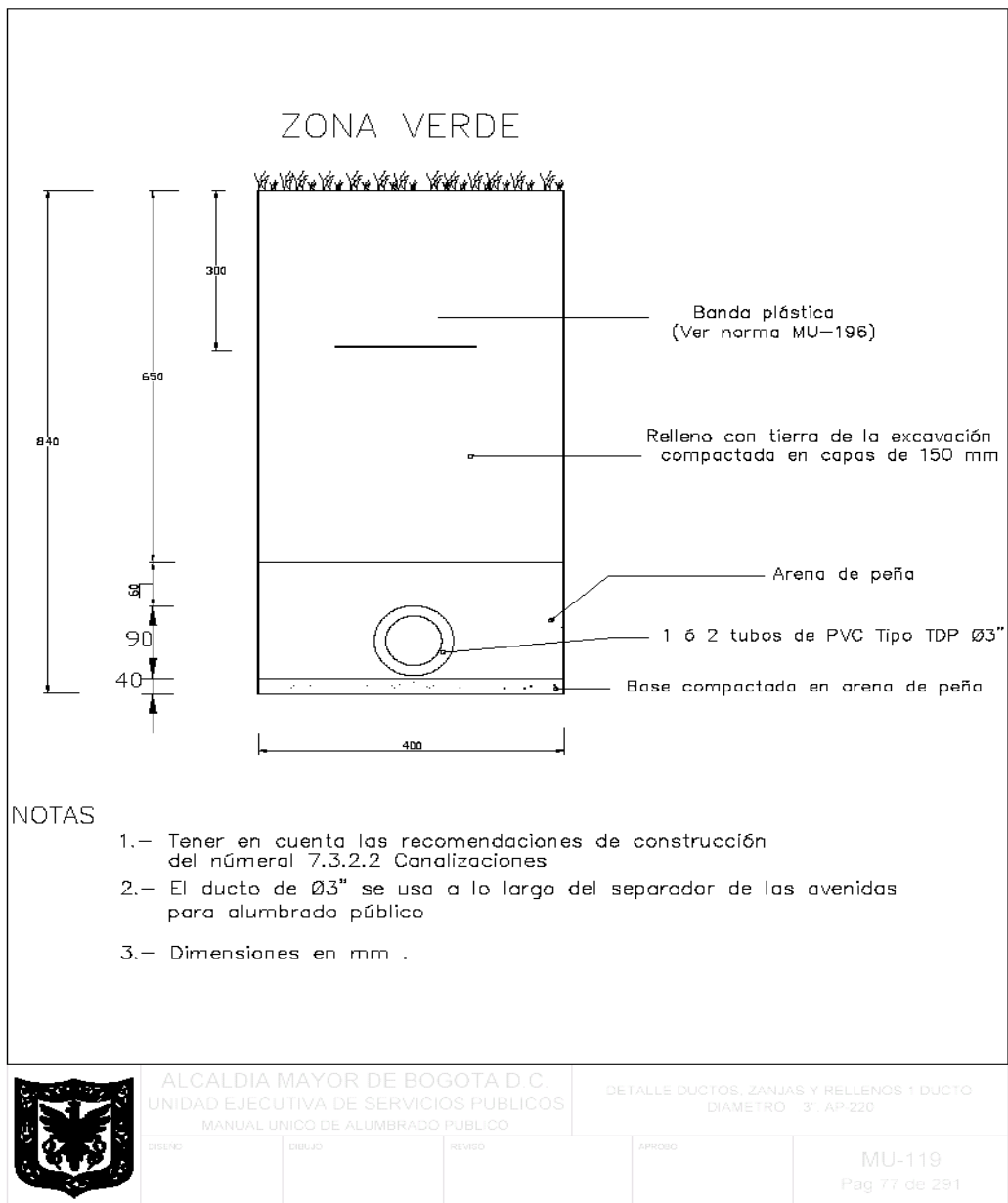
EMPRESA DE ENERGÍA de Bogotá. Manual de alumbrado público Bogotá 1994

