UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS"

FACULTAD TECNOLÓGICA – INGENIERÍA ELÉCTRICA

TRABAJO FINAL

DISEÑO DE ILUMINACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO DE TRES PARQUES DE CIUDAD BOLÍVAR DE ACUERDO CON LAS DIRECTRICES DE LA UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PÚBLICOS - UAESP

MODALIDAD

PASANTÍA

Estudiante

Edgar David Lasso Lopez

Docente

Ing. Marcela Martínez Camargo

Tutor Empresa

Ing. Iván Oswaldo León

CONTENIDO

1. TÍTULO Y AUTOR 5
2. OBJETIVOS DE LA PASANTÍA 5
2.1. Objetivo General 5
2.2. Objetivos específicos 5
3. DESCRIPCIÓN DE CADA UNO DE LOS RESULTADOS ALCANZADOS EN EL DESARROLLO DE LA PASANTÍA DEBIDAMENTE ORDENADOS Y EXPUESTOS EN FORMA COHERENTE 6
3.1. Formulario MU702 6
3.2. Normatividad vigente. 7
3.3. Aprobación Formato MU702-1 8
3.4. Propuestas fotométricas 8
3.5. Propuesta técnico-económica 11
3.6. Plano fotométrico 11
3.7. Radicación 11
3.8. Documento final 11
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS, PRODUCTOS, ALCANCES E IMPACTOS DEL TRABAJO DE GRADO, DE ACUERDO CON EL PLAN DE TRABAJO 12
4.1. Trabajo de campo 12
4.2. Normatividad 12
4.3. Diseño fotométrico 13
4.4. Análisis económico 14
4.5. Convenciones y formatos UAESP 18
4.6. Agendamiento UAESP y radicación final 18
4.7. Documentación. 20
5. EVALUACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS 21
5.1. Caracterizar el área a ser iluminada. 21
5.2. Identificar la normatividad aplicable a la zona que será iluminada. 21
5.3. Realizar los diseños fotométricos de las tres propuestas exigidas por la norma (Sección 610 RETILAP) 22
5.4. Determinar la mejor propuesta fotométrica según análisis técnico-económico. 22
5.5. Elaborar el plano fotométrico resultante en CAD de acuerdo con los formatos establecidos por la UAESP. 22
5.6. Radicar ante la UAESP con toda la documentación necesaria los tres diseños. 22
5.7. Documentar el proceso de acuerdo con capítulo seis de RETILAP considerando la categorización del proyecto, descripción del proyecto, memorias de cálculo, planos y dibujos, evaluación de costos de inversión, administración, operación, mantenimiento. 22
5.8. Literal adicional factor de mantenimiento. 23
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 27
7- Bibliografía 28

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Tres parques de Ciudad Bolívar. 6
Ilustración 2. Formulario MU702-1 diligenciado 7
Ilustración 3. Render 1 - parque 01. 8
Ilustración 4. Render 2 - parque 01 9
Ilustración 5. Render 1 - parque 02 9
Ilustración 6. Render 2 - parque 02 10
Ilustración 7. Render 1 - Parque 03 10
Ilustración 8. Render 2 - parque 02. 11
Ilustración 9 Simbología de infraestructura eléctrica - AP900 12
Ilustración 10. Aprobación formato MU702-1 14
Ilustración 11. Formato planos. 18
Ilustración 12. Página principal VUC 19
Ilustración 13. Ingreso a VUC. 19
Ilustración 14. Menú principal VUC 20
Ilustración 15. Agendamiento de citas. 20
Ilustración 16. MU702-1 diligenciado 21
Ilustración 17. Trámite de un proyecto de A.P. 27

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Costo Anual de Operación 16
Ecuación 2. Valor presente neto 17
Ecuación 3. Costo Anual Uniforme Equivalente 17
Ecuación 4. Factor de Mantenimiento 23
Ecuación 5. Factor de Balasto 24

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Datos Pasantía 5
Tabla 2. Características de la infraestructura eléctrica 12
Tabla 3. Resultados de iluminación parque 02 14
Tabla 4. Costos iniciales. 15
Tabla 5. Costo Anual de Operación. 16
Tabla 6. Variables determinantes. 17
Tabla 7. Resumen propuesta económica 18
Tabla 8. Efectos para determinar el FM 23
Tabla 9. Recomendación Factor de Balasto. 24
Tabla 10. Clasificación de los Niveles de Contaminación. 24
Tabla 11. Factor de ensuciamiento de la luminaria 25
Tabla 12. Reducción del flujo luminoso por depreciación. 25
Tabla 13. Esquema de mantenimiento para la instalación de alumbrado público 03 parques de Ciudad Bolívar. 26

ANEXOS

ANEXO A. Diligenciamiento del formato MU702-1.

ANEXO B. Aprobación formato MU702-1.

ANEXO C. Presentación de las tres propuestas técnicas y económicas

ANEXO D. Planos y memorias de cálculo diseño fotométrico óptimo

ANEXO E. Radicación final - trámite II

1. TÍTULO Y AUTOR

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO				
Título del proyecto	Diseño de iluminación de alumbrado público de tres parques de Ciudad Bolívar de acuerdo con las directrices de la unidad administrativa especial de servicios públicos - UAESP			
Nombres de los proponentes	Edgar David Lasso Lopez			
Correo electrónico	edlassol@correo.udistrital.edu.co			
Numero de contacto fijo o celular	3165339673			
Código Estudiantil	20162372034			
Entidad beneficiaria	INTECNOLOGY S.A.S.			
Entidad ejecutora	Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”			
Duración del proyecto (meses)	4			
Lugar de ejecución del proyecto	Ciudad	Bogotá D.C.	Dep.	Cundinamarca
Título al que aspira	Ingeniero Eléctrico			

Tabla 1. Datos Pasantía

2. OBJETIVOS DE LA PASANTÍA

2.1. Objetivo General

Diseñar el alumbrado público de tres parques en Ciudad Bolívar para trámite formal ante la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP).

2.2. Objetivos específicos

- ✓ Caracterizar el área a ser iluminada.
- ✓ Identificar la normatividad aplicable a la zona que será iluminada.
- ✓ Realizar los diseños fotométricos de las tres propuestas exigidas por la norma (Sección 610 RETILAP)
- ✓ Determinar la mejor propuesta fotométrica según análisis técnico-económico.
- ✓ Elaborar el plano fotométrico resultante en CAD de acuerdo con los formatos establecidos por la UAESP.
- ✓ Radicar ante la UAESP con toda la documentación necesaria los tres diseños.
- ✓ Documentar el proceso de acuerdo con capítulo seis (06) de RETILAP considerando la categorización del proyecto, descripción del proyecto, memorias de cálculo, planos y dibujos, evaluación de costos de inversión, administración, operación, mantenimiento.

3. DESCRIPCIÓN DE CADA UNO DE LOS RESULTADOS ALCANZADOS EN EL DESARROLLO DE LA PASANTÍA DEBIDAMENTE ORDENADOS Y EXPUESTOS EN FORMA COHERENTE

El principal resultado de la pasantía fue el diseño de alumbrado público (A.P.) de tres parques en Ciudad Bolívar para trámite formal ante la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP). En la ilustración 1. Tres parques de Ciudad Bolívar, se muestra la distribución de los tres parques donde se realizó el diseño de alumbrado.

Ilustración 1. Tres parques de Ciudad Bolívar.

Con el desarrollo de la pasantía se obtuvieron los resultados que se describen a continuación:

3.1. Formulario MU702

En la visita a campo de la zona objeto de estudio del presente proyecto, se realizó el levantamiento eléctrico y se estimaron los puntos luminosos, con esta información se diligenció el formato MU702 – 1, como se observa en la ilustración 2. Formulario MU702 diligenciado.

La parte inicial del formato consiste en el número de identificación del proyecto "PROYECTO NO" y la fecha, los cuales serán diligenciados por el ingeniero de la UAESP cuando dé su aprobación. La segunda parte describe el "OBJETO DEL PROYECTO": *Realizar el diseño de alumbrado público en parque Ciudad Bolívar, el cual consta de la integración de tres parques*. La tercera parte está relacionada con "DIRECCIÓN", "TELÉFONO/FAX", "E-MAIL DEL RESPONSABLE /PROPIETARIO". La cuarta parte es

la "DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO" donde se diligenciaron las características del proyecto, con licencia de urbanismo teniendo en cuenta que es nuevo. En la quinta parte del formato se diligenciaron los "INDICADORES" como: información de la longitud a iluminar, área a iluminar, cantidad de puntos luminosos, potencia estimada y longitud a excavar. La sexta parte del formato corresponde a las firmas del ingeniero responsable y del ingeniero representante de la UAESP. La parte final del formato cuenta con la fecha de aprobación y categorización del proyecto, que será la que define la cantidad de diseños a ser presentados. ver ANEXO A. Diligenciamiento del formato MU702-1.

