Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

Facultad de Ciencias Humanas

Centro Educativo Digital

Ciclo de Licenciatura en Gestión Ambiental

Título: Impacto de la contaminación lumínica en la calidad del cielo nocturno en las ciudades. Estudio de caso: El barrio de Belgrano de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Tesista: Claudia Florencia Lazzeroni

Directora: Dra. Beatriz García.

Co- Directora: MSc. E. Marcela Guerrero

Tandil, 2019

AGRADECIMIENTO

A todas aquellas personas que me aconsejaron en la carrera, especialmente a mis profesores, mis compañeros de estudio y mi familia como la de mi novio que me apoyaron para lograr esta meta.

A las personas conocedoras del tema y referentes entrevistados quienes contribuyeron en forma desinteresada a brindarme información para la elaboración del trabajo.

A mi directora, Dra. Beatriz García, quién supo ayudarme, apoyarme y brindarme sus consejos a pesar de la distancia.

A mi co- directora, MSc. Elsa Marcela Guerrero, quién me acompañó en las materias de la carrera y en esta tesis, y sin su ayuda no hubiera sido posible.

A todos ellos mi más sincero agradecimiento.

DEDICATORIA

A mi familia, mi amor Lucas y mi perro Budi incondicionales en mis días de estudio.

INDICE

RESUMEN **7**

INTRODUCCIÓN **8**

CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN **10**

1.1 Planteamiento del problema **10**
1.2 Hipótesis **21**
1.3 Objetivos de la investigación **21**
1.3.1 Objetivos generales **21**
1.3.2 Objetivos específicos **21**

CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES y MARCO TEÓRICO **22**

2.1. Antecedentes Nacionales e Internacionales **22**
2.2. Conceptualización de la contaminación lumínica **23**
2.3. Consecuencias de la contaminación lumínica en el ambiente y las personas. **25**

CAPÍTULO 3: MARCO JURÍDICO **30**

3.1. Antecedentes jurídicos internacionales **30**
3.2. Antecedentes jurídicos en Argentina **33**

CAPÍTULO 4: ÁREA DE ESTUDIO **37**

4.1. Descripción del área de estudio **37**

CAPÍTULO 5: METODOLOGÍA **42**

5.1. Caracterización de los instrumentos empleados para la toma de datos sobre contaminación lumínica. **43**

5.1.1 Instrumentos: SQM y luxómetro. **43**

5.2 Secuencia en la investigación y obtención de datos **49**

CAPÍTULO 6: RESULTADOS Y DISCUSIÓN **54**

6.1 Niveles de contaminación lumínica en Belgrano C. **54**

6.2 Grado de afectación/molestia de la contaminación lumínica. **59**

6.2.1. Análisis de información obtenida a través de las encuestas y entrevistas a vecinos. **60**

6.2.2 Análisis de las entrevistas a informantes calificados **68**

7. CONCLUSIONES **73**

8. RECOMENDACIONES **78**

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **80**

10. ANEXOS **85**

Anexo 1: Resultados mediciones luxómetro y SQM **85**

Anexo 2: Cuestionarios/encuestas **90**

Guion de encuestas **90**

Resultados encuestas **92**

Anexo 3: Entrevistas **93**

Guion de entrevista a vecinos **94**

Guion de entrevista y respuestas de informantes calificados **95**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Diagrama de repercusiones medioambientales del alumbrado. 11
Figura 1.2: Los 20 países con los cielos más contaminados. 14
Figura 1.3: Atlas del brillo artificial del cielo nocturno. 15
Figura 1.4: Mapa del brillo artificial del cielo de Sudamérica. 19
Figura 4.1: Barrio de Belgrano, CABA 38
Figura 4.2: Pantalla publicitaria LED ubicada en las intersecciones de Av. Cabildo y Mendoza, Barrio de Belgrano, CABA. 40
Figura 4.3: Pantalla publicitaria LED ubicada en las intersecciones de Av. Cabildo y Juramento, Barrio de Belgrano, CABA. 40
Figura 4.4: Pantalla publicitaria LED ubicada en las intersecciones de Av. Cabildo y Juramento, Barrio de Belgrano, CABA. 41
Figura 5.1: El SQM y sus instrucciones de uso 45
Figura 5.2: Interfaz del programa SQM Reader3 46
Figura 5.3: Luxómetro Lux Gralf LX-1010B 49
Figura 5.4: Puntos de medición N°1 a N°8, Barrio de Belgrano, CABA. 50
Figura 5.5: Puntos de mediciones N° 9 y N°10, Barrio de Belgrano, CABA.
Figura 6.1: Promedio SQM (mag/arcsec²) mediciones apuntando al CENIT detallado por puntos de medición en las esquinas del barrio de Belgrano C los días 08-12-2018 y 05-01-2019. 56
Figura 6.2: Mediciones promedio de Luxómetro detallado por puntos de medición en las esquinas del barrio de Belgrano C los días 08-12-2018 y 05-01-2019. 59
Figura 6.3: Promedio SQM y luxómetro detallado por puntos de medición en las esquinas del barrio de Belgrano C los días 08-12-2018 y 05-01-2019 60
Figura 6.4: Pregunta 1: ¿Cuán importante considera usted que es la observación del cielo y las estrellas para los vecinos de la Ciudad? 61
Figura 6.5: Pregunta 2: ¿Con que frecuencia se detiene a observar las estrellas? 61
Figura 6.6: Pregunta 3: ¿Considera influye el exceso de iluminación pública (cartelería luminosa, luminaria, pantallas publicitarias LED) parala observación nocturna del cielo? 62
Figura 6.7: Pregunta 4: ¿Considera influye el exceso de iluminación pública (cartelería luminosa, luminaria, pantallas publicitarias LED) para la calidad de vida de los vecinos y transeúntes? 63
Figura 6.8: Pregunta 5: ¿Con qué frecuencia observa la publicidad de las pantallas publicitarias LED? 63
Figura 6.9: Pregunta 6: ¿Cuál es su percepción sobre el nivel de brillo de las pantallas LED? 64
Figura 6.10: Pregunta 7: ¿Considera que las pantallas LED son contaminantes para los habitantes de la Ciudad? 64

Figura 6.11: Pregunta 8: ¿Considera que las pantallas LED deberían estar reguladas? 65
Figura 6.12: Pregunta 9: ¿Qué sensación le provocan las pantallas LED? 65
Figura 6.13: Pregunta 10: ¿Existe afectación por iluminación en su vivienda por cartelería luminosa, luminarias o pantallas publicitarias LED? 66
Figura 6.14: Pregunta 11: Discriminación por fuente de contaminación lumínica. 67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Porcentaje de la población argentina que vive bajo cielos con brillo artificial. 6
Tabla 2.1. Clasificación de la calidad del cielo nocturno en Cataluña 25
Tabla 5.1: Conversión gráfica de magnitudes de fondo de cielo. 47
Tabla 5.2: Puntos de medición y calles seleccionadas para realizar las mediciones con el SQM y el luxómetro. 50
Tabla 6.1: Comparación de calidad del cielo nocturno en el barrio de Belgrano de acuerdo a la clasificación de Cataluña. 57
Tabla 6.2. Niveles de luminancia. 58
Tabla 6.3: Comparación de mediciones del luxómetro y CIE en todos sus puntos y ángulos de medición en el barrio de Belgrano C. 59
Tabla 6.4. Importancia de los efectos de la contaminación lumínica sobre el ambiente y las personas. 71

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1.1: Imagen de Milán, Italia 19
Foto 5.1: Trípode utilizado para realizar las mediciones con el SQM y el luxómetro. 52
Foto 5.2: SQM y luxómetro colocados sobre el trípode. 53

RESUMEN

La “contaminación lumínica” es el exceso o mal uso de iluminación artificial nocturna que impacta en general en los ecosistemas terrestres durante la noche y en particular afecta la visibilidad del cielo nocturno. En este último caso, el problema preocupa a astrónomos profesionales y aficionados de todo el mundo desde hace varias décadas, pero este tipo de contaminación no sólo impide ver las estrellas.

Para la International Dark Association (IDA, 2017), el uso inapropiado o excesivo de iluminación artificial puede llegar a tener serias consecuencias ambientales para los seres humanos, la naturaleza y el clima. En la actualidad, la luz artificial provoca que las ciudades brillen quebrando así el equilibro del patrón natural día-noche y alterando el delicado balance del ambiente. Los cambios fisiológicos ocasionados por la contaminación lumínica pueden, a largo plazo, traducirse en procesos fisiopatológicos que contribuirían a la enfermedad (Lama, Pérez, 2008)

En los últimos años, la contaminación lumínica se incrementó debido a las modificaciones en la infraestructura urbana y cambios tecnológicos que proponen diferentes métodos de publicidad utilizados en la vía pública como la instalación de pantallas LCD (*Liquid Cristal Display, ´pantalla de* cristal líquido´) o LED (*light-emitting diode, ‘diodo emisor de luz’*) así como también la incorrecta instalación de luminaria.

La presente tesis ofrece información sobre esta problemática con el enfoque en un barrio porteño y propone algunas herramientas de gestión destinadas a evaluar y medir los efectos de la contaminación lumínica y su relación con la contemplación del cielo nocturno de un sector del barrio de Belgrano de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires a través de mediciones en superficie y clasificación de la calidad del cielo.

Palabras claves: contaminación lumínica, LED, cielo nocturno, alumbrado público, SQM, luxómetro, calidad del cielo nocturno.

INTRODUCCIÓN

“Las personas de las generaciones futuras tienen derecho a una Tierra indemne y no contaminada, incluyendo el derecho a un cielo puro" (Declaración de los Derechos de las Generaciones Futuras de la UNESCO, 1994).

La tesis aborda la contaminación lumínica como un fenómeno de alcance social y mundial que afecta a las personas y su ambiente. Describe los efectos provocados por la saturación lumínica de un territorio terrestre específico que se expresa a través fenómenos ópticos y lumínicos como la reflexión, la difracción, la dispersión, la difusión y la ineptitud o error en el uso de ciertos dispositivos tecnológicos de iluminación y propaganda provocando alteraciones en la vida diaria de los ciudadanos urbanos.

La contaminación lumínica se inicia en los comienzos de la civilización en el momento en que la noche fue interrumpida por luces (de llamas y luego otros dispositivos lumínicos). Sin embargo, se tornó una preocupación a resolver recién en los años ´60 cuando los astrónomos y astrofísicos alertaron de las dificultades que representaba la contaminación lumínica para el desarrollo de su actividad contemplativa y académica.

El alumbrado artificial en las ciudades afecta, no sólo la visión del cielo nocturno, sino que también tiene otros efectos negativos o perjudiciales en el medio ambiente urbano y la salud, especialmente en sus habitantes, ya que es allí donde se concentra la mayor parte de la población mundial quiénes están cada vez más iluminados por este tipo de luces (García, 2012).

En Argentina existen escasos estudios referidos a la calidad del cielo y casi nulos respecto al impacto en los habitantes de la luminaria y pantallas LED publicitarias de las grandes ciudades. Obtener datos sobre los impactos de estas pantallas en la calidad de vida urbana puede contribuir a crear conciencia en la

población respecto de su uso y, especialmente, permitirá contar con información consistente para la toma de decisiones por parte de los organismos públicos que deciden en temas de iluminación pública y publicidad callejera.

Se espera que la tesis sirva de base para que otros municipios evalúen la importancia de la contaminación lumínica y la calidad del cielo nocturno como derecho universal de los ciudadanos y, pueda ser replicado en otras zonas con características similares. Este estudio, además, puede ser útil para la propuesta de legislación específica sobre el tema de contaminación lumínica en la ciudad de Buenos Aires y en otras ciudades con problemáticas similares.

CAPÍTULO 1

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

La relación entre el ser humano y el cielo estrellado existe desde los orígenes del hombre y forma parte fundamental de todas las civilizaciones del mundo. Es así que el derecho a los cielos oscuros ha sido reconocido por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) como un derecho implícito en la conservación del patrimonio cultural y natural de las generaciones futuras tal lo expresa la Declaración sobre la Defensa del Cielo Nocturno y el Derecho a la Luz de las Estrellas del año 2007.

Los problemas que genera la contaminación lumínica no se limitan al gasto de energía eléctrica y el exceso de subproductos de generación de energía como se puede observar en la Figura 1.1, sino que también afecta las condiciones de vida nocturna, los ciclos día-noche a los que se han adaptado los animales y plantas, y la calidad de vida de los ciudadanos. Sus efectos, pueden manifestarse de diferentes formas: a través de la difusión hacia el cielo, el deslumbramiento o la intrusión lumínica. Tal como expresa la Declaración de la Palma en su artículo N°5 en la "*Declaración sobre la Defensa del Cielo Nocturno y el Derecho a la luz y las estrellas": "Los efectos negativos sobre la calidad atmosférica de los cielos nocturnos en los espacios naturales, causados por el incremento de las emisiones y la intrusión de la luz artificial, afectan gravemente a muchas especies, hábitats y ecosistemas. El control de la contaminación lumínica debe por lo tanto ser un requisito básico en las políticas de conservación de la naturaleza, incorporando esta dimensión en la gestión de las áreas protegidas, garantizando de forma más efectiva la protección del medio natural y la conservación de la diversidad biológica".*

El alumbrado artificial muchas veces es visto como símbolo de desarrollo que permite al ser humano desplegar sus actividades en carencia de la luz solar, y cuya función es producir una energía lumínica capaz de proporcionar rendimiento, calidad, seguridad y satisfacción para actividades como conducción de vehículos, tránsito de peatones, actividades de ocio, estética, etc. Sin embargo, la luz no se concentra en un espacio delimitado: sino que tiende a difundirse en el espacio por sus características intrínsecas que se potencian si el haz es disperso o porque, al reflejarse en otras superficies que ilumina, cambia de dirección e invade zonas en la que no es necesaria o no es deseada (García, 2012).

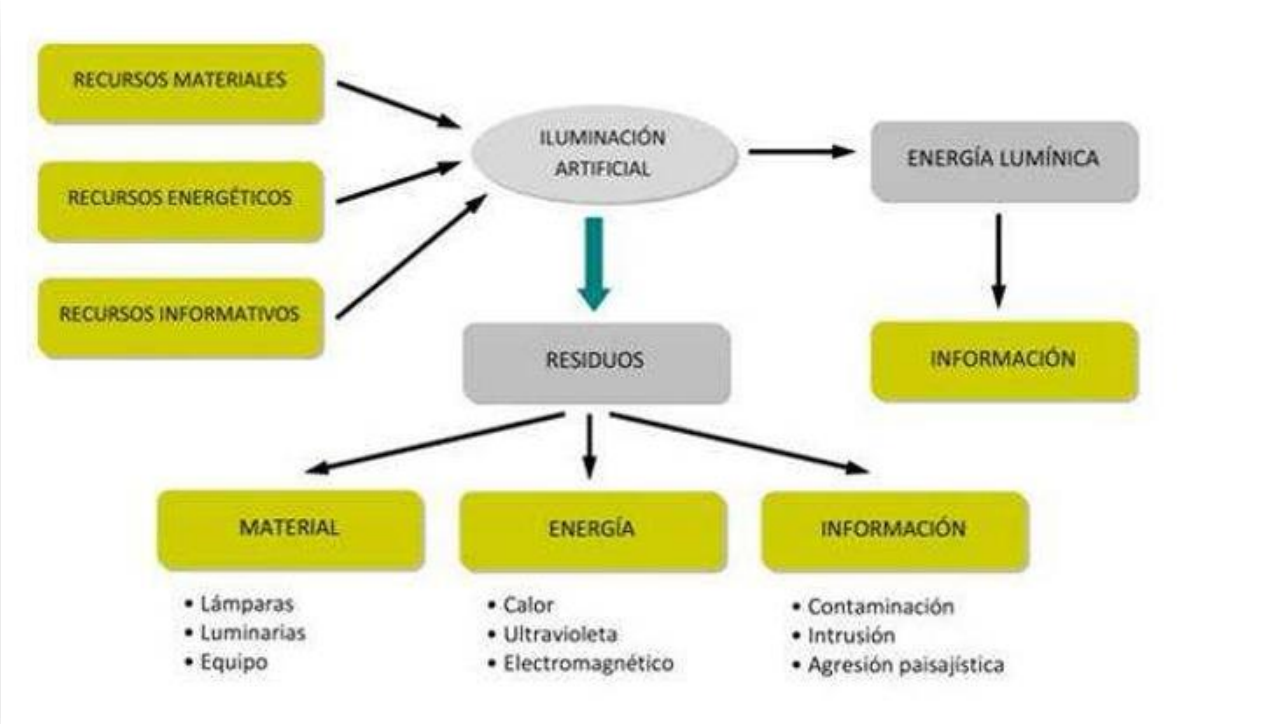


Figura 1.1: Diagrama de repercusiones medioambientales del alumbrado. Fuente: Estudios Luminotecnis de la UPC (Universidad Politécnica de Cataluña, España, 2011)

La contaminación lumínica producida por la luz artificial es una amenaza para el cumplimiento de objetivos culturales y científicos, puesto que la ausencia de cielos oscuros no sólo afecta la investigación astronómica, sino también los procesos de vida de muchas de especies, así como a procesos físicos y químicos del planeta

(UNESCO, 2016) y puede provenir de la suma de los siguientes factores (Cros Ges, 2016):

-La emisión directa de la fuente de luz, que es la causa más importante de la contaminación lumínica debido a la intensidad de la fuente contaminante y consiste en la emisión de luz hacia el entorno oscuro, pudiendo ser hacia el cielo o hacia un hábitat de seres vivos.

-La reflexión en las superficies iluminadas, fenómeno inevitable si queremos conservar la iluminación de calles, monumentos, entre otros ejemplos.

-La refracción de la luz en las partículas del aire que consiste en la luz que llega al cielo se refleja en los átomos y en partículas en suspensión que encontramos en la atmosfera modificando el brillo natural del fondo celeste.

Asimismo, la dispersión de la luz nocturna en la atmósfera induce, como es esperable, un aumento de la claridad del fondo celeste que supera el brillo de las estrellas de menor magnitud e impide su visión. A medida que la claridad del fondo de cielo aumenta el número de estrellas visible va disminuyendo e incluso, en algunas zonas intensamente iluminadas, llega a desaparecer por completo (García, 2012).

El *Atlas de la Contaminación Lumínica o del brillo artificial del Cielo* (Falchi, 2016), es un estudio desarrollado por un grupo de investigadores europeos y estadounidenses publicado en la revista *Science Advances,* en el que se informa que Argentina está entre los diez países con peor contemplación del cielo nocturno. La explicación radica en la polución lumínica de los principales centros urbanos que crea un resplandor en el cielo que difumina las estrellas, y que en la Ciudad de Buenos Aires se podría haber incrementado por la revolución de las pantallas LED al potenciar el brillo nocturno artificial. El nuevo atlas informa que más del 83% de la población mundial experimenta cielos con contaminación lumínica, porcentaje que aumenta a más del 99% para la población europea y estadounidense.