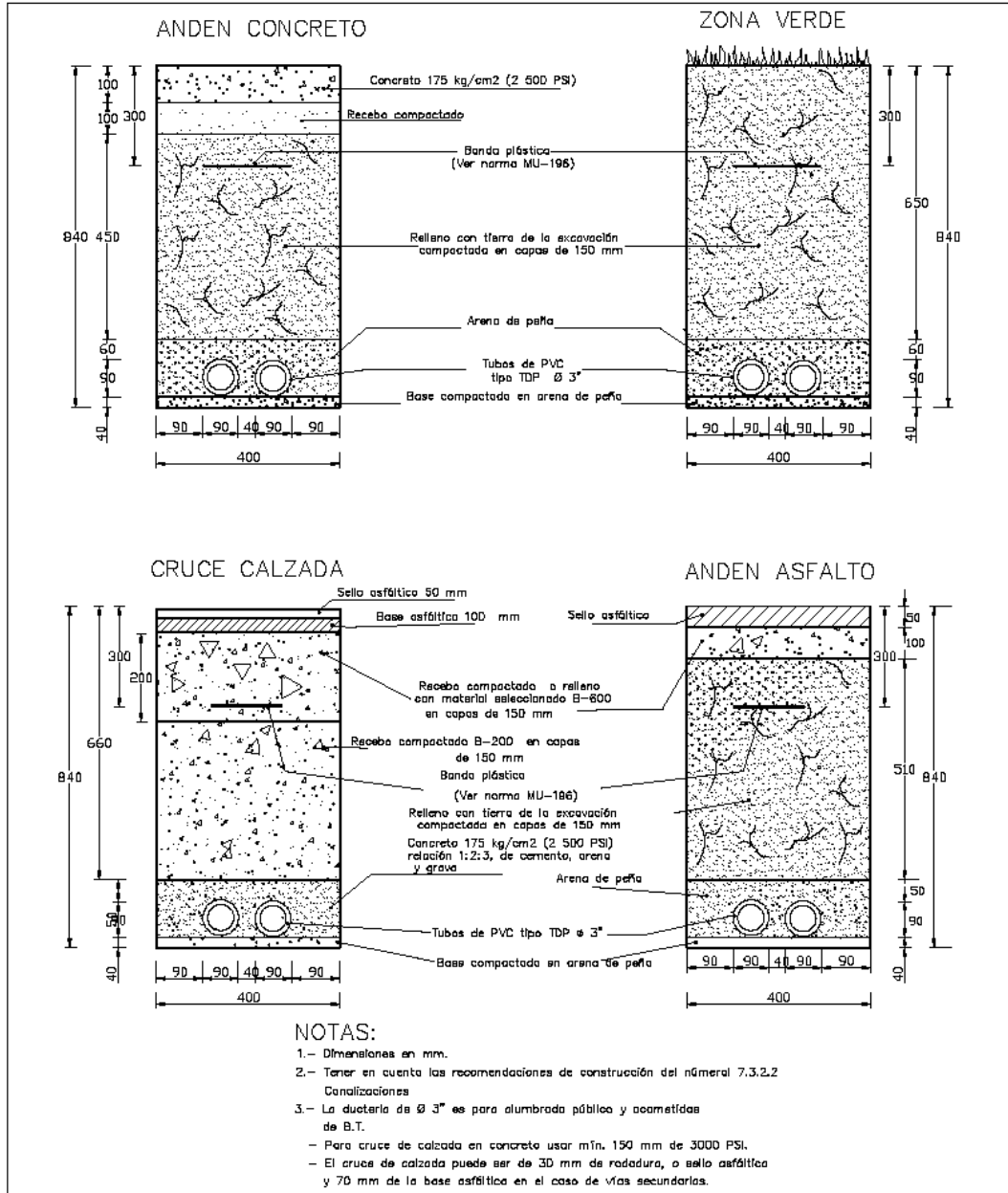
LIMA VELASCO, Juan Ignacio. Elementos de alumbrado público. España. Instituto Politécnico Nacional. 1994. 87 p.

## Anexos

### Anexo A

#### Detalles constructivos de las canalizaciones de acuerdo al tipo de zona





ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.  
 UNIDAD EJECUTIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS  
 MANUAL ÚNICO DE ALUMBRADO PÚBLICO