ETAPA I	IDENTIFICACIÓN Y REGISTRO DEL PROYECTO

Proyecto No. _____ (Numero de radicación) _____ (Día) DE _____ (Mes) DE _____ (AÑO)

1. OBJETO DEL PROYECTO

Realizar el diseño de alumbrado público en parque Ciudad Bolívar, el cual consta de la integraciíon de tres parques.

2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

3. DATOS DE LOS PARTICIPANTES DEL PROYECTO

Nombre Responsable / Propietario
Dirección : Teléfono /Fax E-Mail
Nombre firma consultora
Dirección : Teléfono /Fax E-Mail
Nombre firma interventora
Dirección : Teléfono /Fax E-Mail

4. DIRECCION, TELEFONO /FAX , E-MAIL DEL RESPONSABLE /PROPIETARIO

5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

TIPO DE OBRA	NUEVO	x	REMODELACIÓN				
LOCALIZACIÓN :	MALLA VIAL PPAL /COMP		INTERMEDIDA		LOCAL		
	OTRAS AREAS	INDIQUE :					

Tiene licencia de construcción ó urbanismo [x] Si [ ] No

6. INDICADORES

Longitud a iluminar 1.3 (Km) Área a iluminar 77000 (M2) Cantidad de puntos luminosos 350 U.

Potencia estimada a instalar 37.50 kVA Longitud de excavación 8750 (m)

(Firma) (Nombre) Responsable / Propietario

(Firma) (Nombre) Coordinador Proyecto Alumbrado Público UAESP

Fecha de Aprobación _____ (Día) DE _____ (Mes) DE _____ (Año)

Categorización del proyecto

Ilustración 2. Formulario MU702-1 diligenciado

3.2. Normatividad vigente.

Se buscó la normatividad pertinente al proyecto, se filtró la información encontrando: Manual Único de Alumbrado Público (MUAP), la Comisión de Regulación de Energía y Gas

(CREG), La Cartilla de Mobiliario, normatividad del operador de red CODENSA, RETILAP. Se especifica donde y cómo se usó.

3.3. Aprobación Formato MU702-1

La Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP) aprobó el formato MU702-1, emitiendo sus lineamientos técnicos para el desarrollo del proyecto (Ver ANEXO B. Aprobación formato MU702-1.)

3.4. Propuestas fotométricas

El proyecto fue categorizado de gran impacto (nivel C), según RETILAP sección 610; esto quiere decir que se debe presentar tres propuestas fotométricas, las tres propuestas fueron presentadas por los fabricantes de luminarias Royalpha, Schreder, Iguzzini. (Ver ANEXO C. Presentación de las tres propuestas técnicas y económicas.). En las siguientes ilustraciones se muestan las imágenes en tres dimensiones de los diferentes parques: Ilustracion: 3. Render 1 – parque 01, Ilustracion: 4. Render 2 – parque 0; Ilustración 5. Render 1 – parque 02; Ilustración 6. Render 2 – parque 02; Ilustración 7. Render 1 – parque 03 y Ilustración 8. Render 2 – parque 03.

Parque 01.

Ilustración 3. Render 1 - parque 01.

Ilustración 4. Render 2 - parque 01

Parque 02:

Ilustración 5. Render 1 - parque 02

Ilustración 6. Render 2 - parque 02

Parque 03:

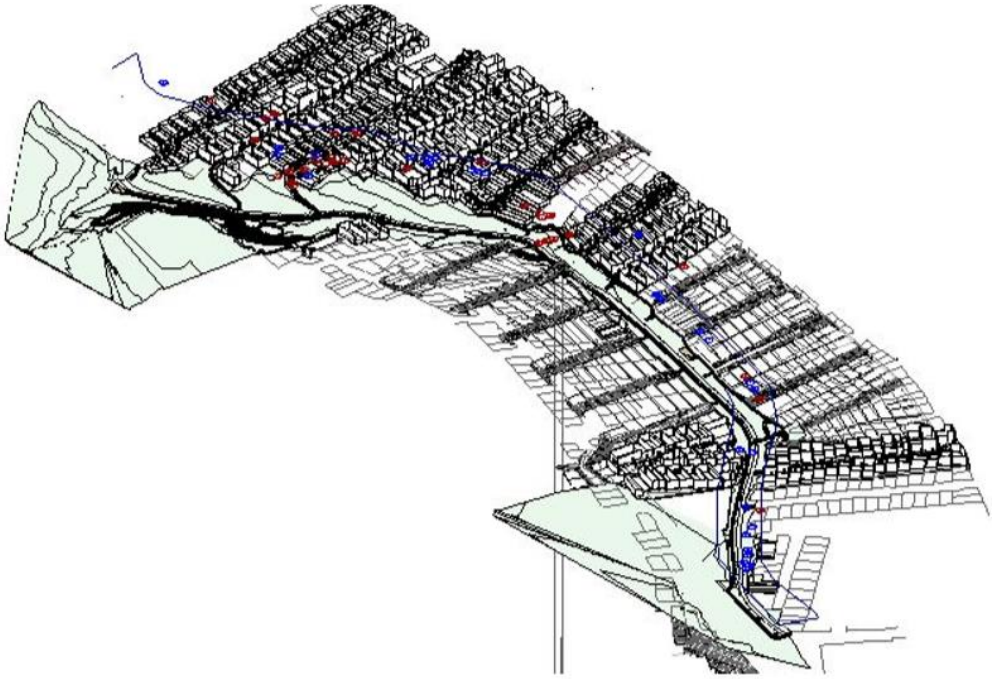

Ilustración 7. Render 1 - Parque 03

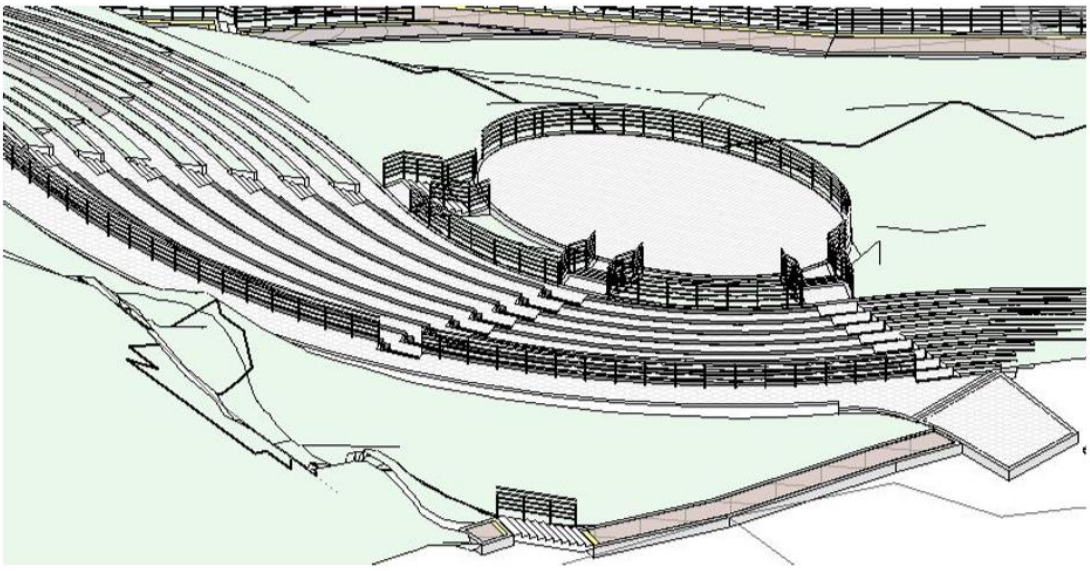

Ilustración 8. Render 2 - parque 02.

3.5. Propuesta técnico-económica

Se determinó que la mejor propuesta técnico-económica, es el fabricante Royalpha, el cual optimizó su administración, operación y mantenimiento (AOM) durante 30 años.