El Atlas se obtuvo con un nuevo software de propagación de contaminación lumínica usando un nuevo y calibrado radiómetro de imagen infrarroja visible (*Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS))* en la banda de día-noche, un aparato de medida de carga acoplada de medida de brillo y una nueva base de datos de mediciones del SQM (Sky Quality Meter, Cinzano, 2005) dirigidos al cenit. Las mediciones de brillo del cielo nocturno se recolectaron usando la computadora de mano y el SQM montados en un vehículo, además se obtuvieron datos proporcionados por investigadores profesionales, científicos y ciudadanos. Estos datos fueron filtrados para eliminar instancias de crepúsculo o "*moonlight*", y observaciones donde se informaron condiciones problemáticas (por ejemplo, nieve o niebla). El mapa se realizó utilizando como medida la microcandela por metro cuadro (μcd/m^2) y se estima que existe contaminación lumínica cuando el brillo artificial del cielo es superior a 14 μcd/m^2. En los gráficos los niveles de brillo de cielo indican lo siguiente: hasta 1% por encima de la luz natural (0 a 1,7 μcd/m^2; negro); de 1 a 8% por encima de la luz natural (1.7 a 14 μcd/m^2; azul); de 8 a 50% por encima del brillo nocturno natural (14 a 87 μcd/m^2; verde); desde 50% por encima de lo natural hasta el nivel de luz bajo el cual la Vía Láctea ya no es visible (87 a 688 μcd/m^2; amarillo); desde la pérdida de la Vía Láctea hasta la estimulación estimada del cono (688 a 3000 μcd/m^2; rojo); e intensidades de luz nocturnas muy altas, sin adaptación oscura para ojos humanos (> 3000 μcd/m^2, blanco).

El país más contaminado por luz artificial como se observa en la Figura 1.2 es Singapur, donde toda la población vive bajo cielos tan brillantes que el ojo no puede adaptarse en ningún momento a la visión nocturna, un caso extremo que se debe evitar. La visión nocturna, es una de las capacidades del ojo humano, cuando cambia de su visión fotópica (diurna, controlada por las células de la retina denominadas "conos"), a visión escotópica (nocturna, basada en la activación de los "bastoncitos", células sensibles frente al bajo contenido de fotones). Otras poblaciones que experimentan este nivel de contaminación lumínica son Kuwait (98%), Qatar (97%), Emiratos Árabes Unidos (93%), Arabia Saudita (83%), Corea del Sur (66%), Israel (61%), Argentina (58%), Libia (53%) y Trinidad y Tobago (50%); todos estos países tienen más de la mitad de sus habitantes viviendo bajo cielos

extremadamente brillantes. África, tiene los cielos menos iluminados. Chile y Argentina, por su parte, figuran entre los 20 más contaminados del mundo y son los únicos países latinoamericanos en este ranking.

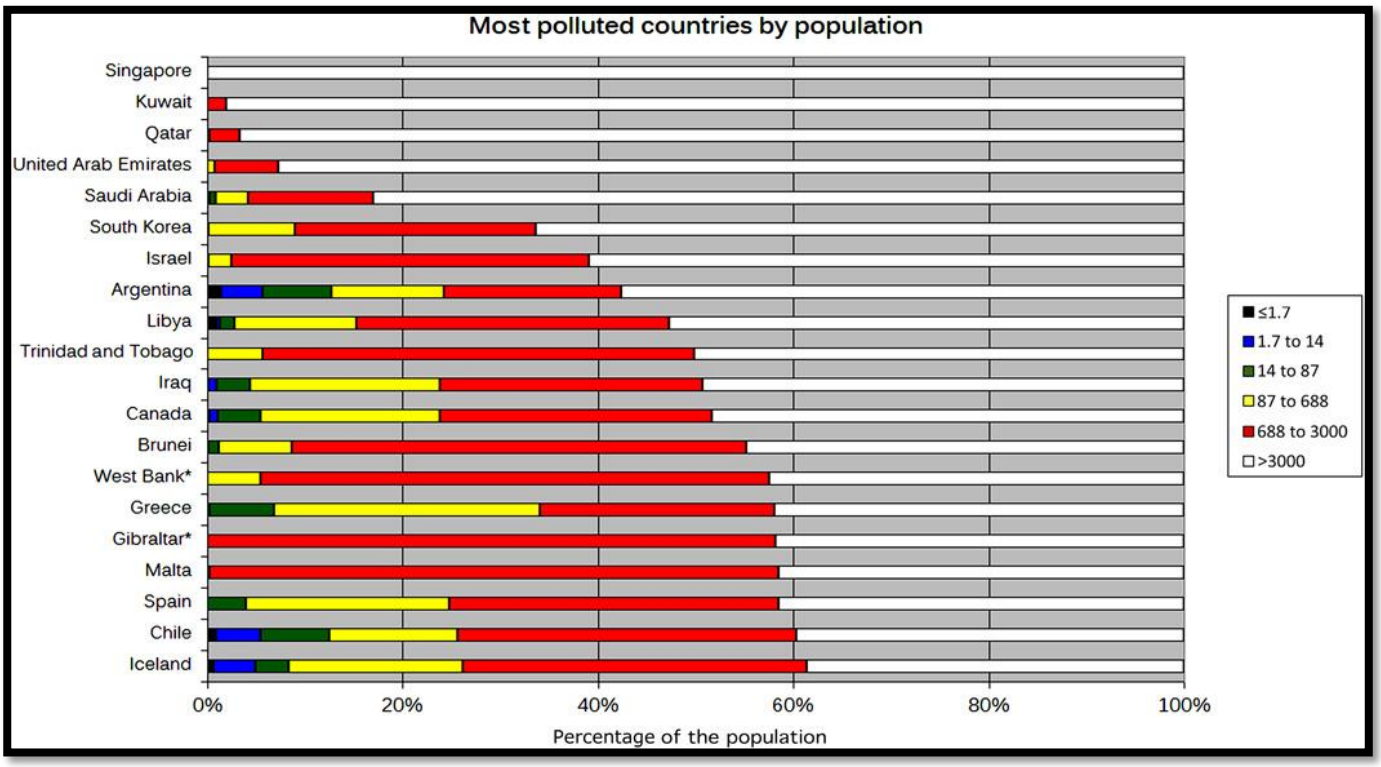


Figura 1.2: Los 20 países con los cielos más contaminados. Los rangos de colores indican el nivel de contaminación en microcandelas por metro cuadrado (μcd/m^2). Fuente: Falchi,2016.

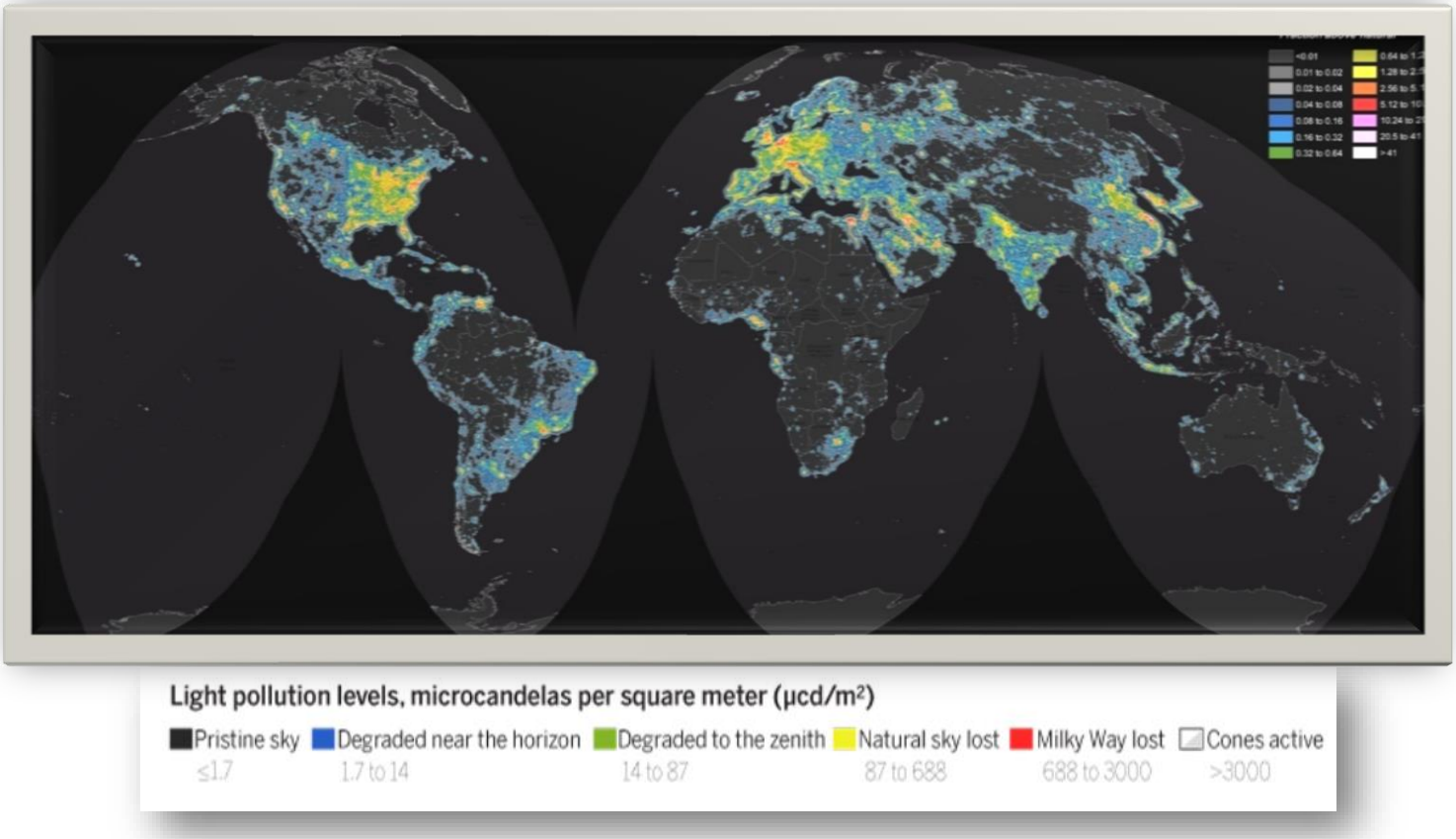


Figura1.3: Atlas del brillo artificial del cielo nocturno. Fuente: Falchi,2016.

En cuanto al nivel de contaminación lumínica de los distintos países del mundo como se muestra en la Figura 1.3, se pueden observar cielos menos contaminados mayormente en los continentes de África y Oceanía y la mayor cantidad de países en América y Europa con cielos: degradados al horizonte (azul), degradados al cenit (verde), con pérdida del cielo natural (amarillo) y algunos puntos (rojos) en donde que la vía láctea no se visualiza. Se observa que existe relación entre el poder económico del mundo y el uso del alumbrado artificial, en gran medida por la tendencia a alargar la actividad diaria en horario nocturno en las grandes ciudades y dentro de este tipo de aglomeraciones en las zonas de mayor densidad y actividad.

El porcentaje de la población de Argentina que vive bajo cielos con brillo producido por luz artificial se detalla en la siguiente tabla 1.1:

Tabla 1.1: Porcentaje de la población Argentina que vive bajo cielos con brillo Artificial.

	Brillo (μcd/m²)					
	≤1,7	>1,7	>14	>87	>688	>3000
	% Población					
Alemania	0	100	100	96	41,6	2,7
Andorra	0	100	100	100	43,6	0
Argentina	1,4	98,6	94,3	87,3	75,8	57,7
Australia	2	98	94,7	88	66,7	13,1
Austria	0	100	99,9	88,7	35,7	10,3
Bolivia	13	87	72,5	63,4	48,9	12
Brasil	1,2	98,8	94,7	86,7	62,5	32,3
Canadá	0,2	99,8	98,9	94,6	76,2	48,3
Chad	78,7	21,3	14	9,5	7,5	0
Chile	0,8	99,2	94,5	87,5	74,4	39,7
China	0,9	99,1	88,9	64,6	32,5	11,9
Colombia	3	97	89,3	75	54,6	18,7
Costa Rica	0	100	97,3	81,8	52,9	2,4
Corea del Sur	0	100	100	99,8	91	66,4
Cuba	0,6	99,4	90	66,2	39,5	1,9
Ecuador	0,4	99,6	95,3	78,3	50	17,7
Egipto	0	100	99,9	99,8	97,5	37,1
El Salvador	0	100	94,9	67,3	24,2	0
España	0	100	100	96,1	75,2	41,5
Estados Unidos	0	100	99,7	97,2	77,6	36,9
Guatemala	2,2	97,8	84,8	46,3	20,2	0,5
Haití	28,1	71,9	41,1	30,7	19,2	0
Honduras	2,1	97,9	78,5	51,2	33,2	2,2
India	0,2	99,8	93,9	58,5	19,5	5,9
Indonesia	7	93	83,2	64,5	24,8	6,3
Irán	0,2	99,8	97,9	88,5	64	17,1

Fuente: Falchi,2016.

A partir de los datos volcados en la Tabla 1.1, podemos destacar que más del 94,3% de la población de nuestro país vive bajo cielos totalmente contaminados con más de14 μcd/m2 y el 57,7% con más de 3000 μcd/m2 siendo, de acuerdo a este estudio, el indicador de contaminación más alto a nivel regional. La Figura 1.4 muestra el mapa de brillo artificial de los cielos de América del Sur. Se puede

observar como en Argentina este indicador es alto en la Región Pampeana (en la que se concentra el 66% de la población nacional de acuerdo al último censo nacional 2010) y que comprende Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, Entre Ríos y La Pampa, provincias clave de la actividad económica y social de nuestro país.

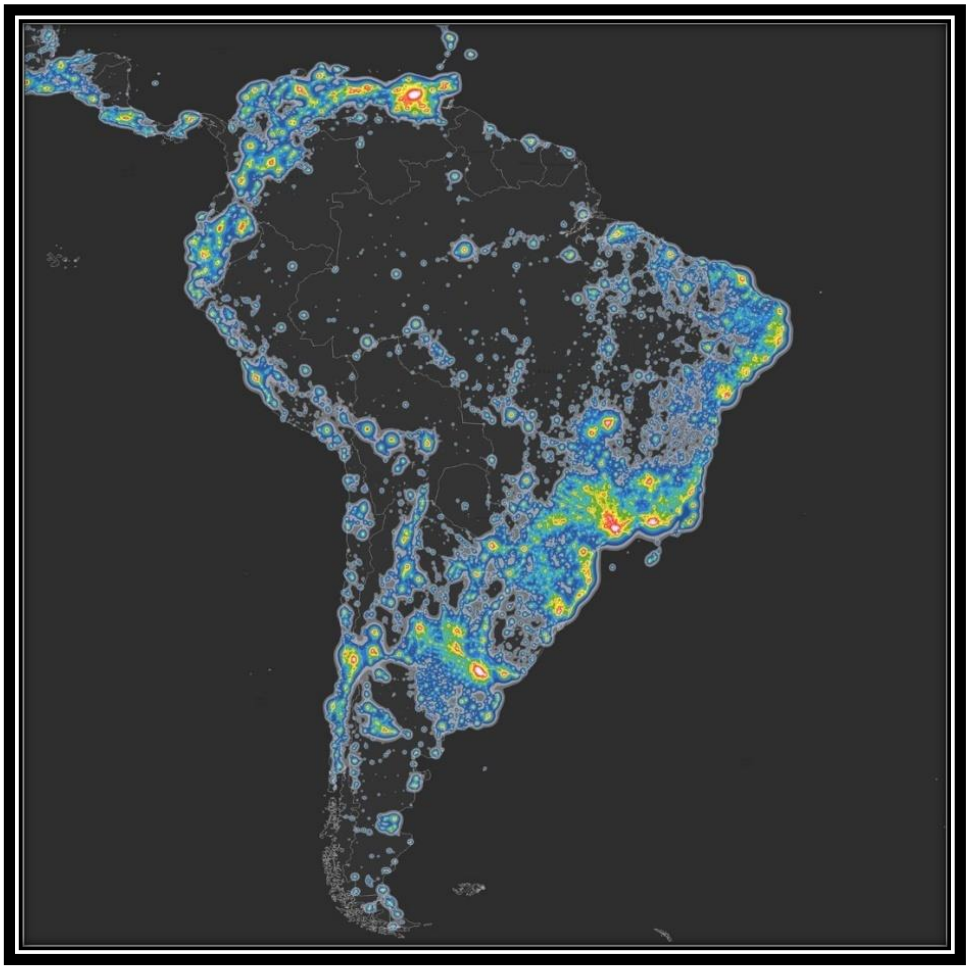


Figura 1.4: Mapa del brillo artificial del cielo de Sudamérica. Fuente: Falchi, 2016.

A nivel internacional, también se creó un programa denominado "*Cities at night*" o "*Ciudades en la noche"* desarrollado por astronautas de la Estación Espacial Internacional quienes construyeron un dispositivo que permite tomar fotografías nocturnas de las ciudades del mundo y su objetivo es generar un mapa de alta resolución similar a Google Maps que dé cuenta de la contaminación lumínica. El grupo de investigadores que está detrás del proyecto son físicos y astrofísicos de la Universidad Complutense de Madrid. Este programa, a su vez forma parte de STARS4ALL, un proyecto europeo cuyo objetivo es concientizar a la opinión pública

acerca de los efectos negativos de la luz artificial sobre los seres humanos, la biodiversidad, la visibilidad de las estrellas, la seguridad y el derroche energético (verhttp://citiesatnight.org*).*

En los últimos años nuevas tecnologías han surgido como fuentes alternativas de iluminación, fuentes de estado sólido, diodos emisores de luz, que tienen la capacidad de generar luz de colores, con alta eficiencia y bajo consumo, tal es el caso de los LED (acrónimo del inglés de **L**ight- **E**mitting **D**iode), pero cuyo uso no puede ser indiscriminado, por su incidencia en la polución lumínica. (García, 2010).

La aparición del primer LED comercial se produjo en 1962 y solo emitía luz roja tenue, por lo que únicamente se empezó a usar para señalización o como LED de funcionamiento en dispositivos electrónicos. A finales de la década de los años ochenta y principios de los noventa, además de los LED rojos, se desarrollaron los LED verdes, azules y, por tanto, fue posible obtener luz blanca. Se incrementa sustancialmente su rendimiento y en los años noventa la tecnología LED conquista la industria del automóvil y la industria de paneles luminosos (displays) para dispositivos electrónicos (Herranz, Ollé y Jáuregui, 2011).

La transición de iluminación pública a la tecnología LED que produce zonas blanquecinas contrastadas con el color amarillo predominante se puede observar en la Foto 1.1 de la ciudad de Milán (Italia) tomada por André Kuipers, astronauta de la Agencia Espacial Europea.

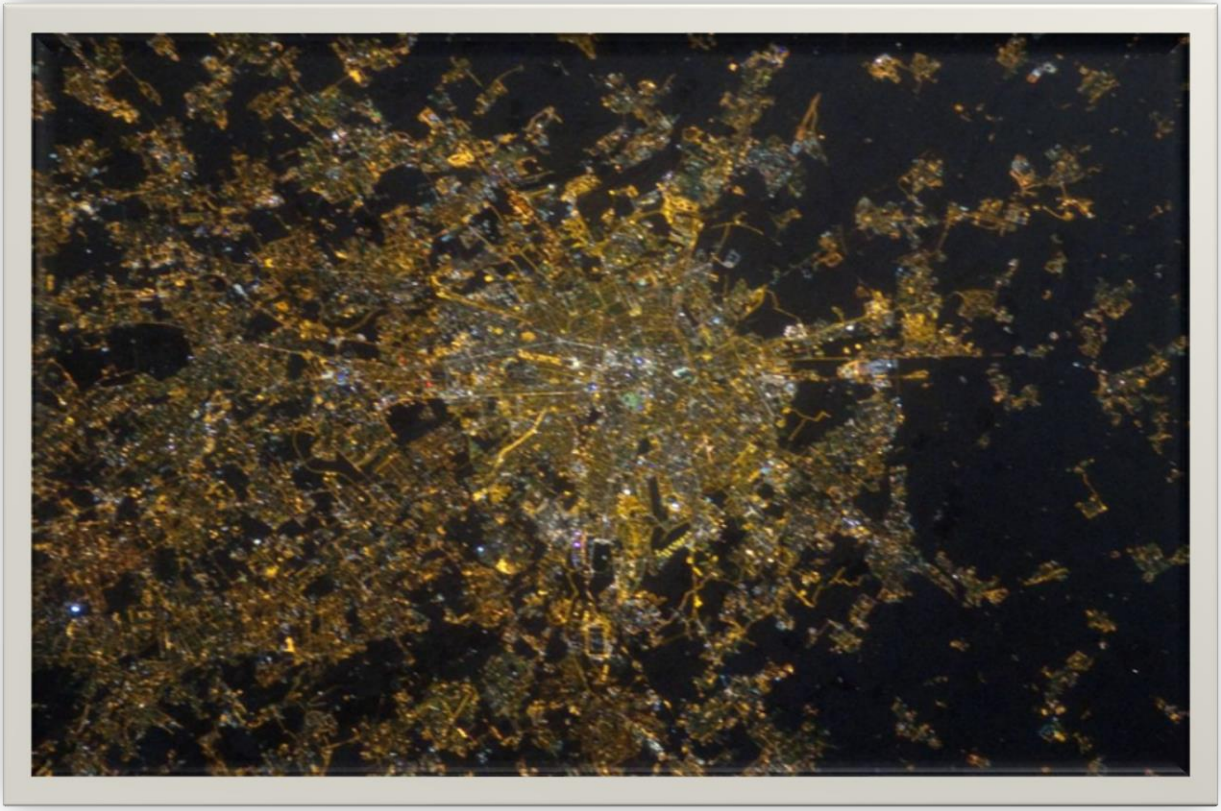


Foto 1.1: Imagen de Milán, Italia. Fuente: Kuiper, 2012.