DETALLE DUCTOS, ZANJAS Y RELLENOS 2 DUCTOS Ø 2"  
 AP-207

DISEÑO

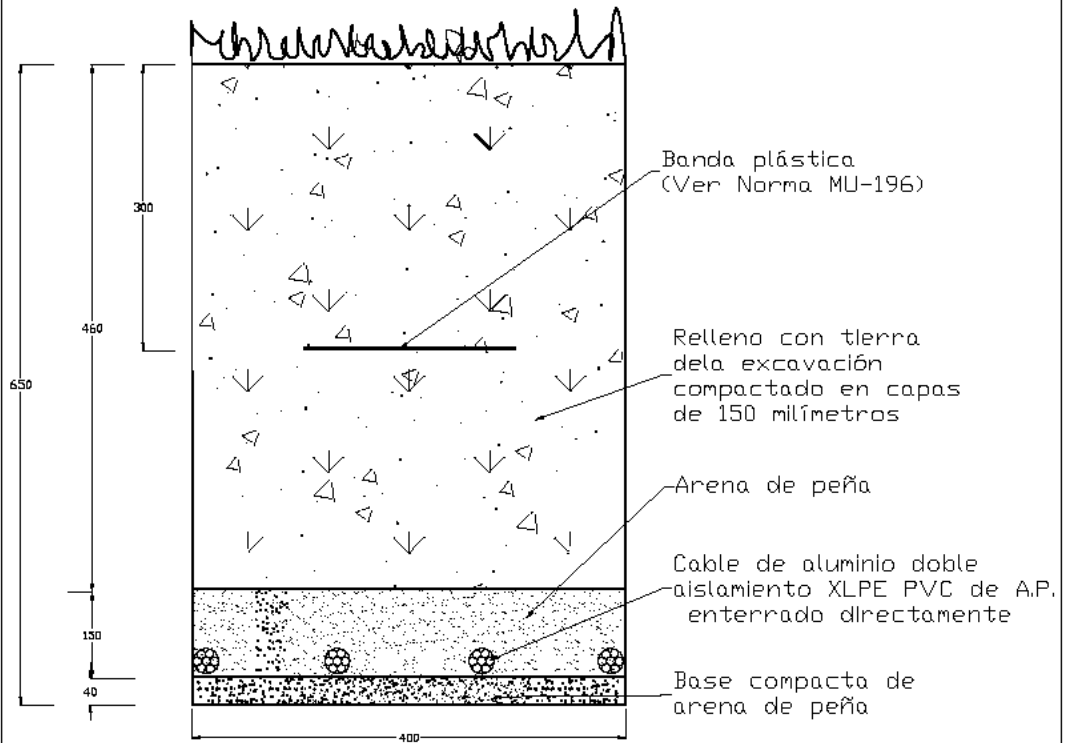
DIBUJO

REVISÓ

APROBÓ

MU-118  
 Pag 75 de 291

ZONA VERDE



**Notas:**

- Dimensiones en milímetros.
- Las circuitos exclusivos de alumbrado público pueden subterranizarse mediante enterrado directo de cable doble aislado XLPE PVC, cuando la amerite el costo de las canalizaciones exclusivas del alumbrado público y el alto grado de vandalismo. Solo se permiten en zonas verdes, zona de andenes y en zona dura que no sean calzadas vehiculares.
- Dimensiones en mm .

Rev No	Fecha	Revision	Reviso	Aprobó



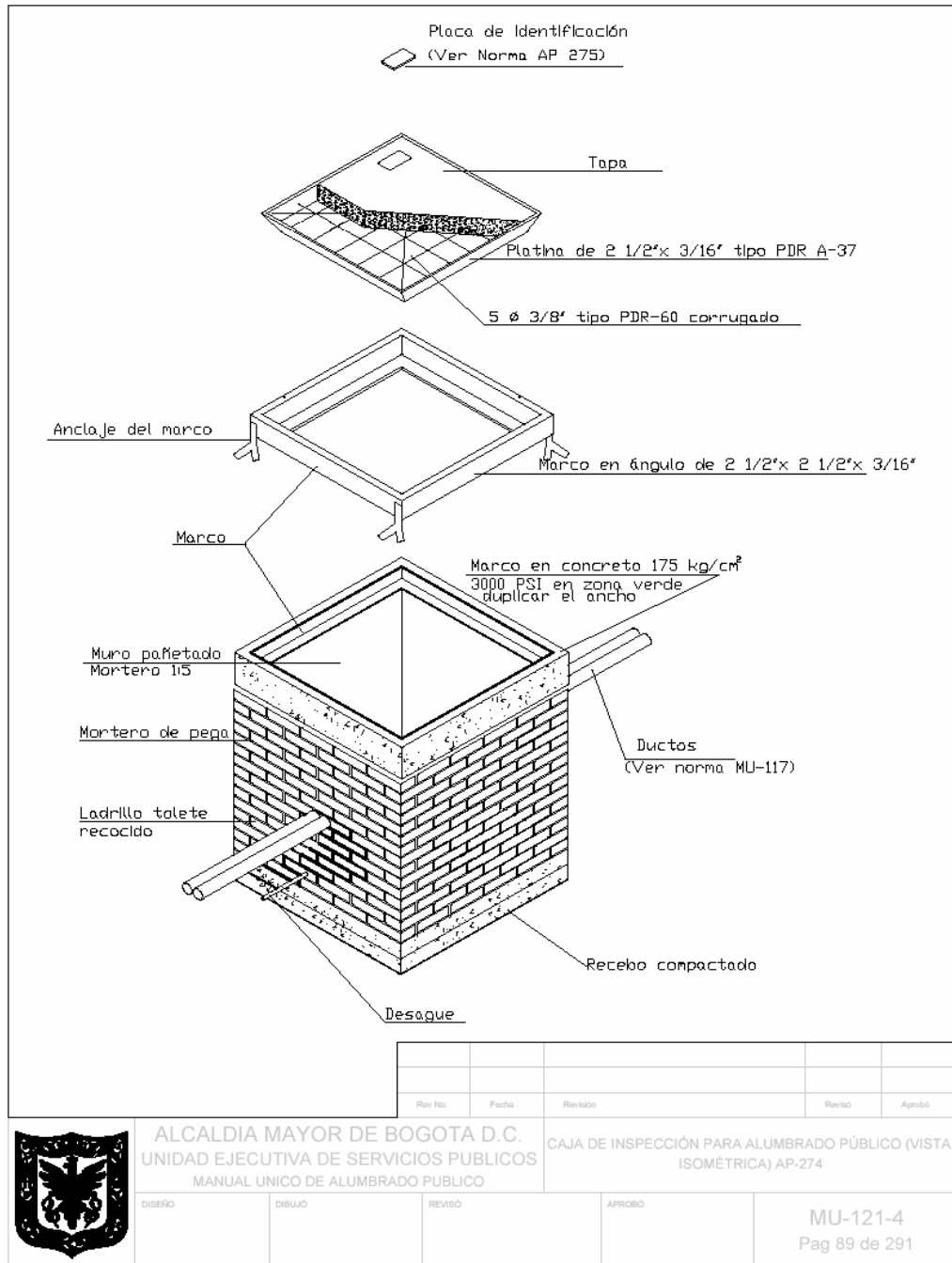
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.  
 UNIDAD EJECUTIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS  
 MANUAL ÚNICO DE ALUMBRADO PÚBLICO