3.6. Plano fotométrico

Se realizaron los formatos de la mejor propuesta fotométrica según lo estandarizado por UAESP (ver ANEXO D. Planos y memorias de cálculo diseño fotométrico óptimo).

3.7. Radicación

Se radicó la documentación en la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UASEP) para el trámite formal de aprobación (Ver ANEXO E. Radicación final - trámite II)

3.8. Documento final

Toda la información técnica utilizada se presenta en este documento.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS, PRODUCTOS, ALCANCES E IMPACTOS DEL TRABAJO DE GRADO, DE ACUERDO CON EL PLAN DE TRABAJO

4.1.Trabajo de campo

Se realizó la visita a campo del área a intervenir, y se reunió los datos relevantes de la infraestructura eléctrica, primeramente, las características de las luminarias, en segundo lugar, la potencia, en tercer lugar, rótulos y puntos físicos, y por último altura de los postes, tal como se puede observar en la Tabla 2. Características de la infraestructura eléctrica.

Donde la luminaria característica fue sodio, se encontró que la potencia de la luminaria es de 70W, se anotó el rótulo de las luminarias y el punto físico del poste, fundamentales para saber a quien corresponde la infraestructura eléctrica, en la actualidad la mayoría pertenece a ENEL-CODENSA, y la nueva será condonada de forma gratuita al Distrito por medio de la UAESP. por último, se encontró la altura de los postes, ver en la ilustración 2. Simbología de infraestructura eléctrica - AP900. Toda la información referente al levantamiento eléctrico se puede observar en ANEXO F. Planos y memorias de cálculo diseño fotométrico óptimo.

LUMINARIA	POTENCIA	ROTULO	PUNTO FÍSICO	CARACTERÍSTICAS
SODIO	70 W	3454205	20520429	CONCRETO 10 m - 510 kgf
SODIO	70 W	3053371	20520054	CONCRETO 14 m - 1050 kgf
SODIO	70 W	478371	20510289	CONCRETO 14 m - 1050 kgf
SODIO	70 W	473140	20510289	CONCRETO 14 m - 1050 kgf

Tabla 2. Características de la infraestructura eléctrica

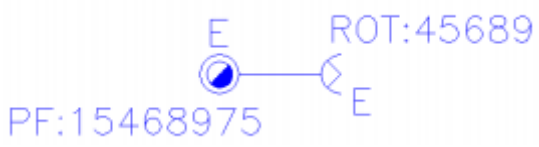

Ilustración 9 Simbología de infraestructura eléctrica - AP900

4.2. Normatividad

En este aparte se presentan las normas que fueron aplicadas al proyecto realizado.

Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP):

Sección 510.3, Tabla 510.3 b. Fotometría mínima en áreas críticas distintas a vías vehiculares. Nos dice que los senderos peatonales en parques su iluminancia media (Em) es de 20 luxes y la uniformidad general (Uo) del 40%, las plazas y plazoletas deberán tener una iluminancia media (Em) de 30 luxes y una uniformidad general (Uo) del 33%. Estos son los parámetros que se comparan en la simulación de DIALux.

Normas Codensa:

AP900. Convenciones para planos de levantamiento y diseño de redes de alumbrado público: Se usó para dibujar las convenciones de postes y luminarias en los planos.

AP850. Foto control: Se tuvo en cuenta en el análisis técnico-económico.

AP800-1. Soportes usados en los postes de AP: Se contempla para el análisis técnico económico y para los detalles constructivos del diseño fotométrico en planos.

AP801. Postes de concreto para alumbrado público: Características que deben de cumplir los postes escogidos para el diseño.

Generalidades 6.2. Circuitos de alumbrado público: Se contempla las varillas puesta a tierra para los postes en concreto, el calibre del conductor exigida por la norma para incluirse en el análisis técnico económico.

AP207. Detalles ductos, zanjas y rellenos. 2 ductos diámetro Ø 3": Tubería exclusiva para proyectos de A.P. - contemplado en el análisis técnico-económico.

Cartilla de mobiliario urbano:

Recomendaciones de ubicación de luminarias según la cartilla de mobiliario urbano: Se deberán ubicar las luminarias a una distancia mayor de 5 m respecto al tronco de un árbol cercano. Además, se debe restringir al máximo la utilización del poste con un solo soporte.

RESOLUCIÓN 016 DE 2018 de la CREG:

Por la cual se define la tasa de retorno para la actividad de distribución de energía eléctrica en el sistema interconectado nacional. Se contemplo la tasa de retorno para la distribución de energía eléctrica en el análisis técnico económico.

Manual Único de Alumbrado Público:

Del manual se tubo en cuenta el diseño de alumbrado público y el cumplimiento de procedimientos establecidos los cuales se encuentran desarrollados en el capítulo VI y el capítulo VIII respectivamente.

4.3.Diseño fotométrico

Se realizó el diseño fotométrico del proyecto con base a la normatividad descrita en el ítem anterior y los parámetros establecidos por UAESP en el ANEXO B aprobación del formato MU702, se extrajo la parte esencial del documento referente a los lineamientos de diseño, como se puede ver en la ilustración 10. Aprobación formato MU702-1, parte de los resultados del diseño fotométrico del parque 02 versión Royalpha se pueden observar en la Tabla 3. Resultados de iluminación parque 02,

Se concluyó que el diseño cumple con la iluminancia promedio denominada Emedia y la uniformidad general denominada Emin/Emedio.

- Los senderos en parques con iluminancia promedio entre 15 lx y 25 lx ($15 \leq Em \leq 25$) y uniformidad $\geq$ a 33%.
- Plazoletas, juegos infantiles y gimnasio, clase de iluminación C1, según RETILAP en su tabla 510.3.b: Iluminancia promedio 30 luxes y $U_o \geq 33\%$.

Ilustración 10. Aprobación formato MU702-1

#	Nombre	EMedia	Emín/Emedio
27	PLAZOLETA +2764.14	37.4 lx	77%
28	PLAZOLETA +2768.52	25.5 lx	74%
29	SENDERO +2747.50	22.2 lx	56%
30	SENDERO +2759.31	26.7 lx	61%
31	SENDERO +2764.20	27.1 lx	84%
32	SENDERO +2751.27	26.0 lx	61%
33	PLAZOLETA +2751.16	30.4 lx	76%
34	SENDERO +2744.77	23.6 lx	70%
35	PLAZOLETA +2744.73	36.9 lx	90%
36	SENDERO +2744.74	22.7 lx	55%
37	PLAZOLETA +2739.13	33.5 lx	59%
38	SENDERO +2739.11	21.4 lx	71%
39	PLAZOLETA +2732.21	33.9 lx	73%
40	SENDERO +2734.92	25.3 lx	77%

Tabla 3. Resultados de iluminación parque 02

4.4.Análisis económico

Para determinar la mejor propuesta implementando un análisis técnico-económico, el cual evaluó la implementación de la infraestructura en la actualidad y su Administración Operación y Mantenimiento (AOM) a lo largo de 30 años.

Para la elaboración del análisis económico se contempló la sección 610.7.3 COSTO ANUAL EQUIVALENTE de RETILAP.

- ✓ Costos Iniciales (CI.) de infraestructura (luminarias o proyectores, transformadores, conductores, postes, materiales, etc.), transporte y mano de obra. Estos costos son presentes. Como se puede observar en la Tabla 4. Costos iniciales, se evaluó en primer lugar los costos de las luminarias según su fabricante, en segundo lugar, el poste de concreto de 10 metros, en tercer lugar, el cable de baja tensión (4x1/0 AWG THW 600 V según generalidades 6.2. CODENSA), en cuarto lugar, la canalización de baja tensión (2ϕ3” PVC TDP según normas CODENSA AP207), en quinto lugar, el servicio de grúa para postes, en sexto lugar, las fotoceldas de las luminarias, en séptimo lugar, el medidor trifásico de energía, en octavo lugar, la varilla de cobre 2.44 m para el sistema de puesta tierra, en noveno lugar, el soporte para la luminaria (sencillo o doble) y por último las

cajas de inspección subterráneas CS274, CS275, CS276. Las actividades descritas fueron evaluadas para las tres propuestas.