Los LED aún representan una novedad en el mercado de la iluminación de exteriores que es preciso estudiar y valorar por su potencial de desarrollo futuro en lo que se refiere a la eficiencia energética, al control de las diferentes formas de contaminación lumínica y a su capacidad de regulación por medios electrónicos. (Herranz, et al, 2011).

En la década de 2000 a 2010, se incrementó exponencialmente el rendimiento de los LED blancos y comenzó la conquista de la industria de la iluminación. Sin embargo, sigue siendo una tecnología en el mercado de la iluminación de exteriores que es preciso aún estudiar y valorar adecuadamente su potencial en cuanto a eficiencia energética y al control de las diferentes formas de contaminación lumínica. El LED de luz blanca se basa en el LED azul con corrección de color mediante una capa de fósforos, de manera análoga a las fluorescentes. La máxima eficiencia se obtiene con la mínima capa de fósforos posibles, con lo que la luz emitida tiene una temperatura de color superior a los 6000°K. A mayor

temperatura de color mayor rendimiento, pero peor índice de reproducción cromática (IRC), mayor sensación de luz fría y peor confort visual. Para conseguir luz con una temperatura de color más cálida cercada a los 3000° K debe incrementarse la capa de fósforos con lo que la eficacia entonces disminuye considerablemente. Así que realmente en la actualidad, una luminaria de LED puede alcanzar en términos de eficacia de fuentes de luz valores solo ligeramente por debajo de los que se obtienen ya con otras fuentes de luz tradicionales de tecnología actual como las lámparas de vapor sodio de alta presión (VSAP) o las lámparas de halurogenos metálicos (HM) con quemador cerámico. Por tanto, en cuanto a energía se refiere, el LED no es más eficaz que otras lámparas en igualdad de condiciones: misma temperatura de color, uniformidades, deslumbramiento (García y Moreno, 2016).

Lo cierto es que la publicidad comercial e institucional sobre alumbrado con dispositivos LED obvia, además, de manera sistémica, el hecho de que la luz blancozulada que emiten los LED que se comercializan actualmente, es la más nociva para el medio nocturno y la salud humana, especialmente porque la visión nocturna, escotópica, corre la sensibilidad del ojo humano del amarillo verdoso (visión diurna) al azul. Estos dispositivos emiten un máximo valor o pico en longitudes de onda corta, próximas a los 460-470 nanómetros, correspondiente al color azul y este tipo de luz es la que causa una mayor contaminación lumínica, ya que es la que se difunde con mayor eficacia en la atmósfera, incrementando el característico resplandor luminoso que se crea sobre las poblaciones, afectando a las observaciones astronómicas y perturbando la oscuridad natural del medio nocturno a cientos de kilómetros de distancia(Herranz, et al*,* 2011*)*.

Un factor que ha hecho que los LED tengan tanto éxito, es que los lugares iluminados con LED tienen un aspecto mucho más “vistoso” que otros iluminados con otro tipo de luz, es decir los LED son fotogénicos (efecto que ha sido convenientemente explotado publicitariamente por las empresas que se dedican a su comercialización). Sin embargo, la sensación real es muy diferente, ya que las luminarias LED de color blanco, neutro y frío (> 3000°K) son altamente deslumbrantes y molestas y la luz fría suele producir un efecto desagradable, poco

natural además de ser especialmente dañinas para la salud y el medio ambiente. En todo caso, se recomienda, cuando sea necesaria la luz blanca el uso de LED de color blanco cálido (<3000°K), los cuales ya se encuentran disponibles en los mercados (García y Moreno, 2016).

1.2. Hipótesis

En el marco de la problemática planteada, la hipótesis de la investigación es:

La iluminación de la vía pública del barrio de Belgrano en CABA se ha visto incrementada por el brillo generado de las pantallas LED publicitarias en la última década, como efectos percibidos socialmente se encuentran una reducción de la calidad del cielo nocturno del barrio, la intrusión en viviendas, entorpecimiento de la visibilidad al conducir, efectos todos que repercuten en la calidad de vida del barrio.

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- ✓ Evaluar los efectos del exceso de luz artificial tradicional y LED en la calidad del cielo nocturno y su grado de -molestia/afectación- en los residentes del barrio de Belgrano (CABA) en 2018.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar brillo de fondo de cielo e iluminación utilizando aparatos para tal fin en puntos seleccionados del Barrio de Belgrano
- ✓ Identificar el grado de molestia/afectación de la contaminación lumínica en los ciudadanos.
- ✓ Caracterizar los mecanismos de controles técnicos y normativos de la contaminación lumínica.
- ✓ Proponer lineamentos para reducir la contaminación lumínica en la ciudad

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Nacionales e Internacionales

En Argentina, y específicamente en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires no existen estudios de referencia sobre el impacto de las pantallas LED publicitarias y su incidencia en la contaminación lumínica, a excepción de un estudio de impacto lumínico que realizó el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) en la mega pantalla LED más grande de Latinoamérica (27 x 21 metros), emplazada frente al Obelisco. En el mismo se detallan observaciones, recomendaciones, aportes y sugerencias para el correcto uso de las pantallas según el lugar donde están emplazadas. Si bien cada caso es específico y particular porque depende de la ubicación, dimensiones, potencialidad y tipo de animación que proyectan, entre las recomendaciones generales se indican las de ajustar los niveles de luminancia nocturnos por debajo de 400 candelas por metro cuadrado para cualquier color; normalizar el nivel de blanco a un 75%, y prescindir de secuencias rápidas de cambio de imagen que contengan blancos puros (Yasan, 2012).

A nivel internacional, el país pionero en los estudios de contaminación lumínica es Estados Unidos, principalmente porque desde la primera mitad del siglo XX ya contaba con grandes telescopios y producía resultados del alto impacto sobre el estudio de la luz proveniente de las estrellas (García, 2010).

También, España es uno de los países que ha despertado mayor concientización sobre esta problemática, y ha producido publicaciones al respecto. García y Moreno (2016) realizaron un estudio en el barrio de Sants en la ciudad de Barcelona. A partir de determinar transectos por 21 calles y plazas, y un amplio inventario fotográfico detectaron problemas de intrusión lumínica en el 57,1% de las

calles analizadas. Este trabajo muestra que la contaminación lumínica tiene una afectación importante en la calidad de vida urbana, en especial la denominada intrusión lumínica en hogares y el deslumbramiento de conductores en el tránsito. El estudio detalla que son numerosos los balcones y ventanas de entresuelos y primeros pisos que se ven inundados de luz artificial nocturna por la inadecuada altura y orientación que presentan, incluso en el caso de las modernas luminarias de alumbrado público instaladas.

Rodríguez (2017) desarrolló un estudio referido a la contaminación visual de carácter publicitario en la Ciudad de Asunción (Paraguay) que remarca la preocupación social y académica por la falta de regulación de la intensidad de la luz de los carteles publicitarios, principalmente en una avenida donde hay también carteles con pantallas LED. En sus resultados indica que la presencia de carteles afecta principalmente a las personas debido a que las vuelve susceptibles de sufrir pérdida de concentración en el tránsito, y otros efectos relacionados con la estimulación visual y el estrés. También señala que la colocación de estos aparatos produce efectos ambientales como la pérdida de árboles y espacios verdes, que son sustituidos por dispositivos que provocan mayor concentración del calor y afectan la estética del paisaje, y la imagen de la ciudad - de Asunción- como" ciudad verde o ciudad sostenible".

2.2. Conceptualizando la "contaminación lumínica"

La "contaminación lumínica" es un fenómeno que se estudia desde principios del siglo XX y ha cobrado relevancia en las últimas décadas asociada al aumento intensivo de dispositivos con fines publicitarios y de propagandas. No obstante, existen múltiples definiciones acerca de ella. Según la ley española de calidad del aire y protección de la atmósfera, la contaminación lumínica consiste en *"el resplandor luminoso nocturno o brillo producido por la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión en la atmósfera, que altera las condiciones naturales de las horas nocturnas y dificultan las observaciones astronómicas de los objetos celestes, debiendo distinguirse el brillo natural, atribuible*

a la radiación de fuentes u objetos celestes y a la luminiscencia de las capas altas de la atmósfera, del resplandor luminoso debido a las fuentes de luz instaladas en el alumbrado exterior" (Ley 34/2007, de España). La definición, posiblemente más general señala que la "polución de la luz" es un término genérico que indica la suma total de todos los efectos adversos de la luz artificial (CIE, 2001).

La Asociación CelFosc *(1996*) de Cataluña (España) la define como *"la emisión de flujo luminoso de fuentes artificiales nocturnas en intensidades, direcciones, horarios o rangos espectrales innecesarios para la realización de las actividades previstas en la zona en la que se instalan las luces. Frecuentemente la detectamos como el brillo del cielo nocturno producido por la mala calidad del alumbrado exterior, tanto público como privado*".

Una definición similar y una de las más aceptadas de contaminación lumínica figura en el Glosario 100 Conceptos básicos de Astronomía que señala que *"la emisión de flujo luminoso procedente de fuentes artificiales nocturnas con intensidades, direcciones, rangos espectrales (colores) u horarios innecesarios para las actividades que se planea desarrollar en la zona iluminada*" (Galadi, et al, 2009).

García (2012:11) afirma que es *"cualquier afectación al medio natural que está ocasionada por la iluminación artificial nocturna. Estas afectaciones son el resplandor luminoso de la cúpula celeste, la luz intrusa en hábitats naturales oscuros, el deslumbramiento y el consumo energético*".

Según el Decreto de ordenación ambiental de alumbrado para la protección del medio nocturno" de Cataluña, se define este tipo de contaminación como: *"el aumento del fondo de brillo del cielo nocturno natural, a causa de la dispersión y reflexión de la luz procedente de la iluminación artificial. Este aumento de luz artificial perturba y altera las propiedades del medio receptor. También se considera contaminación lumínica cualquier forma de iluminación artificial que afecte un medio receptor que no sea el objeto de la iluminación".* (Decreto 190/2015). En la Tabla 2, se muestra la clasificación de la calidad del cielo nocturno de Cataluña según la

Dirección General de Calidad Ambiental en mag/arcseg$^{2.}$. En los dos extremos de la tabla se califica la calidad de cielo nocturno como “excelente” a aquél que posee una medida mayor a 21,4 mag/arcseg^2,con una visibilidad de Vía Láctea potente y un número de más de cinco mil estrellas observables, y en cambio una calificación “deficiente” es el que tiene una medida de menos de 17,5 mag/arcseg^2 ,con una visibilidad nula de la vía láctea y un número de estrellas observables menos a cincuenta.

Tabla 2.1. Clasificación de la calidad del cielo nocturno en Cataluña.

Calificación	Medida [mag/arsec^2]	Visibilidad Vía Láctea	Nº estrellas Observables	Color
Excelente	>21,40	potente	>5.000	
Muy buena	21,00 – 21,39	Si	3.000 – 5.000	
Buena	20,00 – 20,99	Si	1.000 – 3.000	
Moderada	19,00 – 19,99	A veces	500 – 1.000	
Baja	18,00 – 18,99	No	200 – 500	
Deficiente	17,50 – 17,99	No	50 – 200	
Muy deficiente	< 17,50	No	< 50	

Fuente: Diario Oficial de la Generalidad de Cataluña, 2015

2.3. Consecuencias de la contaminación lumínica en el ambiente y las personas

La contaminación lumínica tiene diversos efectos socioeconómicos relacionados con el gasto de energía eléctrica y el consumo de recursos naturales agotables asociados a su producción, así como la emisión de gases contaminantes a la atmósfera, y la generación de residuos (en muchos casos nucleares) provenientes de centrales productoras de electricidad. Las lámparas de mercurio, cadmio y otros metales pesados generan residuos altamente tóxicos y de difícil reciclaje que pueden comprometer el suelo, el agua o la vida si no son dispuestos correctamente. Por otra parte, en funcionamiento, pueden contribuir a generar inseguridad vial y molestias visuales, producto del encandilamiento o

deslumbramiento que se produce cuando los artefactos están mal orientados provocando la emisión de rayos luminosos que dificultan o imposibilitan la visión. El deslumbramiento se debe a que el ojo humano se adapta rápidamente a la superficie o punto de mayor brillo que hay en su campo de visión y a su lenta adaptación de una zona muy iluminada a otra oscura (varios minutos), lo que produce que en alumbrados mal proyectados los conductores reduzcan su capacidad de percepción. Este problema muchas veces es resultado de instalaciones de luz deficientes que pueden perjudicar a peatones, ciclistas y conductores (incluso de barcos y aviones) creando riesgos más que ayudando a la prevención y seguridad en el tránsito en general. No obstante, hay que señalar que muchas de las actividades relacionadas con el tráfico naval y aéreo dependen de la señalización nocturna para la realización de diferentes maniobras, pero estas actividades están fuertemente normalizadas y controladas y generalmente su localización es extraurbana. No obstante, la excesiva iluminación de las cercanías de puertos y aeropuertos puede poner en peligro el funcionamiento de esta señalización imprescindible para el funcionamiento de sus actividades (García, 2013).

Otra consecuencia es la denominada intrusión lumínica, que es la luz molesta que entra por la ventana de noche y que nos obliga a bajar las persianas para dormir adecuadamente. La luz intrusa afecta a los humanos en muchos sentidos, a corto plazo puede generar perturbaciones del sueño y estrés, entre otros y, a largo plazo, puede contribuir con la ocurrencia de enfermedades ligadas a estos efectos (García, 2012). Por ello, es de importancia considerar la contaminación lumínica y los efectos perjudiciales que puede causar en el bienestar y salud de las personas que habitan en áreas urbanas. A una escala de análisis local, la intrusión lumínica es el problema de contaminación lumínica más destacado, junto con los causados por el deslumbramiento y por ello merece una mayor atención y control (García y Moreno, 2016).

Sin embargo, este tipo de contaminación no sólo afecta a los seres humanos, sino que puede provocar alteraciones del ecosistema nocturno y de las cadenas

tróficas ya que luz nocturna altera la actividad de varias especies de hábitat ya sean diurnos/nocturnos. En el caso de los insectos es bastante visible como los afecta el problema de la contaminación lumínica y su impacto sobre las poblaciones naturales. Cada noche millones de insectos vuelan en nuestros espacios naturales. Utilizan sistemas de navegación basados en puntos de luz en el firmamento y por supuesto la luz que suministra la luna cuando está disponible. La luz proveniente de sistemas de alumbrado público es extraordinariamente más potente que estas tenues referencias de iluminación. Sus sistemas de navegación se ven interferidos completamente por esta luz, adaptados a cantidades de luz ambiental residuales. Cualquier farola se convierte en un poderoso punto de atracción, visible a miles de metros de distancia, que produce un efecto de succión y al mismo tiempo de barrera. Para un animal cuya breve vida se mide en horas o días, el coste energético de acudir a estas luces es enorme. Básicamente un insecto que se “distrae” con la luz artificial verá reducidas sus oportunidades de alimentación y reproducción, somete a un estrés considerable su fisiología, se expone a una depredación innecesaria y a la muerte accidental provocada por el choque con lámparas, electrocución o ceguera (Baixeras, 2012).

Una de las consecuencias con mayor nivel de conocimiento público es el impedimento que provoca para las observaciones astronómicas**.** La difusión de la luz artificial hacia el cielo es la forma de contaminación lumínica que consiste en la emisión de rayos luminosos que se difunden hacia el firmamento. Se origina porque la luz interactúa con las partículas de aire y se desvía en todas las direcciones. El proceso se hace más intenso si hay partículas contaminantes en la atmósfera (partículas sólidas o aerosoles, humos) como suele ser frecuente en la atmósfera de las ciudades (García y Moreno, 2016).

Para Herranz et al (2011) la contaminación lumínica de luminarias LED tienen consecuencias positivas y negativas que se exponen a continuación:

Consecuencias positivas:

► Vida útil teórica considerablemente larga: 60.000 horas (con un 70 % del flujo inicial).
► Reducidos costes de mantenimiento.
► Eficiencia energética elevada.
► No emiten radiación infrarroja ni ultravioleta.
► Colores saturados, sin filtros.
► Menor luz dispersa debido a mejor control óptico.
► Control dinámico del color, posibilidad de elegir tonalidad.
► Completamente regulable sin variación de color lo que permite ajustar la iluminación a los niveles necesarios en cada caso y momento.
► Permite el encendido instantáneo al 100 % de intensidad y de forma frecuente.
► Trabajan a bajo voltaje en corriente continua.
► Sellado de por vida en luminarias estancas.
► Mayor libertad de diseño de las luminarias, con ópticas alargadas o con formato 3D.

Consecuencias negativas:

► No tiene un formato estandarizado ni suficiente normativa que los regule.
► El crecimiento exponencial de la eficacia del LED hace que las instalaciones que se están realizando hoy queden obsoletas antes de su amortización.
► Retorno de la inversión largo, fácilmente puede superar los ocho años.
► Por su concepción focal las instalaciones de alumbrado fácilmente pueden deslumbrar superando el 15 % de TI (incremento umbral).

► La electrónica de control asociada no tiene la misma vida útil, fallará antes que los LED.

► La eficacia del LED depende mucho de su temperatura de funcionamiento: un aumento excesivo y mantenido de la temperatura de funcionamiento provocará la depreciación del flujo emitido y un acortamiento drástico de su vida. Es imperativo que el diseño del sistema de refrigeración y disipación térmica de la luminaria permita cumplir las especificaciones térmicas del fabricante.

► Un aumento de potencia puede provocar la destrucción del LED. Una disminución no es peligrosa, todos los LED son regulables desde la potencia nominal.

► Requiere alimentación a corriente constante, cualquier fluctuación se traduce en fluctuación de la luz emitida. Si el driver es de baja calidad pueden producirse parpadeos en la luz emitida.

► Posibles riesgos para la salud humana derivados de la luz intrusa extremadamente azulada en algunos LED.

► Afectación al medio ambiente por emisión de luz intensa en longitudes de onda cercana a los 440 nm (algunas normativas de comunidades autónomas exigen limitar estas radiaciones para proteger a la biodiversidad).

► Se requieren muchos LED para sustituir a una lámpara de descarga, por lo que en la mayoría de las actuales luminarias de LED hay múltiples fuentes luminosas (una matriz de LED situados en un plano o en 3D) que cuando fallen aleatoriamente producirán fallos en la uniformidad de la iluminación y, por tanto, posibles incumplimientos de la normativa reguladora.