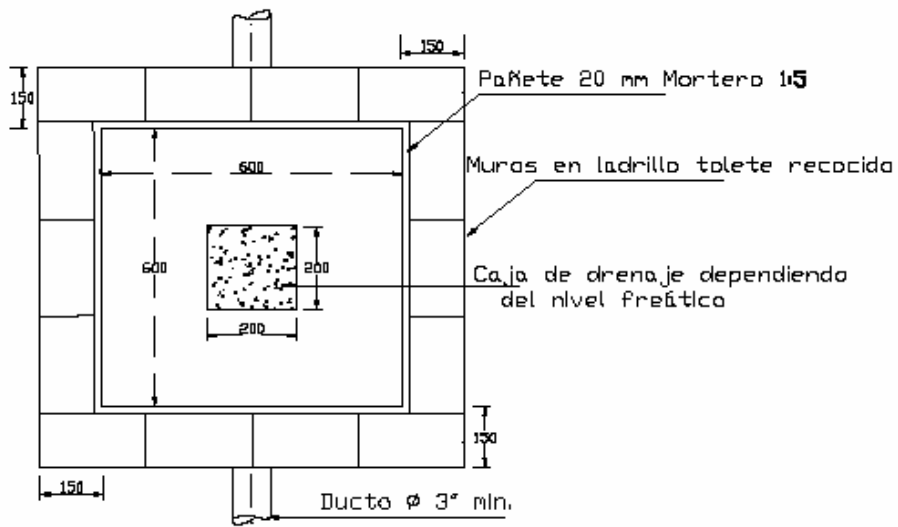
DETALLE DE LA ZANJA Y RELLENO PARA ENTERRAMIENTO DIRECTO DE CABLE. AP-221

DISEÑO	DIBUJÓ	REVISÓ	APROBÓ	MU-120 Pag 79 de 291

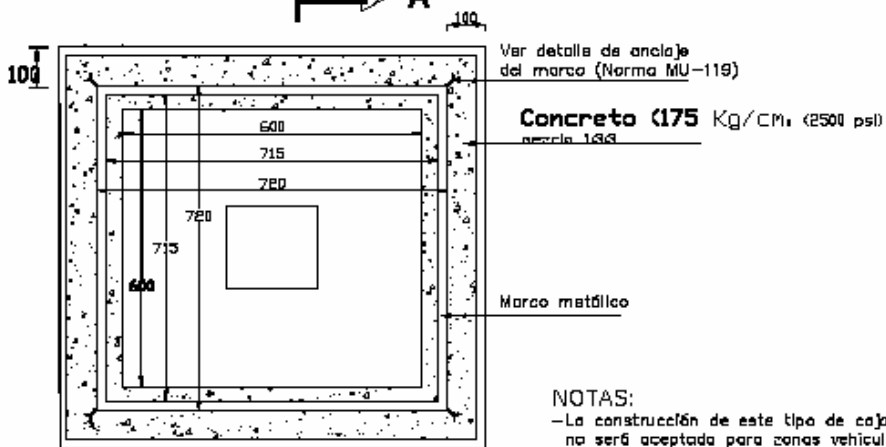
## Anexo B

### Detalles constructivos de la caja exclusiva de alumbrado público





PLANTA  
CAJA Y MUROS



PLANTA  
CAJA CON MARCO

NOTAS:

- La construcción de este tipo de caja no será aceptada para zonas vehiculares ni entradas a garajes.
- Dimensiones en mm.