ANALISIS DE COSTOS INICIALES										
DESCRIPCIÓN	POTENCIA W	ALTERNATIVA SCHREDER - VOLTANA			ALTERNATIVA ROYALPHA - RALED			ALTERNATIVA IGUZZINI - QUID		
		CANTIDAD	COSTO C/U	COSTO TOTAL	CANTIDAD	COSTO C/U	COSTO TOTAL	CANTIDAD	COSTO C/U	COSTO TOTAL
LUMINARIA	VOLTANA 1 - 31W - 5102	105	$ 502.000	$ 52.710.000						
	VOLTANA 2 - 56W - 5102	83	$ 610.000	$ 50.630.000						
	VOLTANA 3 - 80W - 5164	14	$ 715.000	$ 10.010.000						
	VOLTANA 4 - 110W - 5068	12	$ 770.000	$ 9.240.000						
	VOLTANA 4 - 110W - 5138	52	$ 770.000	$ 40.040.000						
	RALED II OP RA02SII - 72W				64	$ 930.000	$ 59.520.000			
	RALED I OP RA05MII - 38W				116	$ 651.000	$ 75.516.000			
	RALED II OP RA02SII - 55W				70	$ 930.000	$ 65.100.000			
	Quid: Pole-mounted system – A45 optic - Neutral White - DALI - ø42-60mm - 80.4W 9360lm - 4000K							53	$ 2.658.750	$ 140.913.750
	Quid: Pole-mounted system – ST1.2 optic - Neutral White - DALI - ø42-60mm - 39W 4090lm 4000K							122	$ 1.991.250	$ 242.932.500
	Quid: Pole-mounted system – ST1 optic - Neutral White - DALI - ø42-60mm - 84.7W 9890lm - 4000K							13	$ 2.887.500	$ 37.537.500
	Quid: Pole-mounted system – ST1 optic - Neutral White - DALI - ø42-60mm - 57.3W 6260lm - 4000K							50	$ 2.219.200	$ 110.960.000
COSTO TOTAL LUMINARIAS		**266**	**TOTAL**	**$ 162.630.000**	**250**	**TOTAL**	**$ 200.136.000**	**238**	**TOTAL**	**$ 532.343.750**
POSTE	POSTECONCRETO - 10M	248	$ 389.130	$ 96.504.240	231	$ 389.130	$ 89.889.030	231	$ 389.130	$ 89.889.030
				$ 0			$ 0			$ 0
				$ 0			$ 0			$ 0
				$ 0			$ 0			$ 0
COSTO TOTAL POSTES		**248**	**TOTAL**	**$ 96.504.240**	**231**	**TOTAL**	**$ 89.889.030**	**231**	**TOTAL**	**$ 89.889.030**
CABLE BT	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLE DE ALUMINIO 4X1/0 AWG	1764000	$ 3.907	$ 6.891.948.000	1764000	$ 3.907	$ 6.891.948.000	1764000	$ 3.907	$ 6.891.948.000
COSTO TOTAL CABLE BT			**TOTAL**	**$ 6.891.948.000**		**TOTAL**	**$ 6.891.948.000**		**TOTAL**	**$ 6.891.948.000**
CANALIZ DUCTO ELECTRIC PVC - D2X3" + ZONA VERDE		1852200	$ 75.183	$ 139.253.378.418	1852200	$ 75.183	$ 139.253.378.418	1852200	$ 75.183	$ 139.253.378.418
Servicio de Grua		49,6	$ 196.350	$ 9.738.960	46,2	$ 196.350	$ 9.071.370	46,2	$ 196.350	$ 9.071.370
FOTOCELDAS		266	$ 24.157	$ 6.425.762	250	$ 24.157	$ 6.039.250	238	$ 24.157	$ 5.749.366
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR SEMI-SUMERGIBLE DE 30KVA - 11,4KV/380-220 V EXCLUSIVO A.P.		3	$ 22.287.209	$ 66.861.626	3	$ 22.287.209	$ 66.861.626	3	$ 22.287.209	$ 66.861.626
CAJA+ MEDIDOR TRIFASICO DE 150 AMP.baja tension		5	$ 996.748	$ 4.983.740	5	$ 996.748	$ 4.983.740	5	$ 996.748	$ 4.983.740
Varilla Cobre 2.40m (5/8") Sum e Inst.		83	$ 104.051	$ 8.636.233	77	$ 104.051	$ 8.011.927	77	$ 104.051	$ 8.011.927
CAJA DE INSPECCIÓN	Caja de Inspección CS274	248	$ 977.878	$ 242.513.709	231	$ 977.878	$ 225.889.786	231	$ 977.878	$ 225.889.786
	Caja de Inspección CS275	200	$ 1.369.564	$ 273.912.800	200	$ 1.369.564	$ 273.912.800	200	$ 1.369.564	$ 273.912.800
	Caja de InspecciónCS276	100	$ 1.898.907	$ 189.890.700	100	$ 1.898.907	$ 189.890.700	100	$ 1.898.907	$ 189.890.700
SOPORTE LUMI	SENCILLO	248	$ 72.000	$ 17.856.000	250	$ 72.000	$ 18.000.000	238	$ 72.000	$ 17.136.000
	DOBLE	18	$ 144.000	$ 2.592.000	19	$ 144.000	$ 2.736.000	7	$ 144.000	$ 1.008.000
			TOTAL	**$ 140.076.789.948**		**TOTAL**	**$ 140.058.775.617**		**TOTAL**	**$ 140.055.893.733**
SUBTOTAL				**$ 147.227.872.188**			**$ 147.240.748.647**			**$ 147.570.074.513**
IVA 19%				**$ 27.973.295.716**			**$ 27.975.742.243**			**$ 28.038.314.157**
TOTAL COSTO INICIAL				**$ 175.201.167.904**			**$ 175.216.490.889**			**$ 175.608.388.670**

Tabla 4. Costos iniciales.

- ✓ Costos Anuales de Operación (CAO), los cuales están compuestos por el mantenimiento de la infraestructura y el consumo de energía eléctrica del sistema de alumbrado. Estos

costos son anualizados y deben traer a valor presente, con la siguiente ecuación 1. Costo anual de operación.

$$VP(CAO) = CAO * \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right)$$

Ecuación 1. Costo Anual de Operación

En la Tabla 5. Costo Anual de Operación. Se evaluaron los costos de limpieza de las luminarias (cada 2 años); la reposición de los drivers de las luminarias y la factura de la energía eléctrica anual.

ANALISIS DE COSTOS ANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO										
LIMPIEZA	Limpieza Lu	266,0	$ 31.685	$ 8.428.285	250,0	$ 31.685	$ 7.921.321	238,0	$ 31.685	$ 7.541.097
		TOTAL		$ 8.428.285	TOTAL		$ 7.921.321	TOTAL		$ 7.541.097
VIDA UTIL 70%	HORAS-AÑOS	100.000	22,83		100.000	22,83		100.000	22,83	
REPOSICIÓN DE DRIVER DE LA LUMIANRIA	VOLTANA 1 - 31W - 5102	4,6	$ 502.000	$ 2.309.200			$ 0			$ 0
	VOLTANA 2 - 56W - 5102	3,64	$ 610.000	$ 2.220.400			$ 0			
	VOLTANA 3 - 80W - 5164	0,62	$ 715.000	$ 443.300			$ 0			
	VOLTANA 4 - 110W - 5068	0,53	$ 770.000	$ 408.100			$ 0			
	VOLTANA 4 - 110W - 5138	2,28	$ 770.000	$ 1.755.600			$ 0			
	RALED II OP RA02SII - 72W				2,81	$ 930.000	$ 2.613.300			
	RALED I OP RA05MII - 38W				5,09	$ 651.000	$ 3.313.590			
	RALED II OP RA02SII - 55W				3,07	$ 930.000	$ 2.855.100			
	Quid: Pole-mounted system – A45 optic - Neutral White - DALI - ø42-60mm - 80.4W 9360lm - 4000K							2,33	$ 2.658.750	$ 6.194.888
	Quid: Pole-mounted system – ST1.2 optic - Neutral White - DALI - ø42-60mm - 39W 4090lm - 4000K							5,35	$ 1.991.250	$ 10.653.188
	Quid: Pole-mounted system – ST1 optic - Neutral White - DALI - ø42-60mm - 84.7W 9890lm - 4000K							0,57	$ 2.887.500	$ 1.645.875
	Quid: Pole-mounted system – ST1 optic - Neutral White - DALI - ø42-60mm - 57.3W 6260lm - 4000K							2,19	$ 2.219.200	$ 4.860.048
			TOTAL	$ 7.136.600	TOTAL		$ 8.781.990	TOTAL		$ 23.353.998
FACTURACIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA ANUAL	VOLTANA 1 - 31W - 5102	14.256,90	$ 763	$ 10.878.015	-					
	VOLTANA 2 - 56W - 5102	20.358,24	$ 763	$ 15.533.337	-					
	VOLTANA 3 - 80W - 5164	4.905,60	$ 763	$ 3.742.973	-					
	VOLTANA 4 - 110W - 5068	5.781,60	$ 763	$ 4.411.361	-					
	VOLTANA 4 - 110W - 5138	25.053,60	$ 763	$ 19.115.897	-					
	RALED II OP RA02SII - 72W				20.183,04	$ 763	$ 15.399.660			
	RALED I OP RA05MII - 38W				19.307,04	$ 763	$ 14.731.272			
	RALED II OP RA02SII - 55W				16.863,00	$ 763	$ 12.866.469			
	Quid: Pole-mounted system – A45 optic - Neutral White - DALI - ø42-60mm - 80.4W 9360lm - 4000K							18.681,47	$ 763	$ 14.253.959
	Quid: Pole-mounted system – ST1.2 optic - Neutral White - DALI - ø42-60mm - 39W 4090lm - 4000K							20.840,04	$ 763	$ 15.900.951
	Quid: Pole-mounted system – ST1 optic - Neutral White - DALI - ø42-60mm - 84.7W 9890lm - 4000K							4.822,82	$ 763	$ 3.679.810
	Quid: Pole-mounted system – ST1 optic - Neutral White - DALI - ø42-60mm - 57.3W 6260lm - 4000K							12.548,70	$ 431	$ 5.408.490
			TOTAL	$ 53.681.582		TOTAL	$ 42.997.400		TOTAL	$ 39.243.209
SUBTOTAL				$ 15.564.885			$ 16.703.311			$ 30.895.095
IVA 19%				$ 2.957.328			$ 3.173.629			$ 5.870.068
TOTAL COSTO ANUAL OPERACIÓN +FACTURA KWh				$ 72.203.795			$ 62.874.340			$ 76.008.373