CAPÍTULO 3

MARCO JURÍDICO

3.1. Antecedentes jurídicos internacionales

La ley regional europea más rigurosa sobre esta problemática ambiental se aplica en Lombardía (Italia) y prohíbe el “foco móvil o estacionario para publicidad” (Ley N°17/2000).

Asimismo, en el caso de las Islas Canarias (España) se prevé desde 1988 la regulación de la polución lumínica ya que allí está instalado el Observatorio de Astrofísica de Canarias (Ley N°31, 1988).

En Cataluña existe una normativa muy específica desde el año 2001 que regula el tipo de lámparas, luminarias, encendido de las mismas por reloj astronómico y reducción de potencia con el objetivo de reducir los efectos de la contaminación lumínica (Ley N°6/2001). Esta ley fue pionera en su momento porque pretendió tener un carácter de ley ambiental, no sólo destinada a proteger únicamente los intereses de los astrofísicos profesionales y astrónomos aficionados, sino que también evitase “al máximo posible” los efectos contraproducentes de la contaminación lumínica en el medio ambiente (alteración de la biodiversidad y de los ecosistemas nocturnos, emisión de contaminantes a la atmósfera) y la salud humana (desarreglos en el sueño y consecuencias subsiguientes producidas por la intrusión lumínica). Su finalidad es mantener al máximo posible las condiciones naturales de la hora nocturna en beneficio de la flora y la fauna y los ecosistemas en general, promover la eficiencia energética de los alumbrados exteriores e interiores mediante el ahorro de energía sin mengua de la seguridad, evitar la intrusión lumínica en el entorno doméstico, y en todo caso minimizar sus molestias y perjuicios y prevenir y corregir los efectos de la contaminación lumínica en la visión del cielo. Para conseguir estos objetivos, la ley establece que el futuro reglamento que la

desarrollase debería incluir una división del territorio en cuatro zonas (E1, E2, E3 y E4) según su grado de vulnerabilidad a los efectos de la contaminación lumínica siendo la E1 la de mayor protección y la E4 la de menor, reservada a espacios con elevada actividad nocturna (Galadi, et al,2012).

En Madrid (España) en el año 2018 la Junta de Gobierno aprobó la modificación de la “Ordenanza Reguladora de la Publicidad Exterior”, que además de clarificar conceptos, introduce como novedad la regulación de la instalación de pantallas de tecnología LED, fijando entre otros criterios, algunos relativos a ubicación, calidad, tamaños, luminancia y distancias y encendido sólo hasta las 22hs. o su modificación a otro horario si produce molestias por el exceso de iluminación. Además, las imágenes no deberán producir deslumbramiento, ni inducir a la confusión con señales de tráfico.

Se destaca también en España, el Decreto 357/2010, por el que se aprueba el “Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética” de la Junta de Andalucía.

En cuanto a antecedentes Latinoamericanos, la preocupación de los observatorios astronómicos de Chile por resguardar la oscuridad de los cielos impulsó la creación en 1998, de la primera norma para regular la contaminación lumínica en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo, por ser éstas las zonas del país con las mejores condiciones para la astronomía (Decreto Superior N°686/98). La normativa estableció la necesidad de proteger los cielos, creando controles para la certificación de los dispositivos construidos con el fin de producir luz, y para su correcta instalación. En concreto, la norma determinó la cantidad máxima permitida de emisión lumínica hacia los cielos nocturnos, junto con la dirección que debía tener la iluminación (hacia abajo y no hacia arriba) de las luces de la ciudad y de la actividad minera e industrial de las zonas señaladas. Además de generar importantes avances para la observación astronómica, la aplicación de esta norma también aportó en mejoras relevantes en eficiencia energética. Sin embargo,

con los años se desarrollaron nuevas tecnologías en iluminación, como los LED, que obligaron a cambiar la normativa. Para mejorar las deficiencias de la norma anterior, en 2012 se promulgó el Decreto Supremo N°43/2012, que entró en vigor en mayo de 2014, el cual recoge la experiencia y los estándares internacionales, utilizados en lugares como Italia, España y Estados Unidos. La nueva norma establece mayores exigencias para el alumbrado de exteriores, para luminarias de diferente tecnología (incluida la tecnología LED) como para avisos o letreros. En el "Considerando" de la norma se destacan los siguientes incisos: el c) dispone incorporar niveles máximos de iluminación adoptados por el CIE (Comisión Internacional de Iluminación) y el e) incorpora la tecnología LED. Además, en su artículo n°15 se expresa que debe existir un procedimiento de medición para las "Lámparas de Estado Sólido" o LED. (Norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica elaborada a partir de la revisión del decreto N°6886, de 1998, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Chile)

Otro ejemplo latinoamericano que es destacable notar es el de la ciudad de Sao Paulo (Brasil) en la que se ha implementado desde el año 2017 de manera exitosa la denominada *Ley Ciudad Limpia*, con el objetivo de erradicar su alto nivel de contaminación visual, prohibiendo la publicidad exterior tales como anuncios, letreros en postes, vallas y pantallas publicitarias al tiempo que reduce la dimensión permitida para los letreros en locales comerciales. Fue promovida por el alcalde Kassab, y su motivación fue reducir el alto nivel de contaminación visual que afectaba a la ciudad más grande del país. Si bien muchos de sus ciudadanos recibieron con agrado esta medida que permitía darle un giro radical al panorama de las calles de la ciudad, también existió oposición de las agencias de publicidad y las empresas anunciantes. Sin embargo, la prohibición de publicidad (como anuncios, pendones en postes, panorámicos, pantallas de video y anuncios en colectivos) y la reducción de dimensiones de letreros en locales comerciales, ha sido un éxito ya que las encuestas han mostrado una fuerte aprobación de la ciudadanía a favor del Gobierno municipal con índices superiores al 70%.

3.2. Antecedentes jurídicos en Argentina

La Constitución Nacional Argentina establece en su artículo N°41 que las autoridades proveerán la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica. Sin embargo, a pesar de este mandato para que la Nación y las Provincias dicten las leyes necesarias para cuidar un patrimonio natural como es el cielo nocturno, no existe legislación específica aplicable a nivel nacional, salvo la que se podría deducir de la Ley Nacional N° 25675/2002 “Ley General del Ambiente” de presupuestos mínimos que en su artículo N° 1 establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada para el ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable y el artículo N°11 de “evaluación del impacto ambiental”, que sostiene que toda obra o actividad que altere el ambiente deberá estar sujeta a una previa revisión, como debería ser el caso de la publicidad exterior y en especial las pantallas publicitarias LED.

A nivel de las provincias, existe normativa orientada a la protección de los cielos nocturnos, aunque principalmente en aquellas donde están instalados observatorios o proyectos astronómicos. Estas reglamentaciones debieran contemplar los efectos de las nuevas tecnologías en la calidad del cielo nocturno y la calidad de vida de los ciudadanos.

A continuación, se detallan las legislaciones más importantes a nivel provincial y de CABA:

Legislación provincial

San Juan: La Cámara de Diputados de la Provincia de San Juan sancionó en 1987 la Ley N°5771 “Ley de Protección del Cielo” en las inmediaciones del complejo astronómico “El Leoncito”, preservando dicha área de todos los factores o actividades que generen contaminación del cielo en un radio de 15 km. Esta es la única ley de carácter provincial sancionada en la República Argentina y prohíbe el

uso de artefactos de iluminación artificial no regulados que emitan en el rango de longitudes de onda entre 300 y 1000 nm, incluyendo las luces utilizadas para la señalización de las rutas.

Mendoza: En el Municipio de Malargüe está instalado el observatorio de rayos cósmicos del Proyecto Pierre Auger, para el cual se promulgó una humilde pero profunda Ordenanza municipal N°1298/2005, inherente a la polución lumínica que no sólo hace referencia al impacto negativo que ejerce sobre la actividad de este importante centro científico, sino que recalca los perjuicios que recaen sobre la flora, fauna y en especial sobre los seres humanos, "... *que la sensación de calma y bienestar que normalmente genera observar el cielo estrellado es algo necesario, teniendo en cuenta la velocidad con la que se desarrolla la vida moderna del ser humano y el stress que esto produce"*. En su artículo N°2 ordena*… "evitar la intrusión lumínica del entorno doméstico minimizando las molestias y/o perjuicios" y "prevenir y corregir los efectos de la contaminación lumínica sobre la visión del cielo"*.

Santa Fé: La Municipalidad de Rosario sancionó en el año 2000 la Ordenanza N°6939 en la cual establece un régimen de alumbrado público en toda la ciudad de Rosario para proteger el cielo de la contaminación luminosa. Presenta una completa definición de polución lumínica para no dar lugar a interpretaciones ambiguas y confusas y otorga una minuciosa descripción de instalación de alumbrado público que quedará dentro del marco de la Ordenanza: alumbrado vial y ornamental, letreros, anuncios luminosos y vidrieras comerciales, alumbrado de establecimientos recreativos y deportivos, alumbrado de seguridad y alumbrado de viviendas particulares y edificios públicos. En su artículo N°11 expresa… "*previo al otorgamiento de toda habilitación para instalación de letreros, carteles y anuncios publicitarios, será indispensable comprobar que la instalación luminosa proyectada cumpla con lo establecido en la presente Ordenanza y su reglamentación*". De todos modos, para la fecha en que fue promulgada dicha Ordenanza, todavía no estaba difundido el uso de tecnología LED.

Salta: En el año 2012, el Concejo Deliberante de la Municipalidad de San Antonio de los Cobres sancionó la Ordenanza N°012/2012 con la finalidad de regular la protección del cielo, la contaminación lumínica y otros factores de riesgo de polución para el Proyecto Cherenkov Telesscope Array (CTA), en un radio de 30 kilómetros que comprende el centro y entorno urbano del Pueblo de San Antonio de Los Cobres. Este proyecto científico es uno de los más importantes del mundo en Astronomía Moderna, en el cual participan 27 países (entre ellos Argentina) y alrededor de 1.000 científicos. Su objetivo es la observación y estudio de la radiación electromagnética proveniente del cosmos en el campo de los Rayos Gamma, mediante la instalación de telescopios no convencionales, instrumental, infraestructura y servicios conexos.

A partir de esta Ordenanza, la Municipalidad de San Antonio de Los Cobres regula la instalación de medios de iluminación artificial (público o privado) que emitan principalmente radiación electromagnética contaminante en longitudes de onda entre 300 y 1.000 nanómetros y establece que los artefactos lumínicos instalados deben ser adaptados a la reglamentación que se dicte.

Legislación de CABA

La Constitución de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en el capítulo correspondiente a la preservación del patrimonio natural y cultural, plantea el deber de la ciudad de desarrollar una política de planeamiento y gestión del ambiente urbano e instrumentar un proceso de ordenamiento territorial y ambiental participativo y permanente que promueva, entre otros aspectos, la preservación del patrimonio natural, urbanístico, arquitectónico, y de la calidad visual y sonora *(Art. 27, inc. 2, CCCABA*). También, contempla la obligación del gobierno de desarrollar políticas de preservación de la calidad visual de sus habitantes.

Asimismo, la Ley 71/98 de la Ciudad de Autónoma de Buenos Aires, mediante la cual fue creado el Consejo del Plan Urbano Ambiental (PUA), refiere en el artículo N°12 que el PUA, como instrumento técnico político deberá “ *tender a que todos los*

habitantes de la ciudad tengan acceso a disponer de aire, agua, alimentos, química y bacteriológicamente seguros, a circular y habitar en áreas libres de residuos, de contaminación visual y sonora y ambientalmente sanas, al uso y goce de espacios verdes y abiertos" y el art. 14 inc. d) punto 7 agrega que, entre los criterios orientadores del mismo, se contemplará la "*incorporación del concepto de paisaje urbano como criterio rector para el mejoramiento de la calidad ambiental y consolidación del espacio urbano. Controlar la contaminación visual con el objetivo de componer una política de recuperación y conservación del patrimonio urbano"*.

También, la Ley de Publicidad Exterior N°2936 expresa que un anuncio no debe afectar la calidad ambiental por el brillo de sus luces o frecuencia en su encendido y en su modificatoria Nº 4.118/12 establece un marco regulatorio a la publicidad exterior y exige como condición principal para el otorgamiento de permisos de instalación de este tipo de pantallas, estudios de impacto lumínico al tránsito vehicular y peatonal y acompañar la propuesta de colocación con fotografías, así como una memoria descriptiva de las características generales del anuncio (BOCBA N°3.839, 2012). Sin embargo, estos estudios de impacto deberían contemplar también a los vecinos de la zona porque como se ha mencionado pueden sufrir intrusión lumínica en sus casas provocando efectos negativos en la salud de la población.

CAPÍTULO 4

ÁREA DE ESTUDIO

4.1. Descripción del área de estudio.

El área de estudio comprende el barrio de Belgrano ubicado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires en la Comuna 13 (Figura 4.1). Belgrano, es uno de los centros comerciales más importantes de la ciudad y altamente edificado. Sus límites son el Muelle al norte del Aeroparque Jorge Newbery, Avenida Costanera Rafael Obligado, La Pampa, Avenida Pte. Figueroa Alcorta, Avenida Valentín Alsina, Olleros, vías del ex - FF.CC. Mitre (ramal Tigre), prolongación virtual de Zabala, Zabala, Avenida Cabildo, Virrey del Pino, Crámer, Elcano, Avenida De los Incas, Avenida Forest, La Pampa, Avenida Doctor Rómulo Naón, Avenida Monroe, Avenida Ricardo Balbín, Franklin D. Roosevelt, Zapiola, Congreso, Avenida Del Libertador, Avenida Guillermo Udaondo, Avenida Leopoldo Lugones, prolongación virtual de Avenida Comodoro Martín Rivadavia, eje de desembocadura del Arroyo Medrano, Río de la Plata. Limita con los barrios de Palermo al sudeste, Colegiales al sur, Villa Ortúzar al sudoeste, Villa Urquiza al oeste, Coghlan al noroeste, Núñez al norte, y el Río de la Plata al este.

Cuenta con una superficie aproximada de 8,02 km² y una población de 126.816 habitantes según el censo de 2010. Su densidad demográfica es elevada (unos 15.812,4 habitantes/km²) a ello se suma una alta densificación de la edificación y concentración humana que transita diariamente el barrio por trabajo, turismo u otras actividades comerciales.



Figura 4.1: Barrio de Belgrano, CABA.

(http://www.buenosaires.gob.ar/laciudad/barrios/belgrano).

Este barrio, al igual que su vecino barrio de Palermo, ha sido dividido en sectores cuyos límites en un comienzo fueron imprecisos, pero que a lo largo de los años se los ha intentado fijar, sobre todo por parte de firmas inmobiliarias, que son:

Belgrano R: Al oeste del área comercial (es decir de Belgrano C), es un área residencial de clase alta.

Bajo Belgrano: También conocido por el nombre de "Belgrano Chico", se encuentra bajando las Barrancas de Belgrano desde las vías del Ferrocarril General Bartolomé Mitre y hasta el Río de la Plata y desde la Avenida Olleros hasta la Avenida Congreso.

Barrio Chino: Aparece en las últimas décadas, con el aumento de la inmigración china en la Argentina, comprende unas pocas cuadras entre las avenidas del Libertador, Juramento, Monroe y las vías del ferrocarril dentro del Bajo Belgrano.

Barrio Parque Gral. Belgrano: También conocido como "Barrio River", cercano al estadio, se encuentra en el Bajo Belgrano, emplazado entre las avenidas del Libertador, Monroe y Avenida Udaondo.

Belgrano C: Sus límites no son muy precisos, pero puede decirse que está delimitado por la Avenida Cabildo, la calle La Pampa, la Avenida Virrey Vértiz y la Avenida Monroe constituyendo el área céntrica del antiguo pueblo de Belgrano y el sitio de esta investigación. A continuación, se detalla la ubicación de las pantallas LED estudiadas: Av. Cabildo y Mendoza (ver Figura 4.2), Av. Cabildo y Juramento (ver Figura 4.3) Av. Cabildo y Juramento (ver Figura 4.4)

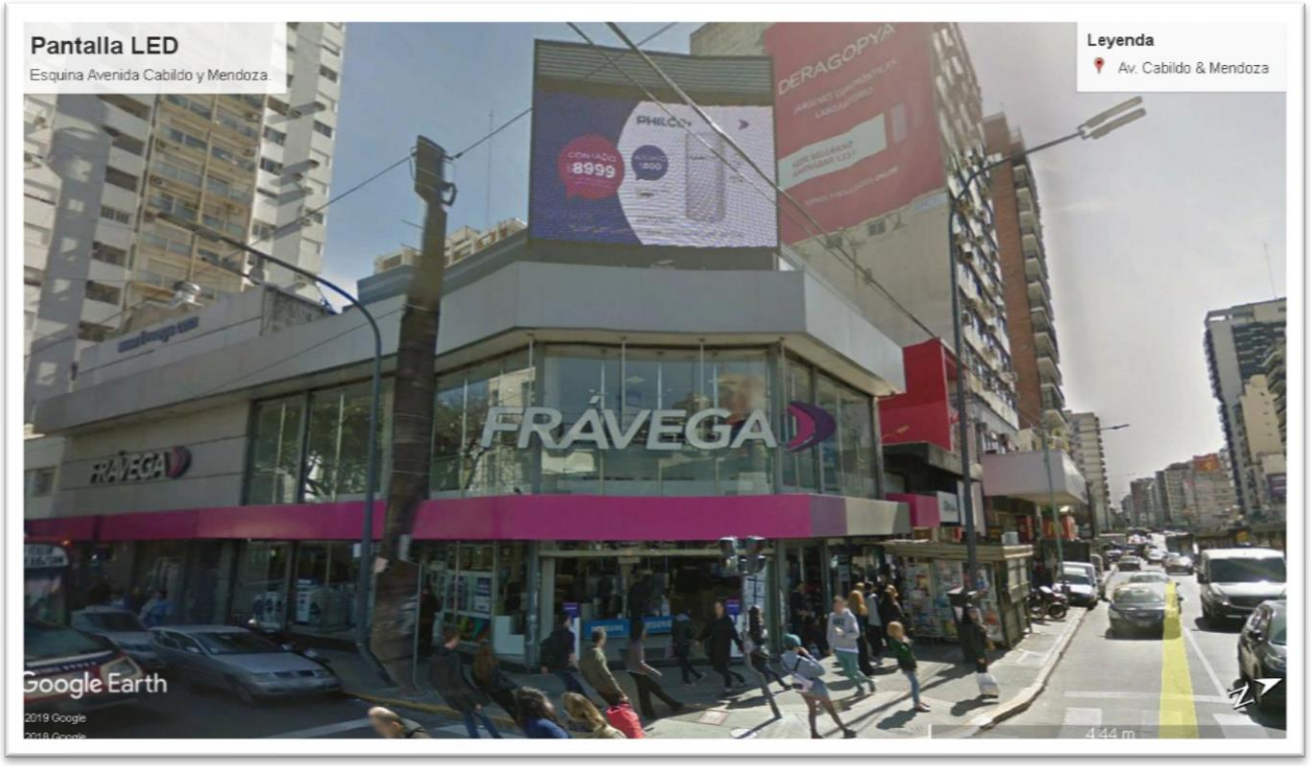


Figura 4.2: Pantalla publicitaria LED ubicada en las intersecciones de Av. Cabildo y Mendoza, Barrio de Belgrano, CABA. Google Earth, 2019