Rev. No.	Fecha	Revisión	Revisó	Aprobó

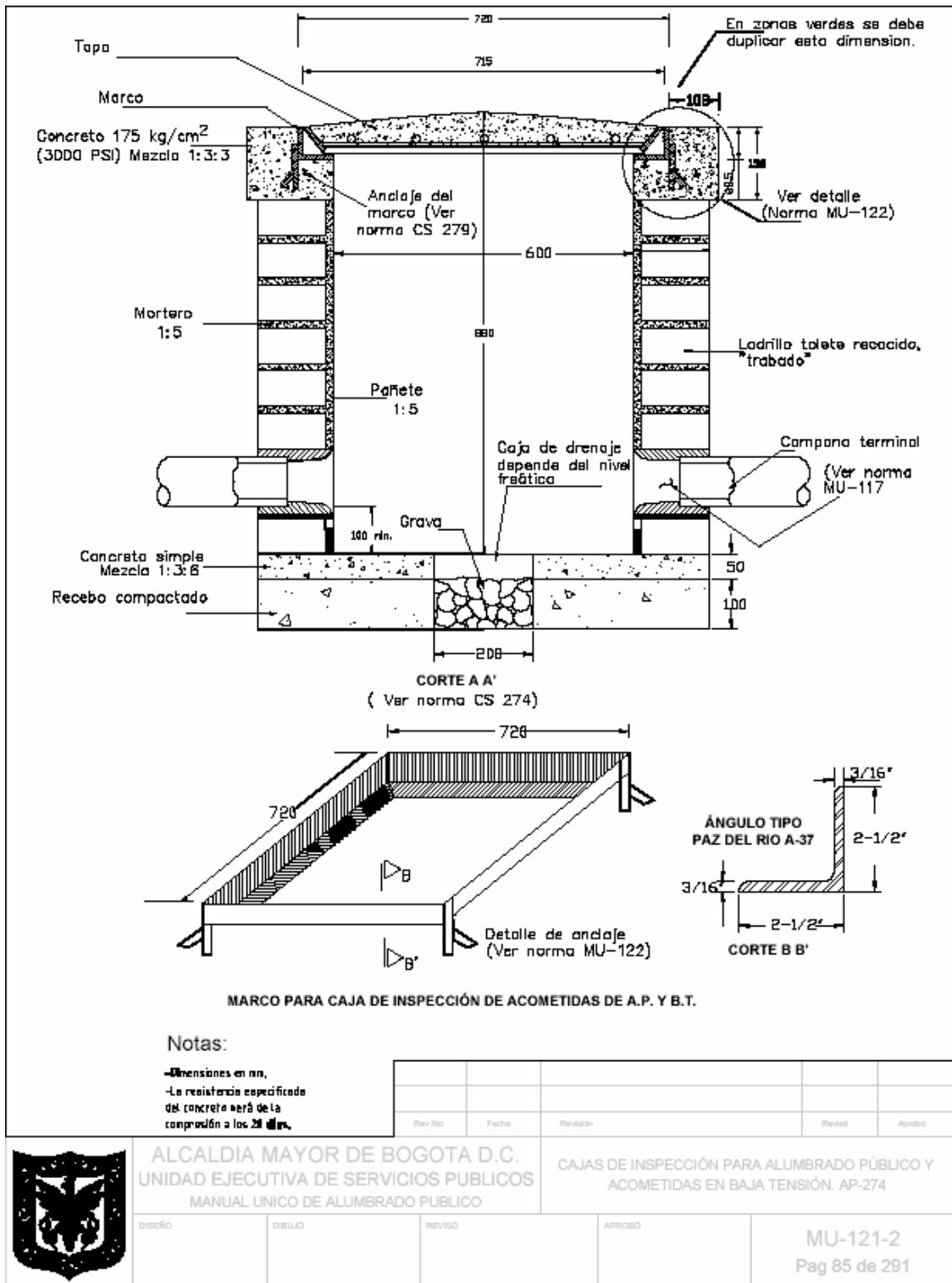


ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.  
UNIDAD EJECUTIVA DE SERVICIOS PUBLICOS  
MANUAL UNICO DE ALUMBRADO PUBLICO