Tabla 5. Costo Anual de Operación.

- ✓ Las variables determinantes para el análisis del proyecto se presentan en la Tabla 6. Variables determinantes., donde:

  n corresponde al número de año de análisis, la proyección fue de 30 años.

  i corresponde a la tasa de descuento (TD), la cual se establece en el 16,06% según RETILAP, pero fue ajustado el valor a 12,40 % según la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) en su resolución 016 de 2018, (RETILAP recomienda usar el valor dado por la CREG para la red domiciliaria).

  kWh es el valor monetario que representa la energía para el sector público.

  La reposición de la luminaria se determina por el cociente entre la duración de la luminaria en horas (dato el cual brinda los fabricantes en sus fichas técnicas) y el funcionamiento de la luminaria encendida multiplicada por la anualidad expresada en días.

  La reposición de los drivers será la misma que la duración de la luminaria (30 años). Y se contempla una limpieza de la luminaria cada 2 años.

Variables	Valor	Unidad
n	30	años
i	12.40%	anual
kWh	$763	costo
Reposición de luminarias	22,83	años
Reposición de DRIVER	30	años
Limpieza cada	2	años

Tabla 6. Variables determinantes.

El valor presente total del proyecto (PT) se obtiene aplicando la ecuación 2:

$$VPN = P_T = CI + VP(CAO) - VP(VS)$$

Ecuación 2. Valor presente neto

El Valor Total (PT) se multiplica por el factor de anualidad para obtener el Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) del proyecto, de acuerdo a la ecuación 3.

$$CAUE = CAO - VP(VS) + CI/(1+i)^n$$

Ecuación 3. Costo Anual Uniforme Equivalente

Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) del proyecto = valor presente total del proyecto (PT) por el factor de anualidad.

Dando como resultado la Tabla 7. Resumen propuesta económica, en donde se determinó como Royalpha el proponente ganador ya que el costo anual de operación es menor que los proponentes Schreder e Iguzzini. El costo anual de operación es traido a costo presente (está proyectado a 30 años), el valor del presente neto es la suma de los costos iniciales mas el total del costo anual de operación.

Oferentes	Costo inicial	CAO	Total Cao	Valor presente neto
Alternativa ROYALPHA-RALED	$175.216.490.889	$62.874.340	$491.843.465	$175.708.334.355
ALTERNATICA SCHREDER - VOLTANA	$175.201.167.904	$72.203.795	$564.824.461	$175.765.992.365
ALTERNATICVA IGUZZINI - QUID	$175.608.388.670	$76.008.373	$594.586.306	$176.202.974.976

Tabla 7. Resumen propuesta económica

4.5.Convenciones y formatos UAESP

Despues de determinar la mejor propuesta técnico económica, se exportó la información al programa AutoCAD para la elaboración de tres planos ajustados a los formatos establecidos por la entidad, se toma como ejemplo el parque dos, ilustración 11. Formato planos, en donde se identifica la infraestructura eléctrica existente (color azul) la infraestructura eléctrica proyectada (color rojo), los resultados de la memoria de cálculo de dialux, y detalles constructivos de instalacion de la luminaria.; para ver los planos completos de los tres parques ver ANEXO F Planos y memorias de cálculo diseño fotométrico óptimo.

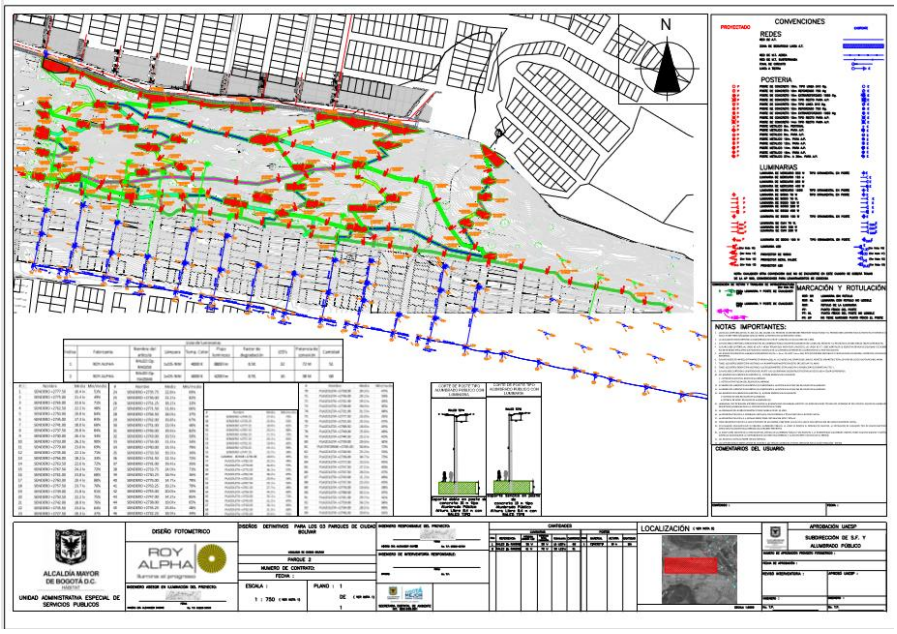

Ilustración 11. Formato planos.

4.6.Agendamiento UAESP y radicación final

Para agendar cita con la UAESP, se ingresó a la plataforma virtual de la Ventanilla Única de Constructores (VUC) con dirección web http://vuc.habitatbogota.gov.co/, como se puede observar en la Ilustración 12. Página principal VUC. Damos click en entrar.