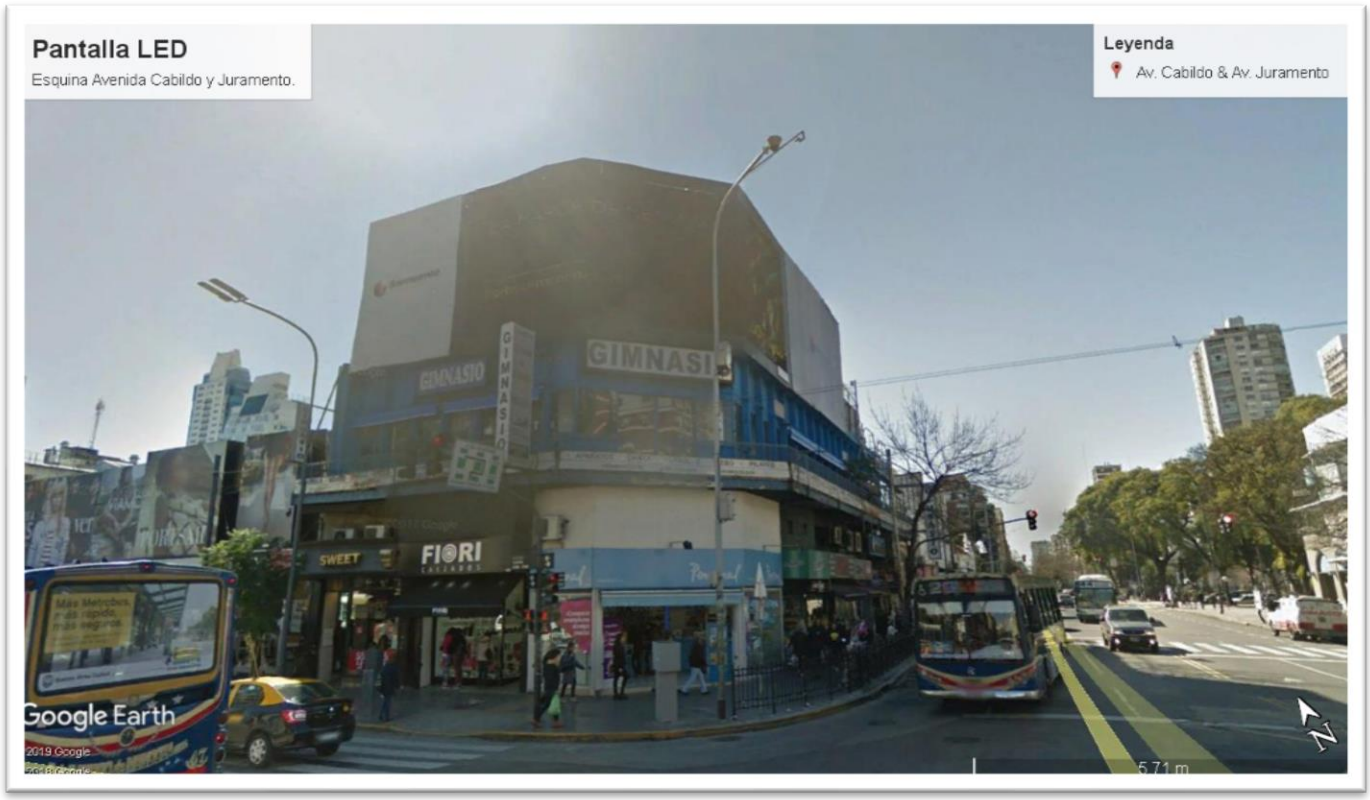


Figura 4.3: Pantalla publicitaria LED ubicada en las intersecciones de Av. Cabildo y Juramento, Barrio de Belgrano, CABA. (Google Earth, 2019).

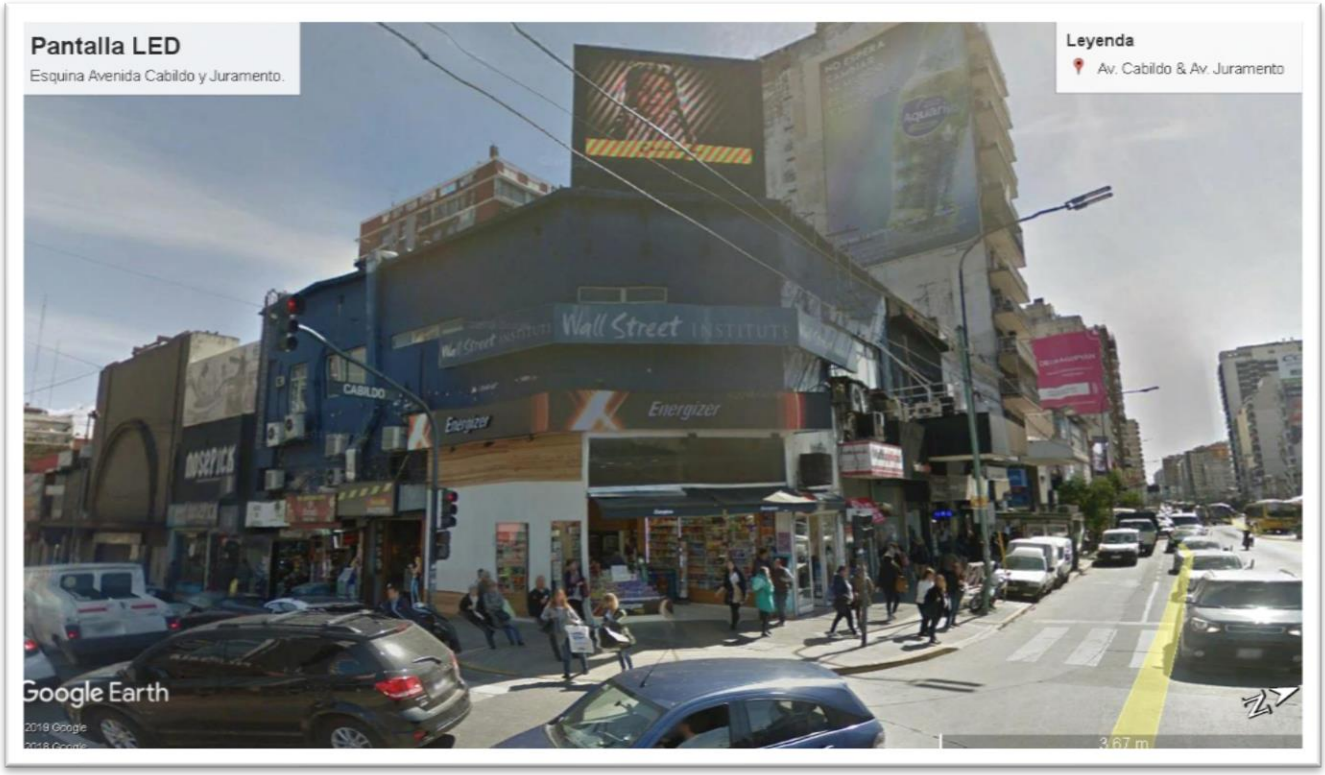


Figura 4.4: Pantalla publicitaria LED ubicada en las intersecciones de Av. Cabildo y Juramento, Barrio de Belgrano, CABA. (Google Earth, 2019)

CAPÍTULO 5

METODOLOGÍA

La tesis presenta un estudio de caso que aborda la problemática de la contaminación lumínica, un tema poco estudiado a nivel local. Se trata de una aproximación al estudio del problema y el diseño de investigación es exploratorio, descriptivo y propositivo.

El objetivo general de la tesis fue medir la calidad del cielo nocturno de un barrio porteño y evaluar los efectos -molestia/afectación- en los residentes del barrio en el año 2018. Para alcanzarlo, se desarrollaron los siguientes objetivos específicos:

1. *Medición del brillo de fondo de cielo e iluminación utilizando aparatos para tal fin en puntos seleccionados del Barrio de Belgrano (descriptos en el capítulo 4)*
2. *Medición a través de encuestas y entrevistas semiestructuradas el grado de molestia/afectación de la contaminación lumínica los ciudadanos.*
3. *Caracterización de los mecanismos de control, tanto técnicos como normativos de la contaminación lumínica en el caso porteño.*
4. *Y finalmente, proposición de lineamentos para reducir la contaminación lumínica en la ciudad*

Para cumplir con el primer objetivo se procedió a la medición de la calidad del cielo nocturno a través de la herramienta Sky Quality Meter (SQM) que ofrece una medida de brillo de cielo en mag/arcseg^2, y un luxómetro, que brinda datos registrados en lúmenes.

Para evaluar el grado de afectación/ molestia de la contaminación lumínica, se utilizaron dos instrumentos: una encuesta general sobre opinión del tema para medir cualitativamente la percepción social del grado de molestia/afectación sobre el

efecto de la intrusión de la iluminación exterior en los domicilios y en el paisaje nocturno percibido por las personas producto de la contaminación lumínica, y entrevistas orientadas temáticamente a informantes calificados sobre esta problemática (tanto la entrevista como la encuesta se encuentran en anexos). Los resultados reflejados a través de las encuestas (ver ANEXO 2), se obtuvieron a partir de una muestra al azar realizada a 50 personas. De ese total, el 50% fueron de sexo femenino y el resto masculino y, en su mayoría - un 38%-, en un rango etario entre los 31 y 50 años. De acuerdo con lo informado, la totalidad de las personas consultadas son residentes de Belgrano. Se realizaron preguntas de opinión general que permiten aproximar a una caracterización de la percepción social de la contaminación lumínica y sus efectos sobre las personas y el ambiente urbano desde una perspectiva preliminar del problema. Si bien la muestra no es grande, y puede tener problemas de representatividad *a priori*, su triangulación posterior con datos objetivos de mediciones in situ de luminiscencia y brillo de las pantallas en los puntos seleccionados, y la realización simultánea de entrevistas a referentes internacionales del tema dan consistencia y robustecen los resultados alcanzados. En relación con los perfiles de los informantes calificados a los que se les ha realizado la entrevista son: 1) Catedrático de la Universidad Complutense de Madrid 2) Catedrático de la Universidad Técnica de Cataluña 3) Docente e investigador de temas ambientales en CABA.

5.1. Caracterización de los instrumentos empleados para la toma de datos sobre contaminación lumínica

5.1.1. Instrumentos: SQM y luxómetro.

El SQM (Figura 5.1) es un fotómetro manual que permite a los observadores calcular el brillo del cielo. Con un diseño compacto y portátil, este equipo permite cuantificar fácilmente la calidad del cielo nocturno (Unihedron, 2007).

El brillo superficial indica lo fácilmente observable que es un objeto. Si el fondo del cielo está muy iluminado, el cielo puede competir con el brillo o magnitud

de las estrellas, de manera que muchas de ellas queden eclipsadas por la luz que se derrocha iluminando hacia arriba (García, 2010).

Se trata de un fotómetro muy sensible que mide el brillo del cielo en un ángulo concreto de la esfera celeste. Incorpora un filtro para radiaciones infrarrojas, por lo tanto, únicamente tiene en cuenta la radiación correspondiente al espectro visible. Su característica principal es que ofrece los datos de salida ya directamente en magnitudes por segundo de arco cuadrado (mag/arcseg^2).

Las estimaciones en magnitudes por segundo de arco cuadrado muestran qué magnitud estelar correspondería al brillo emitido por un área de cielo de forma cuadrada y que midiera un segundo de arco de lado. Es una medida logarítmica, por lo tanto, grandes cambios en el brillo del cielo corresponden a cambios numéricos relativamente pequeños. Una diferencia de magnitud 1 se define como un factor de (100) ^(⅕) en fotones recibidos, por lo que un cielo con brillo de 5.0 mag/arcseg^2 tenue corresponde una reducción en la tasa de llegada de fotones de un factor de 100.

Los lugares en donde se encuentran observatorios astronómicos profesionales presentan un brillo de fondo de cielo de, al menos, 21 mag /arcseg^{2}con luna nueva. En una ciudad es común registrar medidas de fondo de cielo de 15 o 16 mag/arcseg^2.



Figura 5.1: El SQM y sus instrucciones de uso (Unihedron, 2007).

Este medidor de calidad del cielo permite obtener medidas objetivas que pueden compararse entre sí, dado que se obtienen por un fotómetro (sensor) muy sensible al brillo del cielo.

El SQM exige que se tomen mediciones en días con total oscuridad, es decir sin luna, pero además despejados para garantizar la exactitud de las mediciones.

El SQM-LU (interfaz USB), utilizado en esta investigación, tiene mayor sensibilidad que el SQM simple y una lente para reducir el campo de visión. De esta forma recogen más luz de un cono más pequeño, 20° de diámetro frente a los 80° del otro y la conexión USB permite que el programa SQM Reader3 guarde las lecturas en una carpeta elegida de la computadora a través de su programa de interfaz (Figura 5.2).

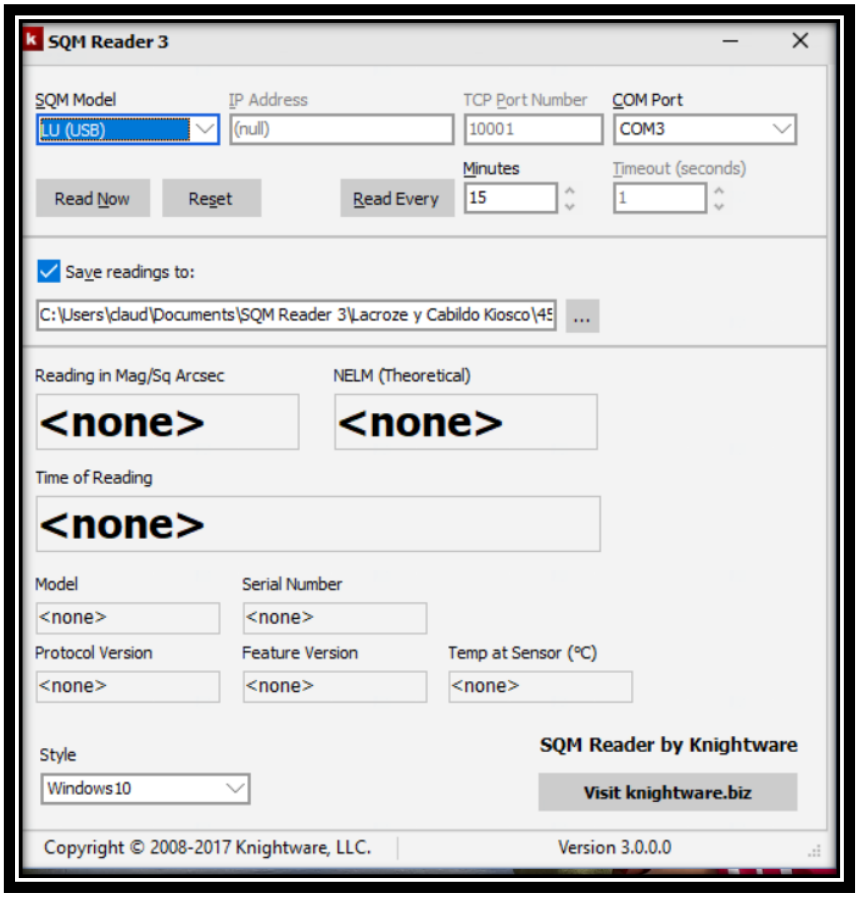
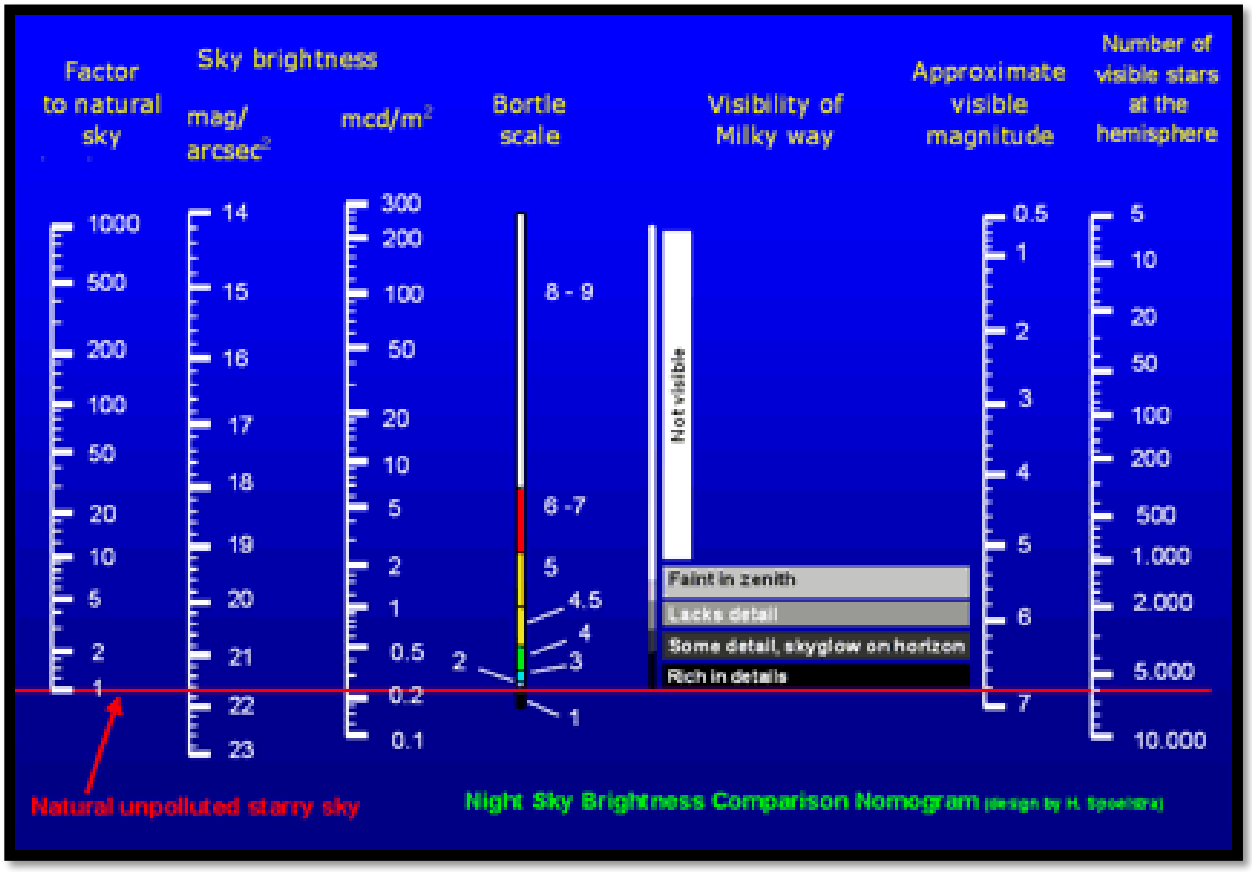


Figura 5.2: Interfaz del programa SQM Reader3.

Las medidas obtenidas con el SQM se pueden comparar gráficamente con otras magnitudes estandarizadas, tal como se muestra en la Tabla 5.1

Tabla 5.1: Conversión gráfica de magnitudes de fondo de cielo



Fuente: ver http://www.darkskiesawareness.org/nomogram.php

A través de esta tabla, el brillo del cielo nocturno se puede convertir fácilmente de una escala a otra. La línea roja horizontal en la Tabla 5.1 muestra el nivel de brillo natural del cielo para un cielo estrellado claro y no contaminado. En este nivel natural, la Vía Láctea se puede ver en toda su belleza y observar alrededor de 6.000 estrellas a simple vista. La comparación entre las escalas se puede hacer dibujando una línea horizontal y leyendo los distintos valores en esta línea horizontal. La escala de la izquierda da el factor para un cielo contaminado con luz natural. El nivel de brillo del cielo natural es de alrededor de 0.25 mcd / m2, entonces, un factor 2 en esta escala significa que el brillo del cielo nocturno es 2 veces el nivel natural o 0.5 mcd / m2 y en un factor 10 el brillo del cielo nocturno es 10 veces el nivel natural (o 2.5 mcd / m2). Cuanto más alto es este factor, más débiles se pueden ver las estrellas y los detalles de la Vía Láctea desaparecen o no se puede ver.