CAJA DE INSPECCIÓN PARA ALUMBRADO PÚBLICO  
(PLANTA). AP-274

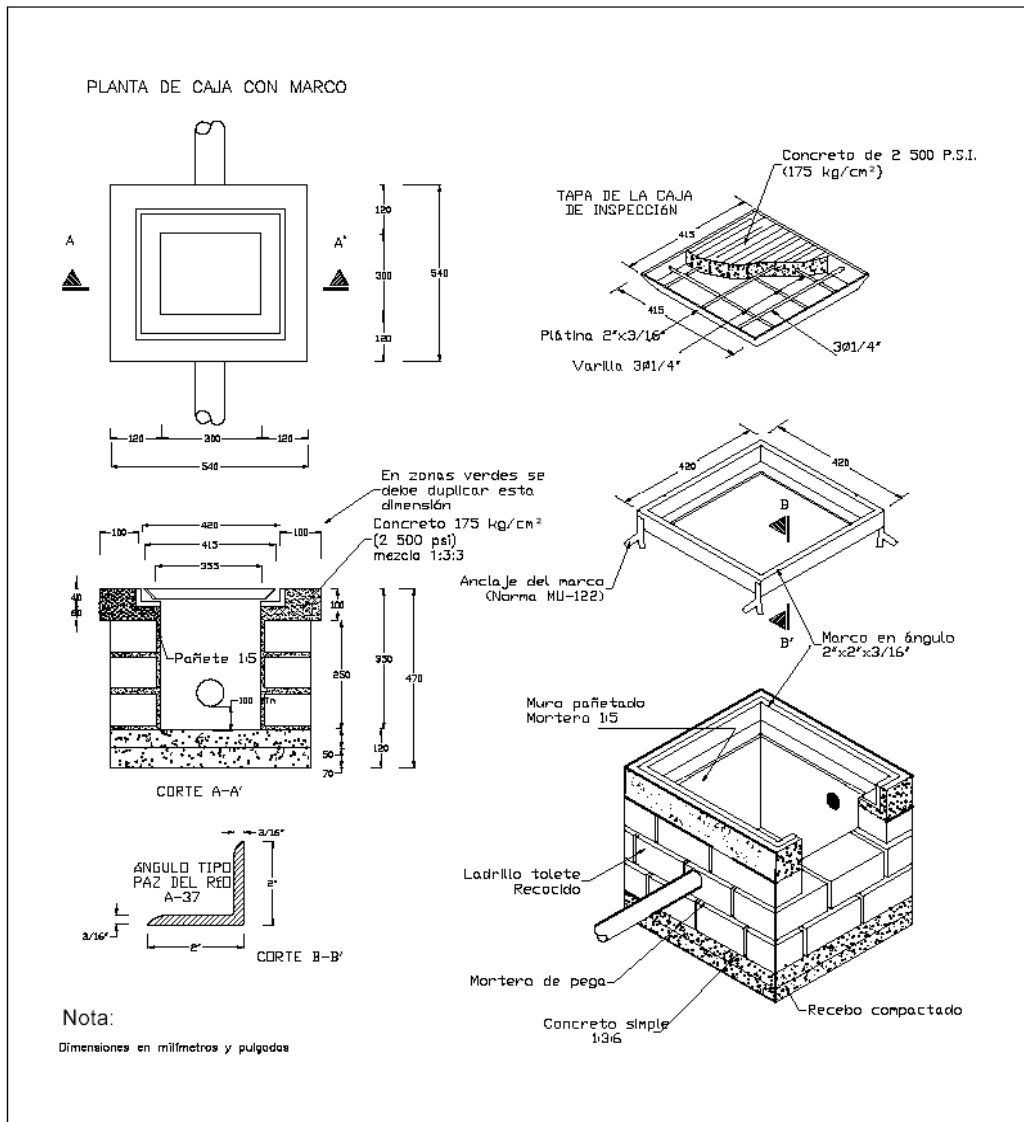
DISEÑO	DIBUJO	REVISO	APROBO

MU-121-1  
Pag 83 de 291



## Anexo C

### Detalles de construcción del marco y tapa para la caja de inspección exclusiva de alumbrado público



No. Hoja	Fecha	Revisión	Revisó	Aprobó



ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.  
UNIDAD EJECUTIVA DE SERVICIOS PÚBLICOS  
MANUAL ÚNICO DE ALUMBRADO PÚBLICO