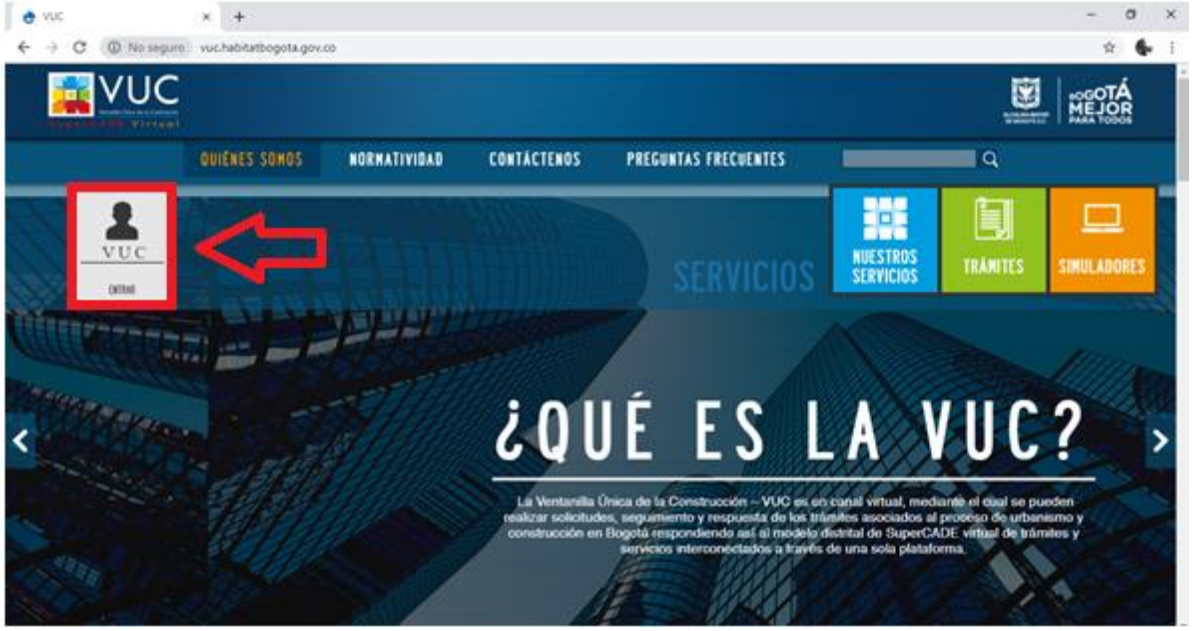

Ilustración 12. Página principal VUC

La ilustración 13. Ingreso a VUC. ahí se anotará el usuario y contraseña, en el caso que no exista un usuario registrado, se hace el proceso de inscripción.

Ilustración 13. Ingreso a VUC.

Luego de ingresar con el usuario y contraseña, se deberá dar click en donde dice agendamiento de cita como se puede ver en la Ilustración 14. Menú principal VUC.

Ilustración 14. Menú principal VUC

Finalmente se agenda la cita para la revisión ver ilustración 15, y se radicó la etapa II aprobación de diseños fotométricos (Ver ANEXO E Radicación final - trámite II)

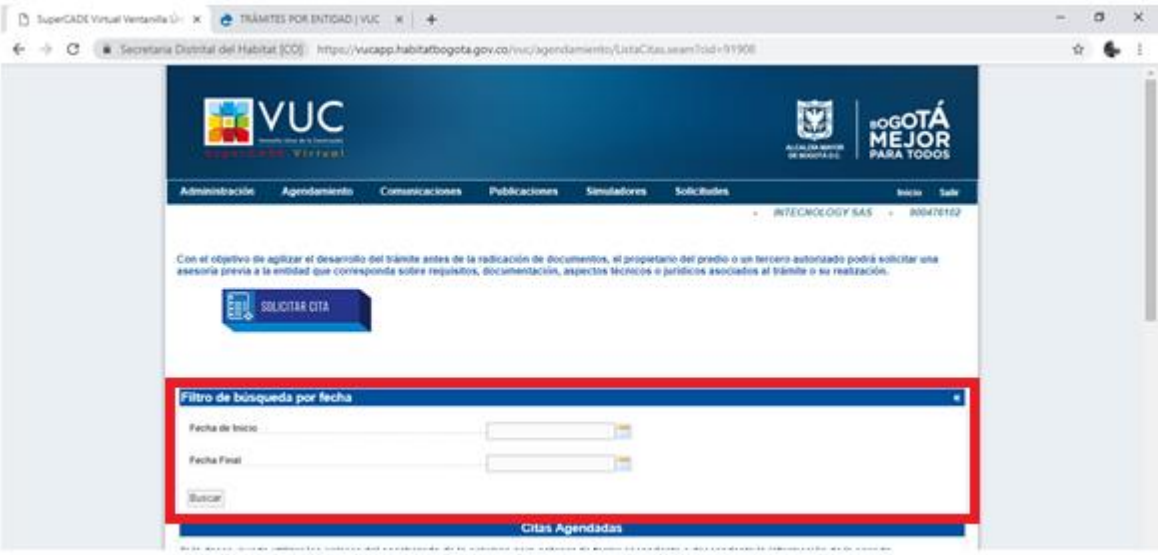

Ilustración 15. Agendamiento de citas.

4.7.Documentación.

Se documenta la información de la pasantía de acuerdo con lo propuesto en el plan de trabajo.

5. EVALUACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS

5.1.Caracterizar el área a ser iluminada.

Se determinó el área de intervención en sitio, se realizó la visita de campo en donde se determinó el área a intervenir, se realizó un levantamiento de la infraestructura eléctrica como se puede observar en el ANEXO F. Planos y memorias de cálculo diseño fotométrico óptimo y se estimó la cantidad de puntos luminosos ANEXO A. Diligenciamiento del formato MU702-1. En la parte final del formato en la sección 6 dice indicaciones, ahí se diligenció los datos estimados de luminarias junto con su potencia estimada (150 W) y longitud a iluminar tal como se puede ver en la Ilustración 16. MU702-1 diligenciado.

6. INDICADORES

Longitud a iluminar 1.3 (Km) | Área a iluminar 77000 (M2) | Cantidad de puntos luminosos 359 U.

Potencia estimada a instalar 36,70 Kw | Longitud de excavación 8750 (m)

(Firma) | (Firma)

(Nombre [redacted] | (Nom[redacted]res

Responsable / Propietario | Coordinador Proyecto Alumbrado Público UAESP

Fecha de Aprobación 22 (Día) DE 10 (Mes) DE 2018 (Año)

Categorización del proyecto Nivel C

REV N°:	Fecha	Revisión	Revisó	Aprobó

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

FORMULARIO PARA TRAMITE Y APROBACIÓN DE PROYECTOS DE ALUMBRADO PÚBLICO

DISEÑO	DIBUJÓ	REVISÓ	APROBÓ

MU-702-I
Pag 15 de 40

Ilustración 16. MU702-1 diligenciado

5.2.Identificar la normatividad aplicable a la zona que será iluminada.

Se identificó la normatividad que aplicaba al proyecto de acuerdo con las zonas que se iluminaron, en este caso senderos peatonales en parques, plazas y plazoletas, las normas encontradas fueron el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), normas del operador de red (ENEL - CODENSA SA ESP), Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), Manual Único de Alumbrado Público (MUAP), y la cartilla de mobiliario, este literal se encuentra en el ANEXO B. Cuadro resumen de normatividad en donde se encuentra el uso de la norma dentro del proyecto.

5.3. Realizar los diseños fotométricos de las tres propuestas exigidas por la norma (Sección 610 RETILAP)

Se realizaron los diseños fotométricos de las tres propuestas exigidas según RETILAP sección 610: ***"… Los proyectos de alumbrado clasificados como de Nivel C, de acuerdo con la Tabla 610.2, deben evaluarse con por lo menos tres propuestas fotométricas de las que se tenga declaración de compromiso de cumplimiento y suministro en el evento que sea escogida…"*** los diseños se realizaron con base a los lineamientos propuestos por la entidad tal como se pudo observar en el ANEXO C. Aprobación formato MU702-1 en donde nos especifica que en senderos peatonales en parques se deberá manejar una iluminancia media (Em) entre 15 lx y 25 lx con una uniformidad general (Uo) mayor de 33%; para plazas y plazoletas, se tuvo una iluminancia media de 30 lx con una uniformidad general mayor de 33%.

5.4. Determinar la mejor propuesta fotométrica según análisis técnico-económico.

Se realizó el análisis técnico – económico, donde se observó que la alterativa Roy Alpha tiene una mayor eficiencia con sus luminarias, ya que su óptica permite que se usen menos luminarias, pese a que la luminaria actualmente es más costosa que la de Schreder con una diferencia a favor de Schreder de $160.000, la Administración, Operación y Mantenimiento (AOM) a lo largo de 30 años favorece a Royalpha por tener menos puntos luminosos. El retorno de inversión es de 57'658.010 referente con el fabricante Schreder y de 494'540.021 referente con el fabricante italiano Iguzzini.

5.5. Elaborar el plano fotométrico resultante en CAD de acuerdo con los formatos establecidos por la UAESP.

Se realizaron los planos fotométricos de la mejor propuesta de acuerdo con los formatos establecidos por UAESP, en donde se tuvo en cuenta la simbología estándar del operador de red Codensa AP900 "Convenciones para planos de levantamiento y diseño de redes de alumbrado público", en estos planos se identifica la infraestructura eléctrica existente color azul y con color rojo la infraestructura proyectada, se colocaron las grillas de cálculo de los diseños y se indicó los resultados obtenidos mediante el software DIALux, Se agregan detalles constructivos.