La segunda escala se da en la conocida escala astronómica de magnitud por segundo de arco al cuadrado (mag/arcsec²) en el rango visual (banda V, centrada en los 550 nm, correspondiente a la máxima sensibilidad del ojo humano). Esto le da el brillo del cielo de un segundo de arco cuadrado. El nivel natural es de alrededor de 21,6 mag/arcsec² en un mínimo de actividad solar.

La tercera escala en mcd / m^2 (milicandela por metro cuadrado) es una escala que suelen usar los ingenieros de iluminación y representa el brillo en la respuesta máxima del ojo a 555 nm (verde/amarillo).

La cuarta escala es la escala de Bortle que se usa con frecuencia del 1 al 9. El factor 1 representa un excelente cielo oscuro hasta el factor 9 para una ciudad.

La quinta escala (la segunda desde la derecha) muestra la magnitud de las estrellas que se pueden ver a simple vista. Es una escala aproximada porque depende en gran medida de la experiencia, edad, agudeza y diámetro de la pupila del ojo. Las personas más jóvenes tienen pupilas más grandes y ojos más agudos y, en general, verán estrellas más débiles (magnitudes más altas). En un excelente cielo oscuro, las magnitudes visuales son de alrededor de 6,6 a 6,8 para los observadores "promedio", pero se informan valores de hasta magnitud 8 para observadores experimentados. La magnitud aparente de una estrella o cualquier objeto que emita o refleje luz, se relaciona con su brillo, 6.8 es el límite detectable para el ojo humano. La relación entre magnitud y brillo está dada por la Ley de Pogson, y resulta una relación logarítmica, para una diferencia de 3 magnitudes (m2-m1 =5), la relación de brillo es de 100.

El otro instrumento utilizado es el luxómetro Lux Gralf LX-1010B (Figura 5.3) que permite medir simple y rápidamente la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente. Mide específicamente la intensidad con que la luminosidad aparece al ojo humano. Entre sus características se destacan la medición de luz visible y luz LED blanca, rango de 1-50000 lux, una longitud del cableado del sensor de 90 cm aprox. y tres escalas desde 2000/20.000/50.000 lux.



Figura 5.3: Luxómetro Lux Gralf LX-1010B.

5.2. Secuencia en la investigación y obtención de datos

En una primera etapa se realizó la observación directa en campo que permitió el reconocimiento, caracterización y análisis de los sitios con publicidad LED y luminarias que permitieron una identificación inicial de los posibles impactos en el territorio, y seleccionar que esquinas serian propicias para la toma de mediciones de brillo y contaminación lumínica.

Otra instancia comprendió las mediciones realizadas en días de Luna nueva y sin nubes, los días 08 de diciembre de 2018 y 05 de enero del 2019 en la parte comercial del barrio de Belgrano C, en el horario entre las 21:00 y 23:00 horas.

Se seleccionaron cuatro esquinas que comprenden Av. Cabildo y Juramento en la que están instaladas dos pantallas publicitarias LED y en las cuatro esquinas correspondientes a Av. Cabildo y Mendoza en la que se emplaza otra pantalla LED. Asimismo, también se midió una esquina de Av. Federico Lacroze y Av. Cabildo sin pantallas LED y Av. Cabildo y Teodoro García, ambos puntos alejados por una

distancia de aproximadamente 10 cuadras de las pantallas LED. El detalle de puntos de medición se encuentra en la Tabla 5.2 y están señalizados en las Figuras 5.4 y 5.5.

Tabla 5.2: Puntos de medición y calles seleccionadas para realizar las mediciones con el SQM y el luxómetro.

Punto de medición	Entre calles
1	**Esquina Av. Juramento y Av. Cabildo Pantalla LED 1**
2	**Esquina Av. Juramento y Av. Cabildo Pantalla LED 2**
3	**Esquina Av. Juramento y Av. Cabildo enfrente pantalla LED 1**
4	**Esquina Av. Juramento y Av. Cabildo enfrente pantalla LED 2**
5	**Esquina Mendoza y Av. Cabildo Pantalla LED 3**
6	**Esquina Mendoza y Av. Cabildo frente lateral de Pantalla LED 3**
7	**Esquina Mendoza y Av. Cabildo enfrente de pantalla LED 3**
8	**Esquina Av. Cabildo y Mendoza en diagonal a pantalla LED 3**
9	**Av. Cabildo y Av. Lacroze (OSDE)**
10	**A. Cabildo y Teodoro García**



Figura 5.4: Puntos de mediciones N°1 a 8, Barrio de Belgrano, CABA. (Google Earth, 2019).



Figura 5.5: Puntos de mediciones N° 9 y 10 del barrio de Belgrano, CABA. (Google Earth, 2019)

Los instrumentos utilizados para realizar las mediciones, tanto el luxómetro como el SQM fueron colocados en un trípode de 1.5 metros de altura en esquinas sin sombra y evitando aquello que oscurezca el campo de visión del sensor como pueden ser árboles, postes de luz o edificio ni ninguna fuente de luz cerca que esté incidiendo los sensores y afectando la medición (ver Foto 5.1 y 5.2).

Otros instrumentos utilizados fueron cuestionarios de encuestas, planilla de registro, cámara fotográfica, GPS, trípode, computadora.



Foto 5.1: Trípode utilizado para realizar las mediciones con el SQM y el luxómetro.



Foto 5.2: SQM y luxómetro utilizado colocados en el trípode.

Asimismo, se obtuvieron las coordenadas geográficas con un aparato GPS, y se registraron las luminarias a través de un relevamiento fotográfico.

El SQM permitió tomar medidas de magnitud por segundo de arco al cuadrado del cielo (mag/arcseg$^{2)}$ en un mismo punto para diferentes valores de altura y acimut. Las mediciones se tomaron con el SQM calibrado apuntándolo al CENIT y luego a los 0° y 45° de altura, en cuatro direcciones de acimut, determinadas por los puntos cardinales, es decir a 0, 90, 180 y 270 grados. Tanto altura como acimut constituyen la coordenada en el sistema horizontal local, usado en astronomía y también en topología, ya que son las utilizadas al medir con un teodolito, por ejemplo.

Todas las lecturas fueron guardadas por el programa SQM Reader3 en una carpeta previamente creada con indicaciones de cada lectura y punto medido.

Asimismo, se anotaron las mediciones del luxómetro que mide la iluminancia de una superficie que recibe un flujo luminoso de un lumen, repartido sobre un metro cuadrado de superficie; esta unidad de medida se denomina *lux*. Este aparato consiste en una celda fotoeléctrica que recibe la luz que, al incidir sobre su superficie, genera una débil corriente eléctrica que aumenta en función de la luz incidente. Dicha corriente se mide con un miliamperímetro, de forma analógica o

digital, calibrado directamente en luxes. (Secretaría de Comunicaciones y Transporte, 2015*)*

Debido a que variaciones de la temperatura modifican las mediciones, se procedió a ignorar la primera medición, para asegurar la estabilidad de los instrumentos, y considerar las cinco mediciones siguientes para luego realizar el promedio con las mediciones consecuentes y obtener un valor más cercano a la realidad.

Para evaluar el grado de afectación se realizaron en forma conjunta la encuesta destinada a medir opinión sobre el tema y una segunda parte de entrevista semiestructurada para evaluar grado de molestia.

Como población objeto de los instrumentos se realizaron 50 encuestas a la población que transita usualmente por los sitios de estudio escogidos en la investigación y /o residentes en la zona de estudio, mayor de 18 años elegidos al azar.

La consulta comprendió un tiempo entre 5 y 10 minutos, que fue el necesario para que los encuestados respondieran a la misma en su totalidad. Existió buena predisposición de los vecinos del barrio, y a través de la guía de preguntas se desarrollaron las respuestas de manera abierta con el fin de poder recoger toda la información útil que estos informantes pudieran otorgar respecto al tema investigado.

A ello, se agregó una triangulación metodológica con entrevistas a informantes calificados sobre el tema respecto a los efectos de la contaminación lumínica por LED y otros dispositivos sobre la calidad de vida de las personas y el ambiente urbano

Los instrumentos destinados a las encuestas y entrevistas se encuentran en los ANEXO 1 y 2 respectivamente. La integración de estos instrumentos y su análisis se presenta en el Capítulo 6, en el que se analizarán en detalle.

CAPÍTULO 6

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Los datos obtenidos a partir de la encuesta se analizan volcados en gráficos y tablas para su mejor presentación e interpretación. Los resultados relacionados a las encuestas se representan como porcentajes para facilitar la comparación relativa tanto de la caracterización como percepción de las personas consultadas en los sitios estudiados sobre el tema contaminación lumínica. En el caso de las entrevistas se analizaron seleccionando aquellas frases de las respuestas que resultan representativas y que permiten fundamentar en términos intersubjetivos como este problema afecta la vida de las personas y el ambiente dando además consistencia teórica a los datos cuantitativos levantados con los instrumentos de medición de la contaminación, y la percepción de los vecinos del barrio del problema.

6.1. Niveles de contaminación lumínica en Belgrano C

La Figura 6.1 resume los resultados obtenidos a partir de las mediciones con instrumental específico destinado a medir la luminosidad y el brillo de las pantallas LED. Las mediciones del CENIT del SQM arrojaron que los puntos de medición 1,2 y 10 son los que muestran fondo de cielo con mayor brillo nocturno, especialmente en los que se encuentran las pantallas LED de mayor envergadura y luminosidad aparente. Todos los puntos detallan en una mayor o menor cantidad el nivel de contaminación lumínica del cielo del barrio Belgrano C.

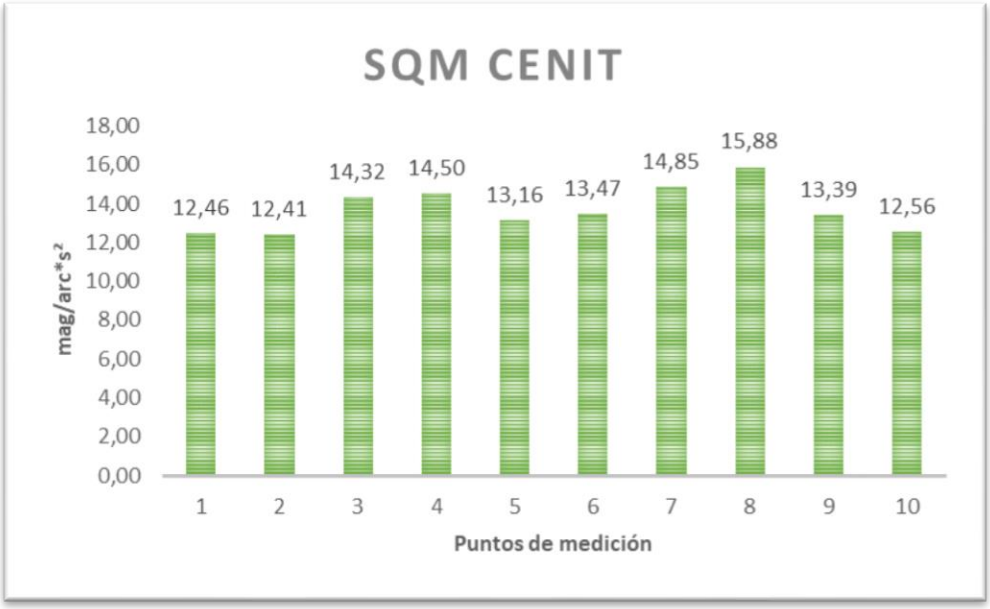


Figura 6.1: Promedio SQM (mag/arcseg^2) mediciones apuntando al CENIT detallado por puntos de medición en las esquinas del barrio de Belgrano C los días 08-12-2018 y 05-01-2019. Elaboración propia.

Los resultados obtenidos del cielo nocturno en mag/arcseg^2 (ver Tabla 6.1) pueden compararse con los parámetros establecidos por la Dirección General de Calidad Ambiental de Cataluña, España, previamente mencionada (ver Tabla 5.1) correspondiéndole a la calidad del cielo nocturno del Barrio de Belgrano la calificación de “Muy deficiente” cuyas características son poseer medidas de mag/arcseg^2 menores a 17,5 sin visibilidad de la vía láctea y con menos de 50 estrellas observables. Es destacable aclarar que en las esquinas con pantallas LED se midieron valores promedios de 10.75mag/arcseg^2 (punto 1, pantalla publicitaria LED1), 11,33 mag/arcseg^2 (punto 2, pantalla publicitaria LED 2), siendo estos dos los más bajos del estudio y por lo tanto de mayor contaminación lumínica y 12,59 mag/arcseg^2 (punto 5, pantalla LED 3), un valor más alto que puede estar relacionado por ser de menor tamaño que las emplazadas en las otras esquina. El valor más bajo de la medición fue 9,09 mag/arcseg^{2}en el ángulo de 45° y 0° en la esquina de medición del punto 1, que demuestra la incidencia directa de la pantalla publicitaria LED 1 en los ojos de los transeúntes. Como se mencionó, una diferencia de 1 magnitud está definida como un factor de 100^3 en fotones recibidos, lo que presupondría la influencia directa de la LED en los espacios urbanos.

Se debe advertir que no se ha podido determinar con precisión si los LED de luz blanca instalados son de los contaminantes y dañinos (> 3000ºK) o son, por el contrario, de los de luz blanca cálida, más recomendables (<3000ºK). La apariencia visual, a falta de su confirmación, da una sensación de luz blanca o azulada, muy fría y altamente deslumbrante. Este punto se constituye entonces, en una línea a analizar a futuro en pos de ofrecer más elementos e información sobre el tema y colaborar en la toma de decisiones tanto a nivel local como nacional.

Tabla 6.1: Comparación de calidad del cielo nocturno en el barrio de Belgrano de acuerdo a la clasificación de Cataluña.

Puntos de medición		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	SQM Cenit	12,46	12,41	14,32	14,50	13,16	13,47	14,85	15,88	13,39	12,56
0°	SQM 0°	9,20	11,08	10,27	11,05	13,54	10,97	10,32	10,96	12,53	11,79
	SQM 90°	11,32	13,87	10,33	13,90	12,06	12,64	11,53	11,54	12,17	11,10
	SQM 180 °	9,72	12,17	12,69	13,75	11,98	13,47	12,87	12,26	11,69	11,74
	SQM 270°	11,22	13,34	11,11	11,50	11,77	12,53	10,95	11,53	10,40	11,10
45°	SQM 0°	9,09	10,37	9,92	9,83	12,71	9,50	12,04	12,81	14,05	11,90
	SQM 90°	11,63	9,07	12,13	12,10	13,12	11,99	12,03	12,96	13,47	11,71
	SQM 180 °	9,96	11,71	13,06	13,84	12,86	11,08	13,76	11,53	10,42	14,20
	SQM 270°	12,17	12,68	11,67	12,13	12,10	13,53	13,70	9,66	10,75	12,58

Elaboración propia

Respeto a los datos obtenidos a partir del luxómetro, y de acuerdo al CIE (Comisión Internacional de la Iluminación) previamente referenciada que establece que los niveles de iluminación recomendados varían según el uso al que esté destinado la zona, se encontraron valores mínimos de iluminancia de 0.2 lux que permitirían la orientación y visibilizarían obstáculos del camino y valores máximos hasta los 20 lux que proporcionan un ambiente atractivo para las zonas de gran actividad nocturna (ver Tabla 6.2). No obstante, en la mayoría de los casos, un nivel de 5 lux basta para ofrecer unas buenas condiciones de alumbrado que permitan la orientación y ofrezcan sensación de seguridad a los transeúntes. Es decir que se podrían reducir el nivel de iluminancia durante la noche.

Si se considera que los resultados promedios de los puntos de medición (ver Figura 6.2) se ubican en calles en *zona privilegiada*, el nivel mínimo de iluminancia

en la mayoría de los puntos se cumple y no se excede el nivel medio de iluminancia, si se consideran como *calles de uso alto* en las esquinas especialmente aquellas en las que se encuentran las pantallas LED se excedería el nivel medio (puntos de medición 1,2, 3, 6 y 9). Sin embargo, en ambos casos y de acuerdo a lo que se observa en la Tabla 6.3, es factible determinar que sí se excedería el nivel de iluminancia media en ciertos ángulos especialmente en los puntos en los que se encuentran las pantallas LED como el caso del punto 1, 3 y 6 en el ángulo de 45°, 0°.

Tabla 6.2. Niveles de luminancia

Clasificación según el uso nocturno hecho por los peatones	Nivel medio iluminancia	Nivel mínimo iluminancia
	Em (lux)	Emin (lux)
Calles en zonas privilegiadas (áreas	20	7.5
Calles de uso alto	10	3.0
Calles de uso moderado	7.5	1.5
Calles de uso menor. Solamente asociado a propiedades adyacentes	5.0	1.0
Calles de uso menor donde sea importante preservar el carácter de ambiente rural o la arquitectura	3.0	0.6
Calles de uso muy bajo donde sea importante preservar el carácter de ambiente rural o la arquitectura	1.5	0.2
Calles donde sólo es necesario el guiado visual	-	-

Fuente: CIE (1995)

Tabla 6.3: Comparación de mediciones del luxómetro y CIE en todos sus puntos y ángulos de medición en el barrio de Belgrano C.

Puntos de medición		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Luxómetro Cenit	18,00	12,00	12,00	8,00	15,00	12,00	0,10	1,00	2,00	6,00
0°	Luxómetro 0°	15,00	15,00	29,00	6,00	4,00	28,00	3,00	1,00	7,00	4,00
	Luxómetro 90°	16,00	12,00	15,00	11,00	3,00	7,00	8,00	12,00	6,00	6,00
	Luxómetro 180 °	16,00	13,00	7,00	4,00	9,00	3,00	3,00	6,00	11,00	6,00
	Luxómetro 270°	7,00	1,00	13,00	6,00	12,00	19,00	3,00	3,00	1,00	3,00
45°	Luxómetro 0°	26,00	17,00	23,00	12,00	16,00	22,00	7,00	7,00	17,00	7,00
	Luxómetro 90°	2,00	17,00	8,00	12,00	6,00	4,00	5,00	5,00	11,00	6,00
	Luxómetro 180 °	15,00	7,00	5,00	4,00	5,00	6,00	3,00	3,00	12,00	6,00
	Luxómetro 270°	8,00	8,00	11,00	7,00	15,00	17,00	5,00	6,00	25,00	5,00

Elaboración propia.



Figura 6.2: Mediciones promedio de Luxómetro detallado por puntos de medición en las esquinas del barrio de Belgrano C los días 08-12-2018 y 05-01-2019. Elaboración propia

Los promedios de las mediciones de SQM y luxómetro detallado por los puntos de medición tomados en todos sus ángulos se muestran en la Figura 6.3. En ella podemos observar que los puntos de medición en los que se utilizó el SQM con mayor contaminación son aquellos en los que existen pantallas LED (puntos 1, 2 y 3), especialmente en la correspondiente a Av. Cabildo y Juramento en donde se emplazan dos pantallas LED de mayor potencia que la de Mendoza y Av. Cabildo. Lo mismo sucede en estos puntos para el luxómetro.

De acuerdo con los datos obtenidos el valor promedio de brillo de fondo del cielo medido con el SQM para cada punto se expresa entre los 10,75 a los 12,59 mag/arcsec², siendo que un cielo sin contaminación lumínica posee un valor de 22 mag/arcsec² es posible presuponer que el sector en estudio posee altos niveles de contaminación lumínica.