CAJA DE INSPECCIÓN PARA ALUMBRADO ORNAMENTAL  
COMUNAL AP 280

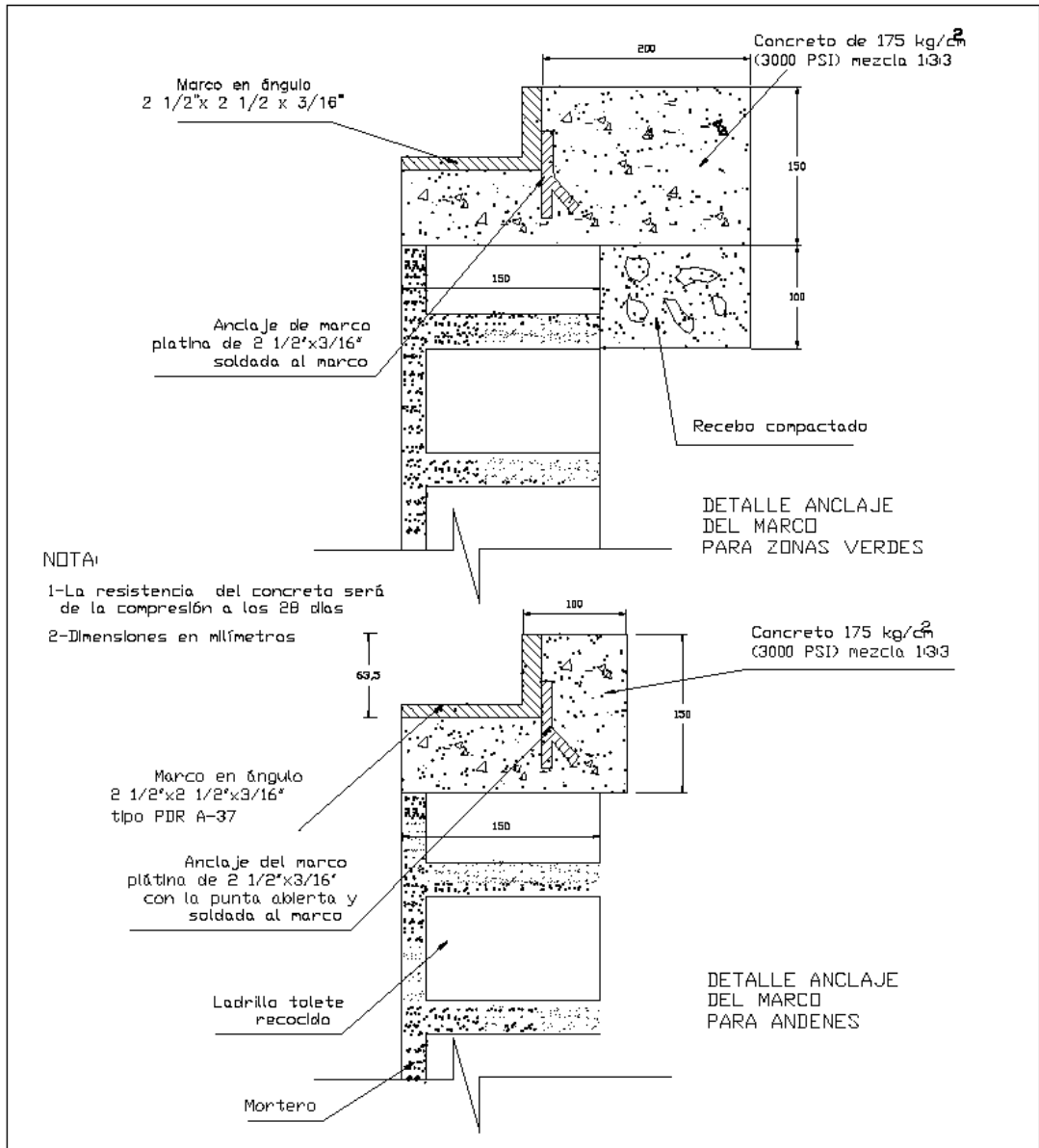
DISEÑO

DIBUJO

REVISÓ

APROBÓ

MU-124  
Pag 95 de 291



Rev. No.	Fecha	Revisión	Revisó	Aprobó



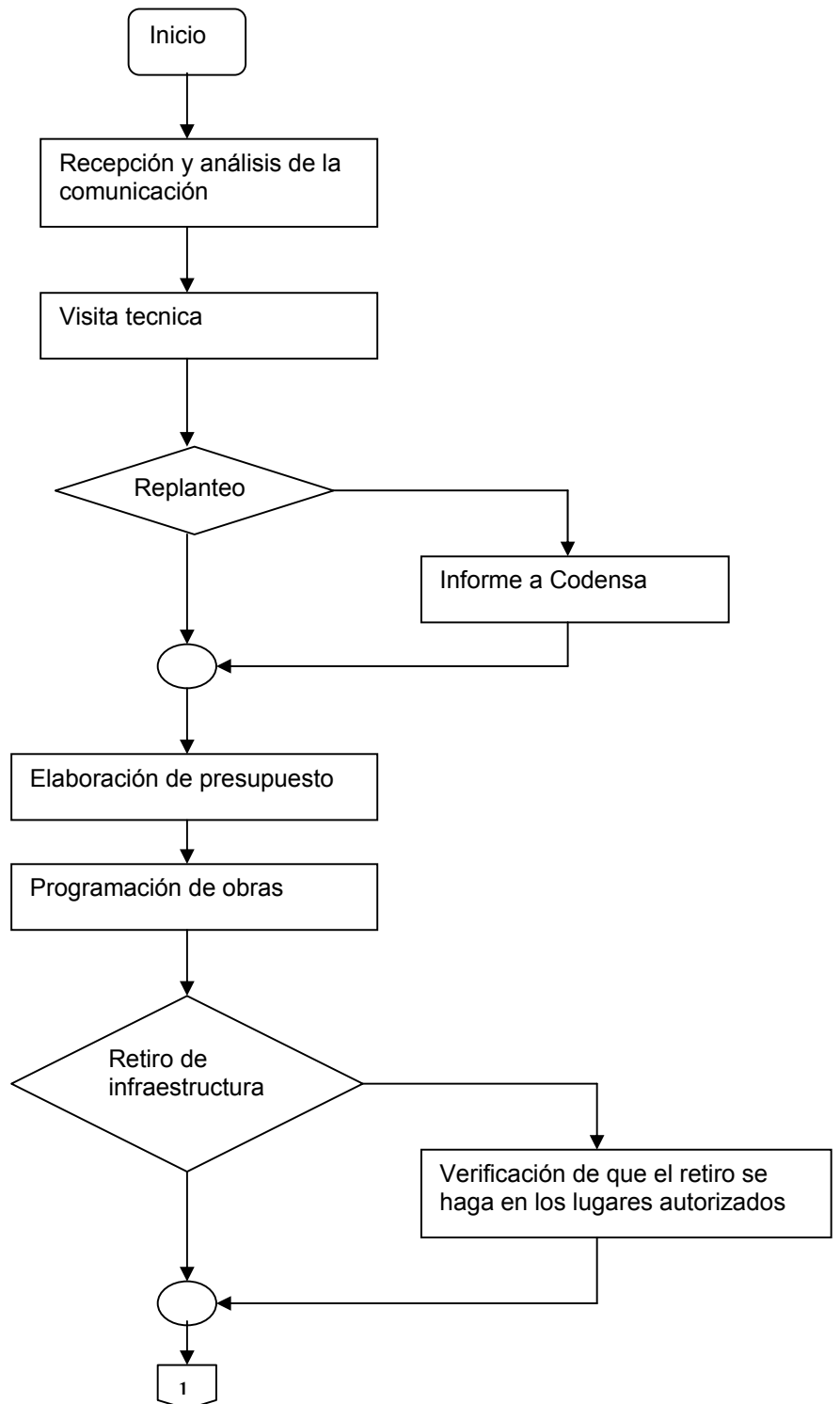
ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA D.C.  
UNIDAD EJECUTIVA DE SERVICIOS PUBLICOS  
MANUAL UNICO DE ALUMBRADO PUBLICO