5.6. Radicar ante la UAESP con toda la documentación necesaria los tres diseños.

Se radicó el proyecto con la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), finalizando así el trámite para la presentación de proyectos fotométricos, éste literal se puede corroborar bajo el ANEXO G. Radicación final - trámite II.

5.7. Documentar el proceso de acuerdo con capítulo seis de RETILAP considerando la categorización del proyecto, descripción del proyecto, memorias de cálculo, planos y dibujos, evaluación de costos de inversión, administración, operación, mantenimiento.

Se documentó la información según sección 610 PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UN PROYECTO DE ALUMBRADO PÚBLICO de RETILAP en donde se identificó el proyecto (sección 610.1), se caracterizó el proyecto (sección 610.2), Se diseñó y se evaluó

el proyecto (sección 610.3), Se describió las áreas a iluminar del proyecto (sección 610.4), Se realizó memoria de cálculo fotométrico (sección 610.5), Se elaboró los planos y dibujos (sección 610.6), Se evaluó los costos financieros (sección 610.7).

5.8. Literal adicional factor de mantenimiento.

El factor de mantenimiento determina las condiciones de conservación y/o mantenimiento de la instalación eléctrica, a continuación, se justificará el literal:

Las condiciones de conservación o mantenimiento de la instalación de iluminación que configuran un factor de gran incidencia en el resultado final de un proyecto de alumbrado.

Todos los elementos que contribuyen a la obtención del nivel de iluminación deseado sobre una vía, sendero peatonal o parque sufren con el tiempo un cierto grado de depreciación

El RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público) considera que el factor de mantenimiento de una instalación está determinado por ocho efectos, que se agrupan así (ver tabla 8. Efectos para determinar el FM):

Efectos no controlables en la operación	1	Efectos ambientales, como condiciones atmosféricas (temperatura, humedad)
	2	Variaciones abruptas de tensión
	3	Depreciación de la luminaria debido al envejecimiento y a la degradación de sus materiales
	4	Variación de las características de reflexión de la calzada (F_R)
Efectos controlables	5	Depreciación del flujo luminoso de la bombilla (DLB)
	6	Factor de balasto
	7	Reemplazo de las bombillas (R)
	8	Depreciación de la luminaria por ensuciamiento dentro y fuera del conjunto óptico (F_E) Ke: Factor de depreciación debido a la acumulación de suciedad por fuera de la luminaria. Ki: Factor de depreciación interno debido a la acumulación de suciedad dentro de la luminaria. Kp: Factor de depreciación permanente debido al envejecimiento y a la degradación del material en el conjunto óptico

Tabla 8. Efectos para determinar el FM

El análisis de cada uno de estos factores dará como resultado un valor que puede ser:

Uno (1), si las condiciones son óptimas (ideales); Menor que Uno (<1), en la medida en que no lo sean.

La depreciación total del rendimiento inicial (Factor de Mantenimiento), viene dado por la ecuación 4.

$$FM = Fe\ x\ DBL\ x\ Fb$$

Ecuación 4. Factor de Mantenimiento

En donde:

- ✓ FM: Factor de mantenimiento de la instalación
- ✓ Fe: Depreciación de la luminaria por ensuciamiento
- ✓ DLB: Depreciación por descendimiento del flujo luminoso de la bombilla
- ✓ Fb: Factor de balasto

Factor de Balasto (FB)

Se define como la relación entre el flujo luminoso de la bombilla funcionando con el balasto/driver de producción y el flujo luminoso de la misma bombilla funcionando con el balasto/driver de referencia

$$Fb = \frac{\text{Flujo de la bombilla con balasto/driver de producción}}{\text{Flujo de la bombilla con balasto/driver de referencia}}$$

Ecuación 5. Factor de Balasto

Se tiene recomendado el siguiente valor para balastos/driver:

Factor de balasto	Característica
1*	Para sistemas balastos/driver electrónicos

(*) Factor no normalizado

Tabla 9. Recomendación Factor de Balasto.

Depreciación por ensuciamiento, factor de ensuciamiento (FE)

La acumulación de suciedad en el conjunto óptico de las luminarias afecta el rendimiento y, por lo tanto, disminuye los niveles de iluminación de una instalación de alumbrado público. La rapidez y severidad de la acumulación de suciedad varía de acuerdo con las condiciones en el sitio de instalación.

Categoría	Descripción	Nivel de partículas	Observaciones
I	Ambientes poco polucionados	Bajo Menor 80 µg/m³	No existen actividades generadoras de polvo o humos en la cercanía, tráfico ligero, generalmente limitado a áreas residenciales o rurales
II	Ambientes medianamente polucionados	Medio 80 – 150 µg/m³	Existen actividades generadoras de polvo o humos en la cercanía, tráfico pesado, generalmente limitado a áreas residenciales e industriales ligeras.
III	Ambientes muy polucionados y zonas industriales	Alto 150 – 400 µg/m³	Existen actividades generadoras de nubes de polvo o humos en la cercanía, que pueden envolver ocasionalmente las instalaciones. Áreas altamente industriales
IV	Ambientes excesivamente polucionados	Excesivo Superior a 400µm³	Como la categoría anterior pero las instalaciones están envueltas en humo y polvo

Tabla 10. Clasificación de los Niveles de Contaminación.

Categorización de Contaminación.

Para efectos del proyecto se tomará la fila M5 y P4 a P7 y parques según lo estipulo el MU702-I para el proyecto 03 parques de Ciudad Bolívar como se puede observar en la tabla 4.

Tipo de vía o clase de iluminación	Nivel de contaminación	Índice de hermeticidad (IP) de la luminaria	Periodo, en meses, de limpieza del conjunto óptico de la luminaria	Factor de Ensuciamiento F_E
Avenidas en el centro de algunas ciudades (*)	IV	6X (a)	6	0,91
		6X (b)	6	0,93
M2 y M3	III	6X (a)	12	0,91
		6X (b)	12	0,93
M4 y P1 a P3	II	6X (a)	24	0,89
		6X (b)	24	0,91
M5, P4 a P7 y parques	I	6X (a)	36 o cambio de la bombilla	0,90
		6X (b)		0,95

Tabla 11. Factor de ensuciamiento de la luminaria

Depreciación del flujo luminoso de la bombilla (DLB)

En las fuentes lumínicas (LED), la depreciación se ocasiona frecuentemente por el desgaste o envejecimiento propio del elemento semiconductor lo cual produce un oscurecimiento gradual.

Según el tipo de fuente, se puede estimar la reducción del flujo luminoso por depreciación a partir de lo mostrado en la Tabla 12. (ver Tabla):

REDUCCIÓN DEL FLUJO LUMINOSO POR DEPRECIACIÓN		
TIPO DE FUENTE	DEPRECIACIÓN	
Mercurio alta intensidad de descarga[1]	1,15	porcentaje por cada 1000 horas de operación
Sodio alta intensidad de descarga[1]	1	
LED[2]	1,5	porcentaje por cada 5000 horas de operación

Fuente:
(1) Eduardo Roberto Manzano, Tesis Doctoral: Estudio de una metodología para evaluar el servicio del alumbrado urbano, Capítulo 4 página 27. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona-España, año 2000.
(2) Grupo Schreder.

Tabla 12. Reducción del flujo luminoso por depreciación.

Conociendo la depreciación del flujo luminoso de las luminarias led RALED, que es de L70 para 100.000 horas, es decir una depreciación de 0.97 a las 70000 mil horas de su vida útil.

De acuerdo con lo anterior de tiene:

Proyecto	Categoría de contaminación	IP(**)	FE	DLB	FB	FM
03 Parques Ciudad Bolívar.	I	6(b)	0.93	0.97	1	0.90

(**) Conjunto óptico totalmente sellado.

$$FM = FE \times DLB \times Fb = 0.93 \times 0.97 \times 1 = \mathbf{0.90}$$

El esquema de mantenimiento disponible al operador del alumbrado público o propietario, se muestra en la Tabla 13.