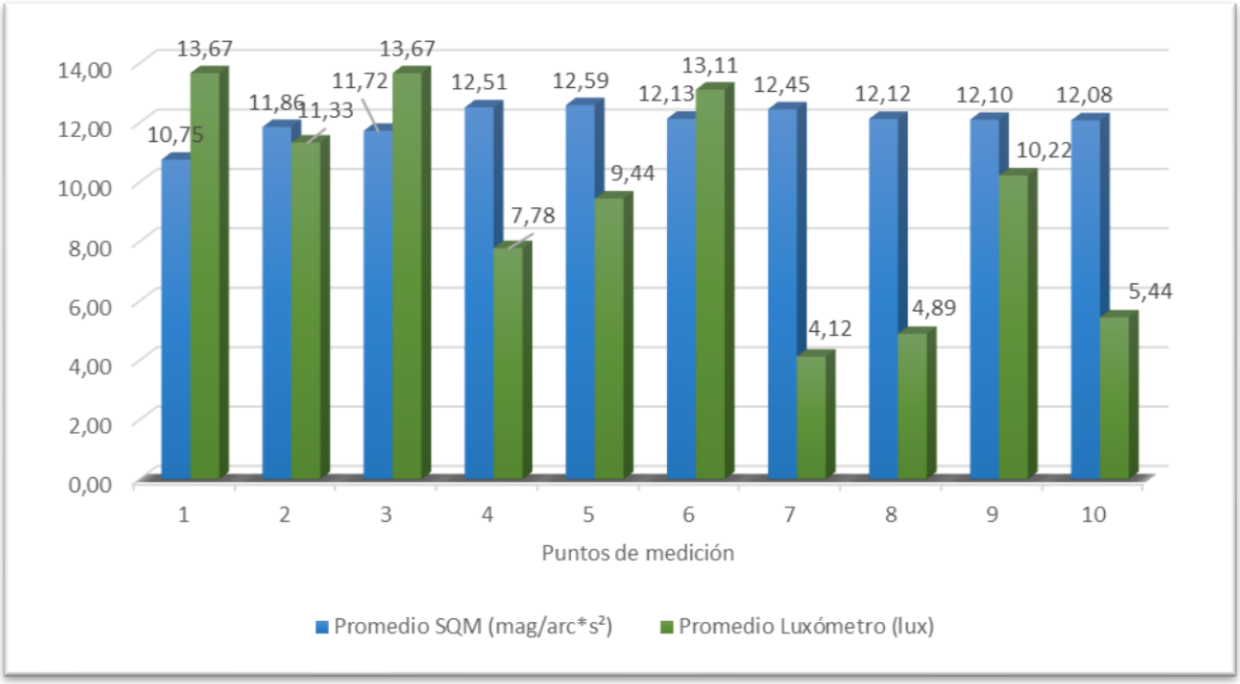


Figura 6.3: Promedio SQM y luxómetro detallado por puntos de medición en las esquinas del barrio de Belgrano C los días 08-12-2018 y 05-01-2019.Elaboración propia.

6.2. Grado de afectación/molestia de la contaminación lumínica

6.2.1. Análisis de información obtenida a través de las encuestas y entrevistas a vecinos

La primera pregunta de la encuesta realizada a los vecinos sobre cuán importante es para ellos el cielo estrellado (ver valores en Figura 6.4), arroja que el 40% les parece “muy importante” y el 34% “algo importante” poder contemplar el cielo nocturno. Esto muestra que, en concordancia con la UNESCO, los habitantes destacan la importancia de los cielos oscuros.

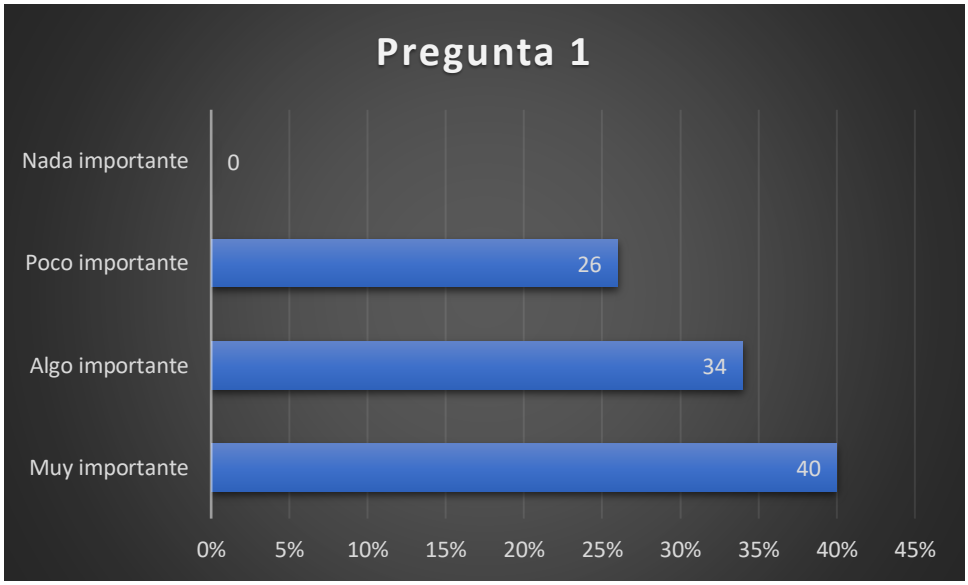


Figura 6.4: Pregunta 1: ¿Cuán importante considera usted que es la observación del cielo y las estrellas para los vecinos de la Ciudad?

En relación con la frecuencia con que contemplan el cielo, un 44% de los consultados observa frecuentemente el cielo y un 20% muy frecuentemente (ver Figura 6.5), es decir que un 64 % de los consultados realiza observación nocturna del cielo estrellado.

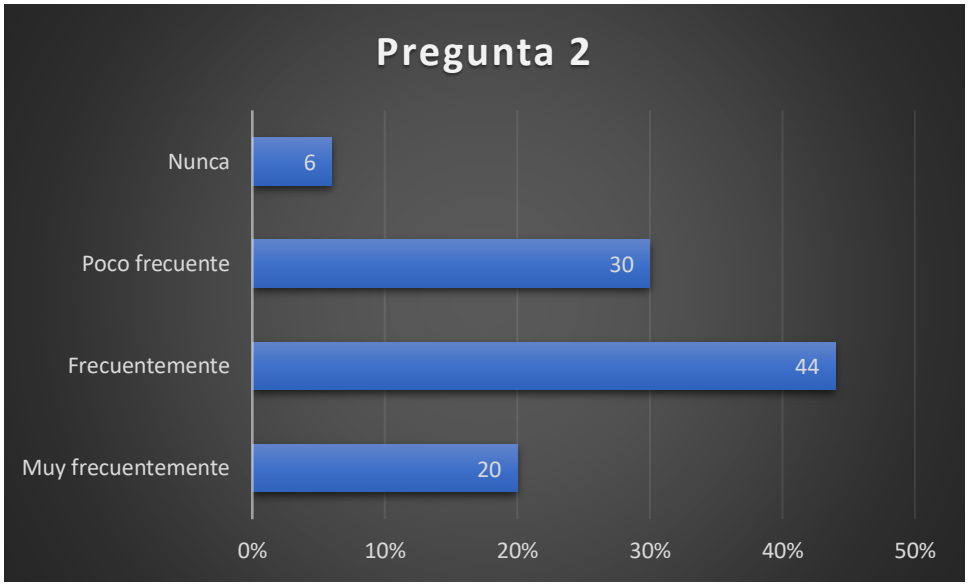


Figura 6.5: Pregunta 2: ¿Con que frecuencia se detiene a observar las estrellas?

Cuando se los consultó sobre la influencia/afectación de la contaminación lumínica en la observación del cielo, el 72% de los encuestados consideró que influye negativamente (ver Figura 6.6).

Si se consideran estas dos respuestas obtenidas, se observa que no sólo es importante para la observación astronómica, sino que también es una preocupación del ciudadano común con fines no científicos la contemplación de cielos oscuros o poco contaminados con iluminación, cuestión que también expresan cuando se les consulta sobre la afectación en la vida y el ambiente (ver Figura 6.7), en la que el 58% de los consultados considera que el exceso de luminaria afecta la calidad de vida de los residentes del barrio.

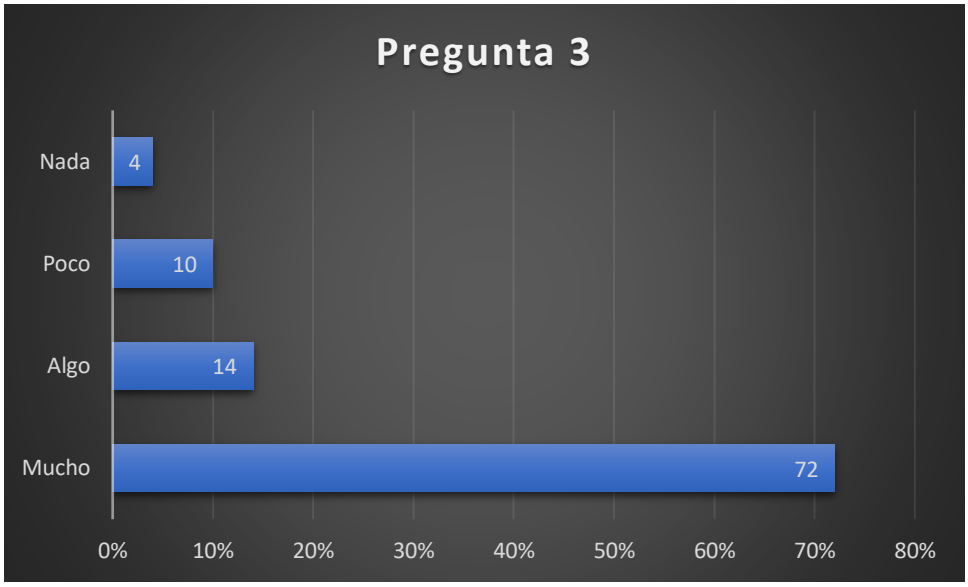


Figura 6.6: Pregunta 3: ¿Considera influye el exceso de iluminación pública (cartelería luminosa, luminaria, pantallas publicitarias LED) para la observación nocturna del cielo?

Sin embargo, ante la pregunta sobre la frecuencia con la que se observa la publicidad de las pantallas publicitarias LED, sólo el 12% observa *siempre* las pantallas LED publicitarias y el 38% nunca lo hace, datos que contradicen el objetivo de estos dispositivos que es obtener la atención en la vía pública como instrumento publicitario destinado a captar clientes (ver Figura 6.8). Respecto al brillo de las LED, el 72 % considera que las pantallas publicitarias LED tienen un brillo alto y sólo el 6% lo considera bajo (ver Figura 6.8).

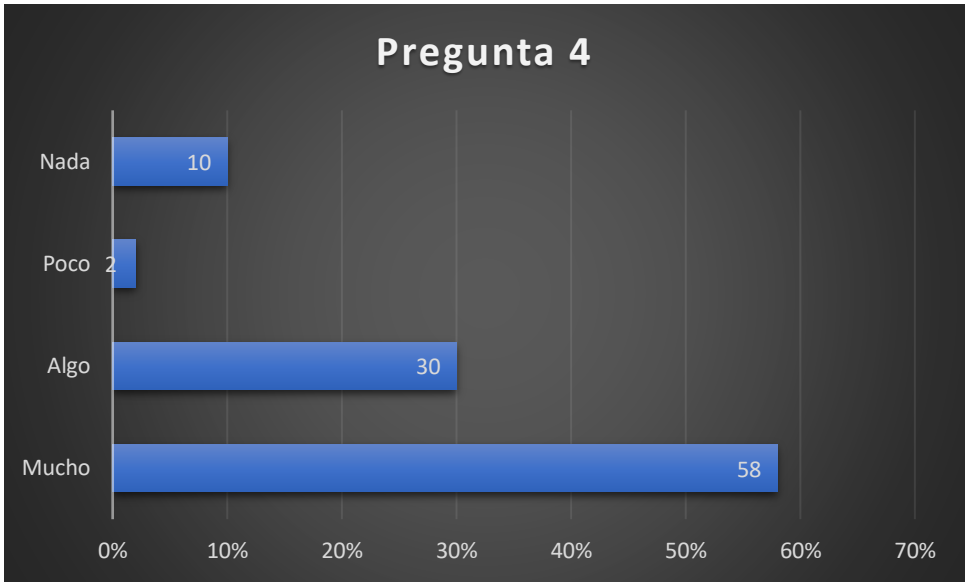


Figura 6.7: Pregunta 4: ¿Considera influye el exceso de iluminación pública (cartelería luminosa, luminaria, pantallas publicitarias LED) para la calidad de vida de los vecinos y transeúntes?

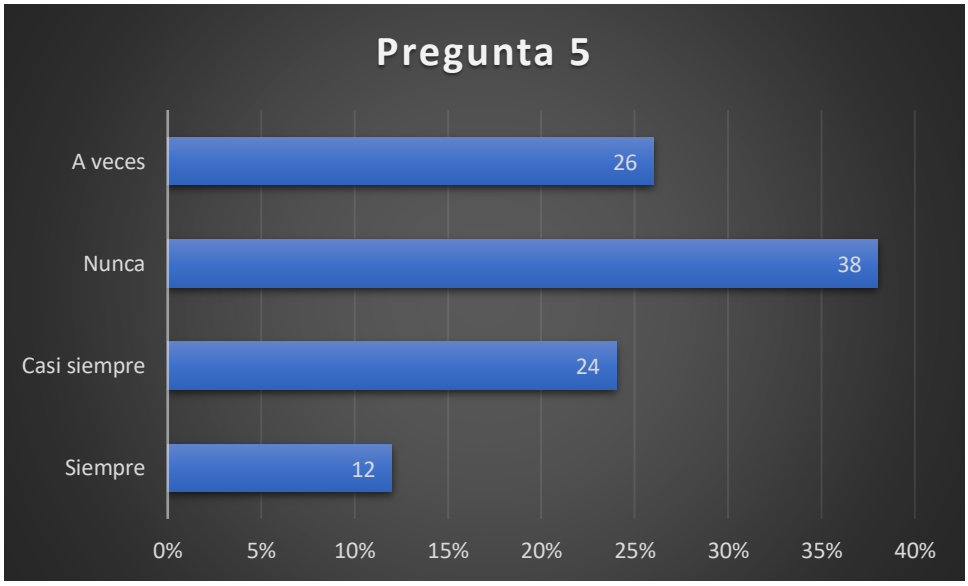


Figura 6.8: Pregunta 5: ¿Con qué frecuencia observa la publicidad de las pantallas publicitarias LED?

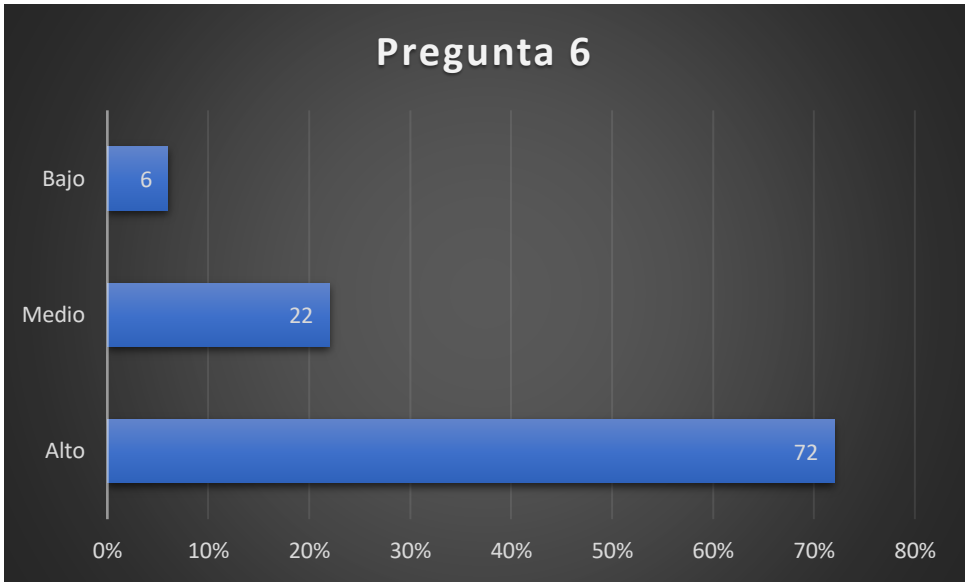


Figura 6.9: Pregunta 6: ¿Cuál es su percepción sobre el nivel de brillo de las pantallas LED?

Algo parecido ocurrió cuando se consultó si las pantallas LED son contaminantes. Para un 72% de las personas las pantallas LED son consideradas contaminantes, y además para el 90% de ellos debería estar regulado su uso, tal lo refleja la pregunta para tal fin (ver Figura 6.10 y 6.11).

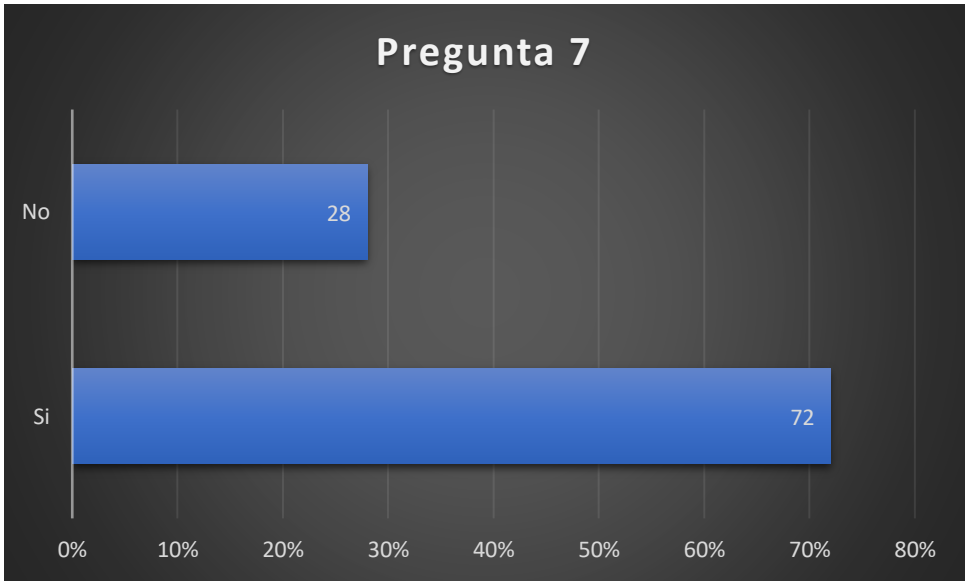


Figura 6.10: Pregunta 7: ¿Considera que las pantallas LED son contaminantes para los habitantes de la Ciudad?

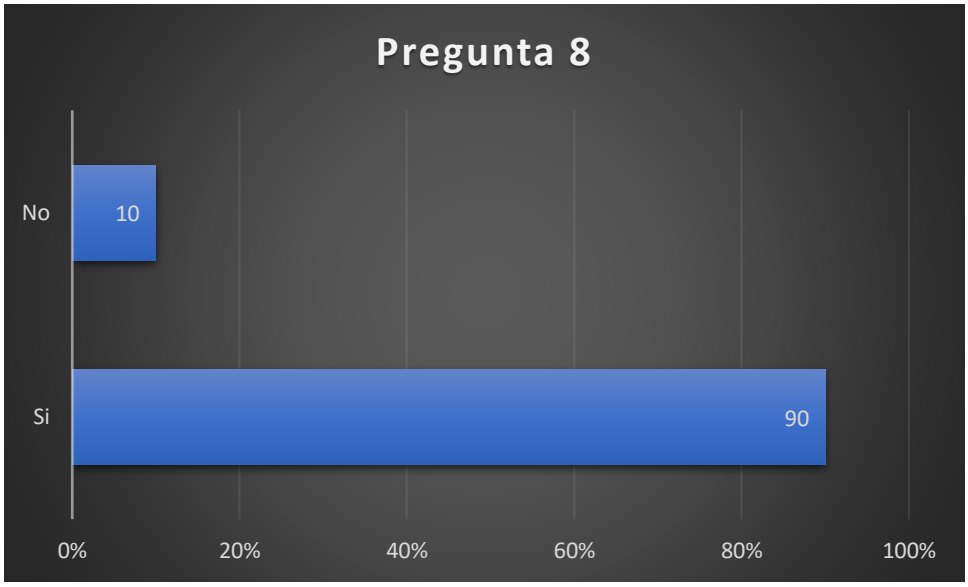


Figura 6.11: Pregunta 8: ¿Considera que las pantallas LED deberían estar reguladas?