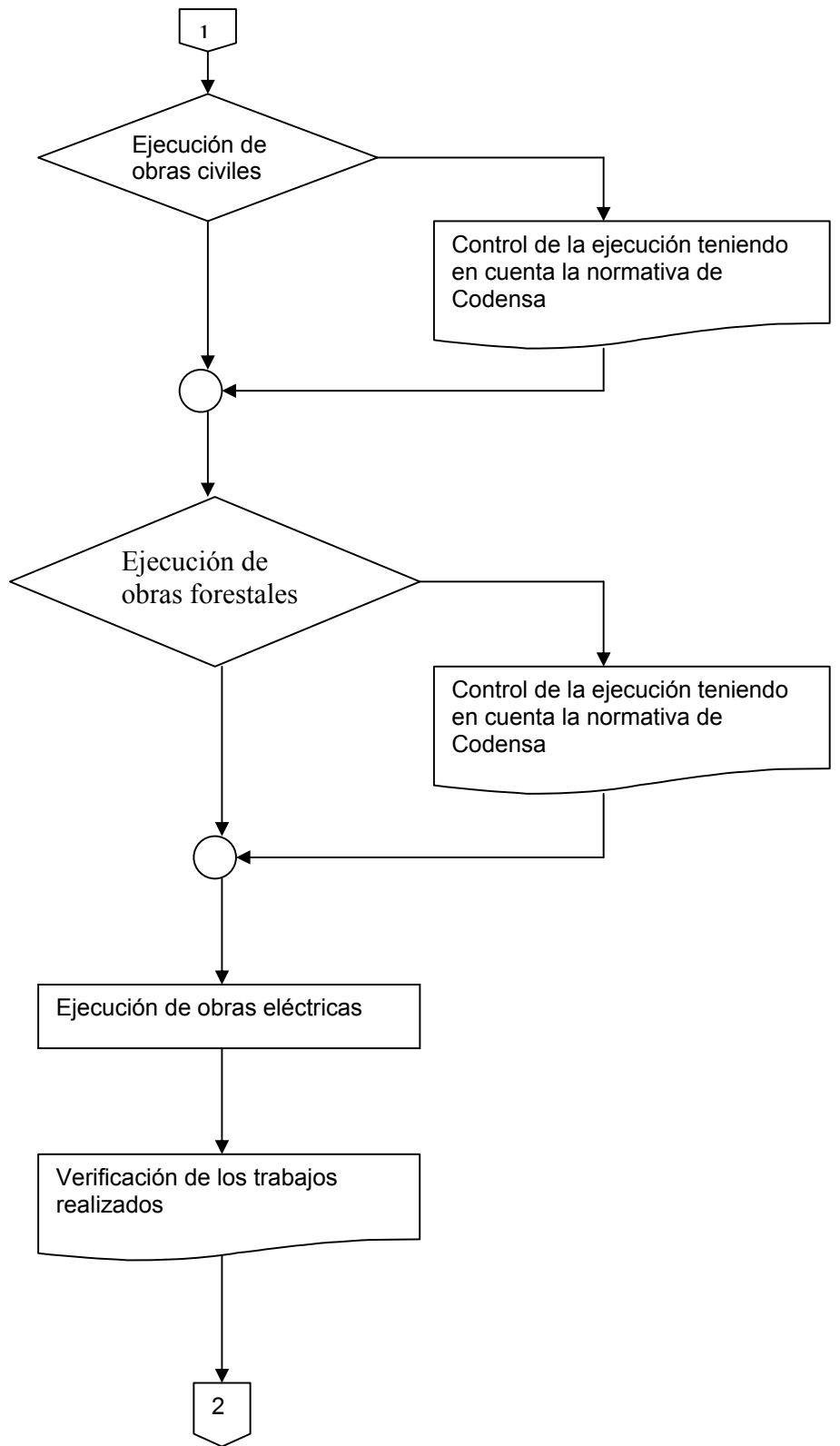
DETALLE DE ANCLAJE DEL MARCO EN CAJA DE INSPECCION. AP 279

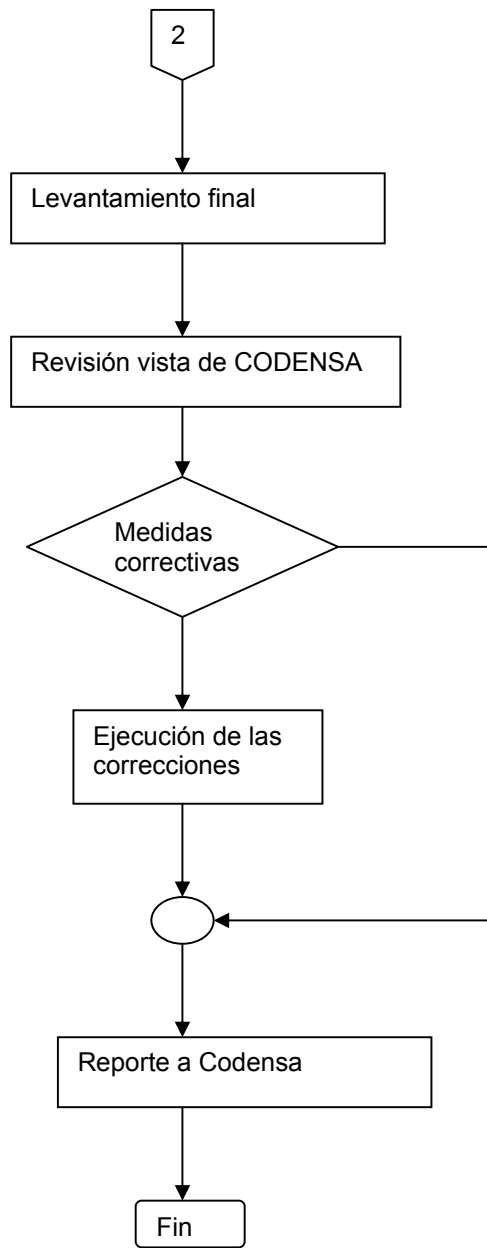
DISÑO	DIBUJO	REVISO	APROBO

MU-122  
Pag 91 de 291

**Anexo D**  
**Diagrama de flujo**







## Anexo E

### Archivo Fotográfico

Expansión ubicada en la Calle 53 A entre la Carrera 37 A y 38, Localidad de Teusaquillo, Bogotá D.C