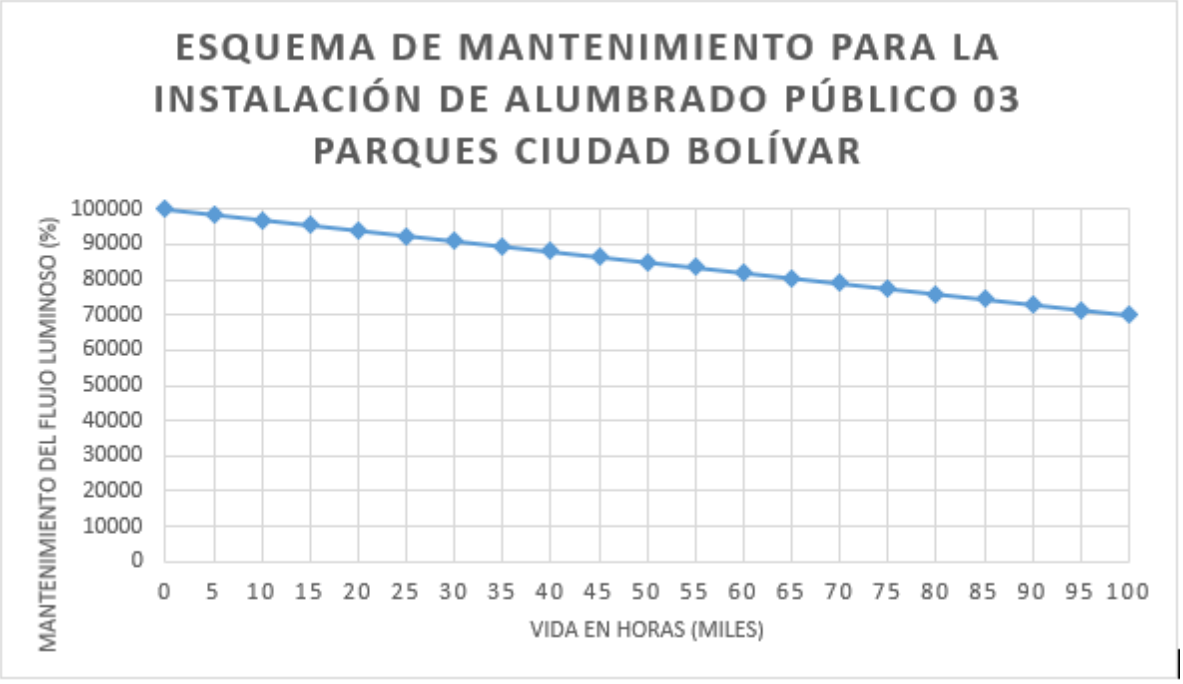

Tabla 13. Esquema de mantenimiento para la instalación de alumbrado público 03 parques de Ciudad Bolívar.

Depreciación del 1.5% cada 5000 horas.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Un proyecto de alumbrado público consiste en cuatro etapas principales, tal como se puede observar en la Ilustración 17 Trámite de un proyecto de alumbrado público, contiene una descripción y una preparación, unos diseños los cuales contempla una evaluación técnica, financiera y ambiental, una ejecución en sinergia con una interventoría, un recibo de obra junto con su inspección RETIE y RETILAP, actualmente se desarrolló la etapa 1 identificación y preparación del proyecto junto con la etapa 2 diseños, con su evaluación técnica, financiera y ambiental, quedando pendiente la etapa 3 y 4 las cuales no son objeto de ésta pasantía.

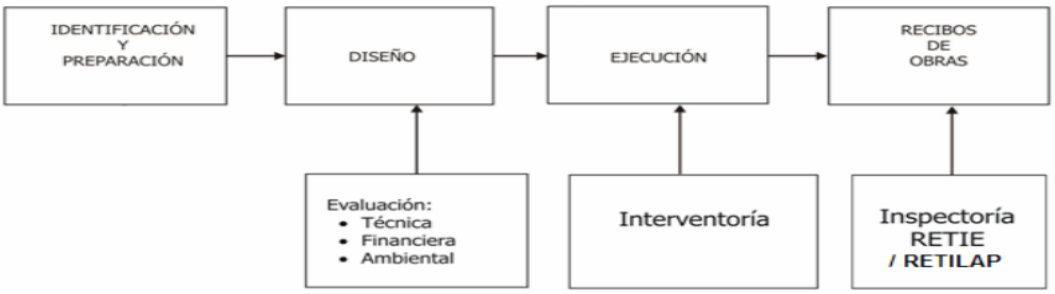

Figura 610 Trámite de un proyecto de alumbrado público

Ilustración 17. Trámite de un proyecto de A.P.

El trabajo de campo es necesario para identificar los rótulos y puntos físicos dos elementos que sirven a la red eléctrica, y se elaboraron los planos según convenciones del operador de red Codensa AP900.

La tasa de descuento vigente según la CREG fue de 12,4%.

La propuesta fotométrica óptima fue Iguzzini con un total de 238 puntos luminosos frente a sus competidores Royalpha con 250 puntos luminosos y Schreder con 266 puntos luminosos. Iguzzini no fue ganadora debido a que sus luminarias ronda el precio 3 millones frente a sus competidores Royalpha y Schreder con precios que rondan el millón de pesos, motivo por el que se descartó el proponente Iguzzini.

Royalpha optimizó su AOM a diferencia de los otros fabricantes. Pese a que las luminarias de Schreder son más económicas, su diferencia en AOM es de $9’329.455 frente al ganador.

Actualmente la infraestructura no toda pertenece al distrito, debido a que un buen porcentaje pertenece al operador de red, por lo tanto, una recomendación a la hora de construir el proyecto será coordinar la devolución formal de la infraestructura perteneciente a la empresa y del mismo modo entregar formalmente la infraestructura nueva al distrito bajo el título de gratuidad.

Los diseños elaborados están conforme a la norma vigente RETILAP resolución 180540 del 30 de marzo del 2010 y al “Manual Único de Alumbrado Público – MUAP”, adoptado oficialmente mediante el decreto distrital 500 del 30 de diciembre del 2003.

7- Bibliografía

AP207. (2004). *LIKINORMA.* Obtenido de AP207 Detalles ductos, zanjas y rellenos. 2 ductos diámetro Ø 3": https://likinormas.micodensa.com/Norma/alumbrado_publico/canalizaciones/ap207_detalles_ductos_zanjas_rellenos

AP800-1. (2014). *LIKINORMA.* Obtenido de AP800-1 Soportes usados en los postes de AP: https://likinormas.micodensa.com/Norma/alumbrado_publico/materiales_equipos/ap8001_soportes_usados_postes_ap

AP801. (2005). *LIKINORMA.* Obtenido de AP801 Postes de concreto para alumbrado público: https://likinormas.micodensa.com/Norma/alumbrado_publico/materiales_equipos/ap801_postes_concreto_alumbrado_publico

AP850. (2011). *LIKINORMA.* Obtenido de AP850 Fotocontrol: https://likinormas.micodensa.com/Norma/alumbrado_publico/materiales_equipos/ap850_fotocontrol_documento_preliminar

CREG. (2018). *COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS*. Obtenido de RESOLUCIÓN 016 DE 2018 : http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/550d817bff60ef290525822b007c2dcb?OpenDocument

ENEL-CODENSA. (2016). *LIKINORMAS.* Obtenido de AP900 Convenciones para planos de levantamiento y diseño de redes de alumbrado público: https://likinormas.micodensa.com/Norma/alumbrado_publico/materiales_equipos/ap900_convenciones_planos_levantamiento_diseno_redes

GENERALIDADES-6.2. (2015). *LIKINORMA.* Obtenido de Generalidades 6.2. Circuitos de alumbrado público: https://likinormas.micodensa.com/Norma/alumbrado_publico/circuitos_alumbrado_publico/generalidades_6_2_circuitos_alumbrado_publico_generalidades_documento_preliminar

HÁBITAT, S. D. (s.f.). *VENTANILLA ÚNICA DE CONSTRUCCIÓN*. Obtenido de VUC: http://vuc.habitatbogota.gov.co/tramites/tramites-por-entidad#

MINMINAS. (2010). *RETILAP*. BOGOTÁ D.C.

MOBILIARIO. (2014). *CARTILLA MOBILIARIO.* Obtenido de http://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/sites/default/files/adjuntos_paginas_2014/cartilla_mobiliario-compilada_0.pdf

MUAP. (2004). *MANUAL ÚNICO DE ALUMBRADO PÚBLICO*. Obtenido de http://archivo.uaesp.gov.co/Uaesp_jo/images/subdAlumbrado/00_MUAP_2004_Total.pdf