Con relación a cómo los afectan estos dispositivos (Pregunta N°9), el 36% de los encuestados respondió que las pantallas LED le generan incomodidad y el 30% estrés, siendo que sólo un 8% manifestaron que les produce una sensación de agrado (Figura 6.12). A partir de esas respuestas es posible suponer que este tipo de elementos publicitarios no generan sensación de bienestar a los vecinos del barrio.

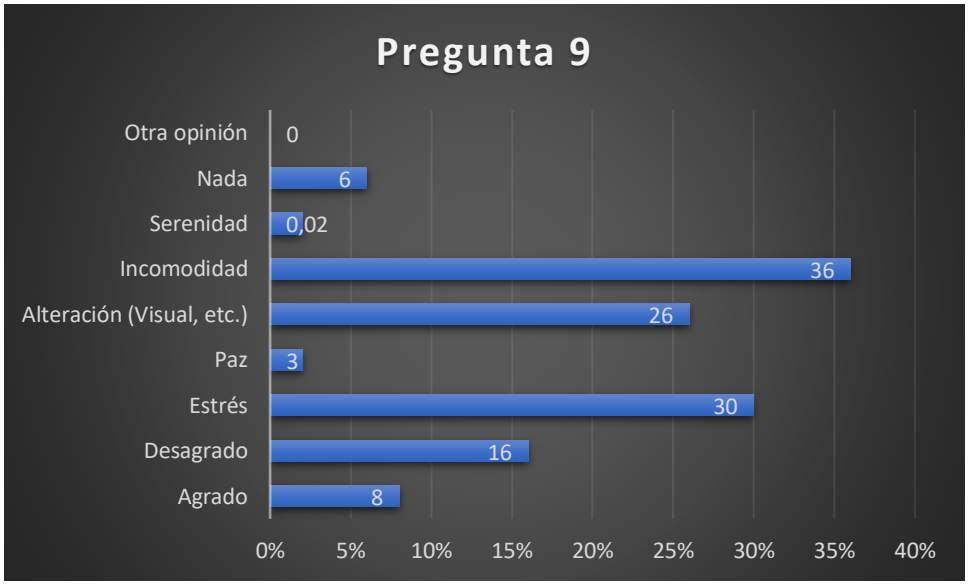


Figura 6.12: Pregunta 9: ¿Qué sensación le provocan las pantallas LED?

Respecto a las preguntas referidas al exceso de iluminación, el 68% de los residentes del barrio consultados, dice no verse afectado por un exceso de iluminación en su vivienda por cartelería luminosa, aunque en el 32% de los casos se afirma que habría afectación -es decir intrusión- como se observa en la Figura 6.13.

Por otra parte, los consultados identificaron como fuente de contaminación lumínica en un 46% a las pantallas LED publicitarias, un 27% por luminaria no LED y el otro 27% por luminarias públicas (ver Figura 6.14).

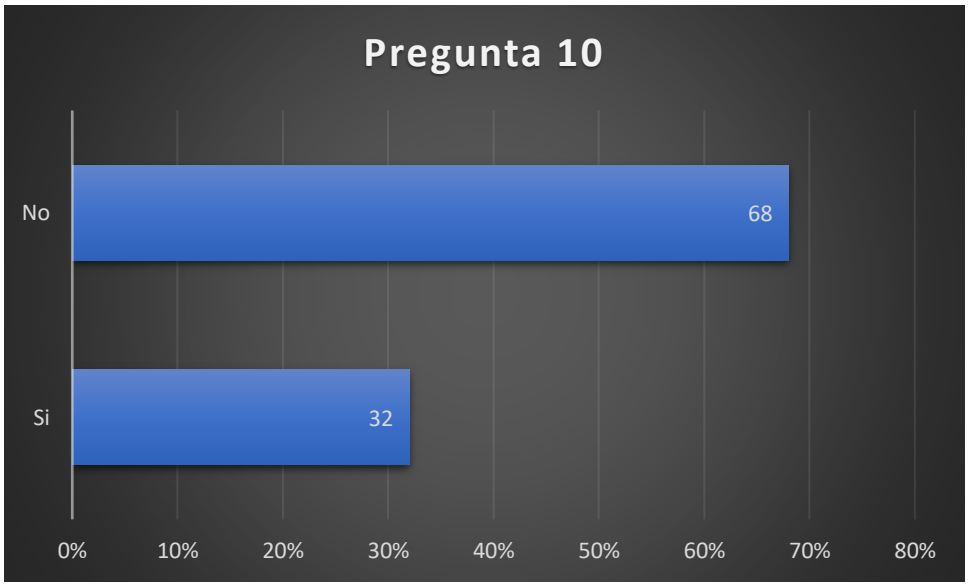


Figura 6.13: Pregunta 10: ¿Existe afectación por iluminación en su vivienda por cartelería luminosa, luminarias o pantallas publicitarias LED?

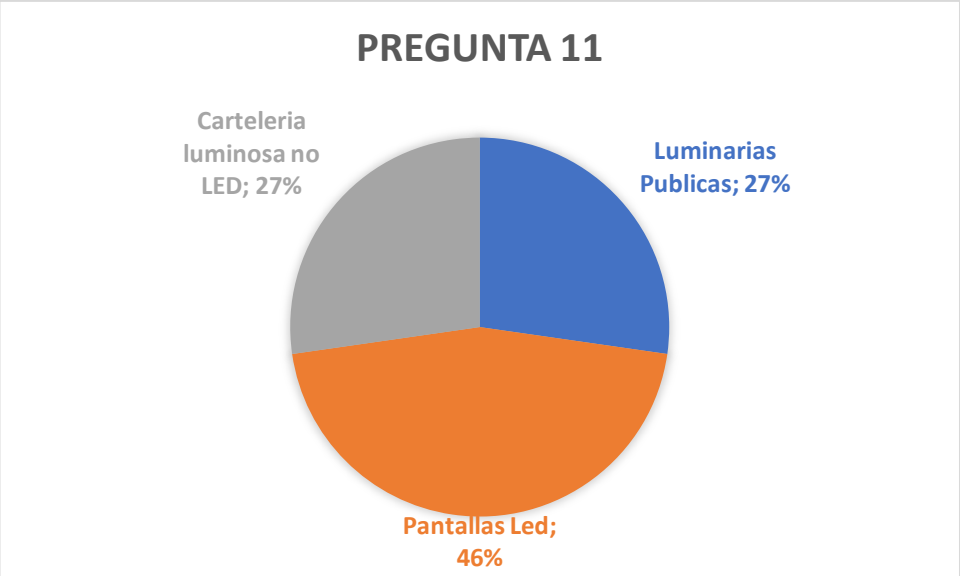


Figura 6.14: Pregunta 11: Discriminación por fuente de contaminación lumínica

De los vecinos encuestados, el 100% manifiesta que los inconvenientes causados por la intrusión lumínica en su vivienda son perjudiciales (pregunta N°12), y en un 33% considera que les genera o podría generarles de continuar efectos como insomnio tal lo expresa el encuestado 3:

"*el constante brillo intermitente de la pantalla interrumpe mi sueño normal y genera molestia en mi habitación para conciliar el sueño" (encuestado 3, 2019)*

Además, algunos consideran que podría causarles ansiedad en un 20% o desconcentración en un 20% como expresa un encuestado:

"…*son un foco de distracción para el que cruza la calle o maneja un auto y en la vivienda el brillo altera mis tareas normales"* (Encuestado 9).

Otro 20% aduce alteración del sueño tal como expresa el encuestado 7:

"mi departamento está enfrente de carteles con pantallas LED y no me dejan dormir" y un 7% cansancio (pregunta N°13).

6.2.2 Análisis de las entrevistas a informantes calificados

En cuanto a las entrevistas realizadas a informantes calificados, el entrevistado N° 1 expresa sobre la contaminación lumínica:

"Los grandes núcleos urbanos son los máximos causantes de la contaminación lumínica. Se podría pensar que es lo normal ya que en esos espacios viven muchas personas. Sin embargo, se podría reducir mucho ese impacto si se redujeran las emisiones de luz mal orientadas o excesivamente brillantes o encendidas en horas en las que no son necesarias" (Entrevistado N°1,2019).

El entrevistado N°2 al respecto manifestó: "*Este tipo de contaminación tiene una doble componente muy importante: -Tiene una alta repercusión en disrupción, fragmentación y erosión de ecosistemas de ciclo día-noche en la Tierra. Todos los seres vivos se han adaptado a estas alternancias, y su presencia deja empobrecido y afectado a la vida natural como la conocemos. Su influencia es inmediata (la pérdida de oscuridad), pero su repercusión (disminución de seres vivos, enfermedades, etc.), es lenta. También tiene otras repercusiones no directamente relacionadas con el aspecto ambiental, y que no dejan de ser importantes: Energéticas (despilfarro), culturales y científicas. La forma de minimizar su repercusión es ajustar las necesidades nocturnas del ser humano, a lo estrictamente necesario (en dirección, espectro e intensidad). Y esto, no afecta a la actividad humana en sí (ni circular por las vías de tránsito, ni tener carteles publicitarios, etc.). Por lo que el incremento y su peligrosidad son debido a que se hace un uso poco responsable de los recursos de la Tierra. Esto quiere decir que su control es fácil, pero que no depende del factor tecnológico, si no de la voluntad de los hombres y mujeres". (Entrevistado N°2,2019)*

En cuanto a la consulta sobre los requisitos que deberían cumplir las pantallas publicitarias LED, los entrevistados expresan de forma unánime que éstas deben cumplir normativa específica. El entrevistado N°3 al respecto comenta que se debe

lograr que la publicidad LED no se *“coma*” el paisaje urbano. Al respecto el entrevistado N°2 manifiesta:

“...el LED es una solución más, que bien utilizada, puede resolver muchas problemáticas. Pero el tema no está en la tecnología, si no en el uso que el ingeniero hace de ella. Sobre las pantallas publicitarias habría que realizar un comentario especial. Sus niveles de brillo durante el día son muy altos para que el contraste permita que sean vistas. Pero durante la noche, deberían bajarse drásticamente, para no crear deslumbramientos, y excesiva contaminación lumínica. Pensemos que durante el día podemos tener 100-10 mil lux de niveles lumínicos. Durante la noche, con la luz artificial, podemos tener 20-40 lux. El descenso es importantísimo. Si este control no se realiza, la contaminación lumínica puede ser exagerada” *(Entrevistado N°2,2019).*

Con respecto a las consecuencias de la contaminación lumínica en la vida urbana de las personas y el ambiente, el entrevistado N°1 comentó:

“El sueño que de manera natural pertenece a la noche está siendo perturbado por la iluminación desaforada que invade incluso nuestras casas. El cuerpo humano necesita oscuridad por la noche y luz durante el día. No es normal que una persona pueda caminar por su casa de noche sin encender la luz. Lo mismo aplica a la fauna y flora que está sometida a la luz durante la noche. Por ejemplo, dentro de parques urbanos que conservan la luz encendida durante la noche” (Entrevistado N°1,2019)

En la pregunta N°4, se les solicitó a los entrevistados que ponderaran en términos cualitativos y ordinales (orden de importancia) los efectos de la contaminación lumínica en una escala de valores entre 1 y 6, donde 1 es el principal/más importante como efecto y 6 el menos importante respecto de sus efectos. Las categorías de efectos que debían ordenar son: efectos sobre el ecosistema, el descanso, el gasto energético asociado al uso de esos dispositivos, el cambio de humor de las personas, el entorpecimiento del tránsito, y la disminución de la calidad del cielo nocturno (ver Tabla 6.4)

Tabla 6.4. Importancia de los efectos de la contaminación lumínica sobre el ambiente y las personas

Entrevistados	1	2	3	4	5	6
1	Ecosistema	Descanso	Cielo nocturno	Humor	Tránsito	
2	Ecosistema	Cielo nocturno	Derroche energético	Descanso	Humor	Tránsito
3	Descanso	Humor	Cielo nocturno	Ecosistema	Tránsito	

Elaboración propia

De la tabla se desprende que resultan más importantes los efectos de la contaminación lumínica urbana sobre el ecosistema, el descanso y el cielo nocturno y serían de menor importancia los efectos sobre el humor de las personas y el derroche energético y por último en orden, los efectos lumínicos sobre las condiciones del tráfico urbano.

Cuando se los consulto sobre las experiencias conocidas en materia de regulación de la contaminación lumínica (pregunta N°5) el entrevistado N°1 relató que en Francia se inició una campaña por parte de ciudadanos interesados en este tema y que con ello han logrado que muchas pequeñas ciudades y pueblos apaguen su alumbrado público por las noches a partir de cierta hora.

También el entrevistado N°2 comenta:

"Las estrategias más importantes que conozco en general han seguido 3 vías importantes:

1. *Cambios en las características del alumbrado y el seguimiento de una política orientada a minimizar las instalaciones con luz blanco azulado promocionando las de luz más cálida, incluso ámbar, como el tradicional vapor de sodio a alta presión.*
2. *Implementación de una política con niveles de iluminación homogéneos (evitar contrastes) y adecuados a cada momento. Esto se consigue mediante planes directores de alumbrado exterior.*
3. *Favorecer e implementar acciones de educación ambiental de los ciudadanos sobre el tema contaminación lumínica por ejemplo a través de*

campañas de difusión y de concientización, para que los habitantes de las ciudades sepan el porqué de todo" (Entrevistado N°2,2019).

En cuanto a la consulta sobre políticas y desarrollo de estrategias de corto y largo plazo para combatir la contaminación lumínica tanto en CABA como en otras ciudades los tres participantes expresan que es importante primero concientizar a los ciudadanos, luego reducir el alumbrado excesivo e incluso retirar el innecesario.

Asimismo, el entrevistado N°3 se expresa algo más exigente y responde:

"Se debería prohibir la publicidad LED y tender a utilizar solamente la iluminaria pública. Mientras exista adicción a las pantallas (televisión, celulares), se verán pantallas publicitarias en la vía pública y con mayor iluminación, es similar a un círculo vicioso." (Entrevistado N°3,2019)

Sobre la inclusión del tema en las agendas de la política pública vinculadas al ambiente sostenible el entrevistado 1 manifestó:

"Estamos logrando que se hable de contaminación lumínica pero desgraciadamente pocas personas conocen el tema y los políticos tienen ahora mismo otras preocupaciones más acuciantes y no se ocupan de ello. Son los ciudadanos los que deben movilizarse para que este asunto entre en las prioridades de las administraciones públicas" (Entrevistado N°1,2019).

En relación con la misma pregunta el entrevistado N°2 comenta:

"El desarrollo urbano debería considerar una explotación de los recursos adecuada a las necesidades humanas, y según las posibilidades del entorno. También se deberían minimizar todos los residuos que cualquier actividad desarrolle (también el residuo que es la luz, en este caso). Es por ello, que esta consideración general, debería aplicarse a toda política en la agenda política de las administraciones públicas."

Y finalmente el entrevistado N°3 se expresó poco optimista respecto a las soluciones y manifestó:

“Si el Riachuelo no existe en la agenda pública, menos un tema más difícil de percibir como el de la contaminación lumínica.”

7. CONCLUSIONES

En el Atlas de la Contaminación Lumínica, previamente mencionado, se destaca que Argentina figura entre los 20 países lumínicamente más contaminados del mundo; y que junto con Chile se ubican entre los más afectados por este problema en América Latina, un argumento que debería ser suficiente para tomar conciencia, debatir y solucionar el tema a nivel país para promover la presencia de cielos limpios y sustentables.

Pero más allá del problema, que puede resultar de naturaleza estético y subjetivo para muchos, la iluminación excesiva afecta el ecosistema nocturno –de personas, plantas y animales-, y en especial, tiene efectos inmediatos sobre el reloj biológico circadiano que los seres humanos han desarrollado por evolución en la Tierra. Un tema no menor que también hay que incluir en el análisis lo representa el gasto innecesario de energía para mantener encendida esa luminaria que incluye consumo y contribución al agotamiento de combustibles fósiles y el uso de otras energías sucias como la nuclear, base de la matriz energética en casi todo el mundo y la consecuente emisión de gases efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global, y todas las externalidades o costos ambientales que se relacionan con la explotación de esos combustibles.

Con este estudio de caso se ha podido medir la contaminación lumínica urbana en un barrio de CABA a través del SQM que permitió determinar el brillo de fondo del cielo y el luxómetro la iluminancia real de esquinas elegidas del Barrio de Belgrano de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Las mediciones se realizaron en esquinas donde se emplazan carteles publicitarios LED para contar con datos que permitan comparar el caso especial de estudio de esta tesis, con parámetros de otros sitios ya estudiados en el mundo y establecer una medida del grado de contaminación lumínica según patrones aceptados por los investigadores en el tema.

Los resultados de las esquinas del Barrio con pantallas publicitarias LED arrojaron un resultado de mayor contaminación por brillo en aproximadamente 1 mag/arcsec², en aquellas que tenían emplazadas las LED de mayor tamaño. Lo mismo sucedió con el luxómetro en el CENIT y 0°0°. De acuerdo con los datos obtenidos el valor promedio de brillo de fondo del cielo medido con el SQM en cada punto ronda desde los 10.75 a los 12,59 mag/arcsec², siendo que un cielo sin contaminación lumínica posee un valor de 22 mag/arcsec², se establece que el sector en estudio posee un alto grado de contaminación lumínica y de acuerdo a la calificación del cielo establecido por la Dirección General de Ambiente de Cataluña es “muy deficiente”.

En las encuestas el 74%, consideró “importante” y “algo importante” la observación del cielo nocturno demostrando que la contaminación lumínica tiene efectos negativos e importancia no sólo a nivel astronómico, sino que también existe interés de los encuestados en la observación nocturna de las estrellas. Asimismo, el 58% considera que el exceso de iluminación artificial influye negativamente en su calidad vida. Es de destacar que existe un derecho del ciudadano mundial a la protección del cielo nocturno establecido en la *Declaración sobre la Defensa del Cielo Nocturno y el Derecho a la Luz de las Estrellas* que en su artículo N°1 expresa: “*El derecho a un cielo nocturno no contaminado que permita disfrutar de la contemplación del firmamento, debe considerarse como un derecho inalienable de la Humanidad, equiparable al resto de los derechos ambientales, sociales y culturales, atendiendo a su incidencia en el desarrollo de todos los pueblos y a su repercusión en la conservación de la diversidad biológica”* (UNESCO, 2007).

Las encuestas también reflejaron que sólo el 12% observa siempre las pantallas LED publicitarias y el 38% nunca lo hace. Esto sería un argumento válido en contra de estos dispositivos con fines publicitarios. Además, el 72% de los encuestados considera que las pantallas LED generan contaminación lumínica para los vecinos de la ciudad.

Los daños sobre las personas y ecosistemas a los que expone la iluminación de las pantallas LED han sido escasamente estudiados en nuestro país, sin embargo, y de acuerdo con los encuestados, el 46% del total de los encuestados recibe la intrusión de este tipo de publicidad en sus viviendas y el restante 56% de algún tipo de luminaria, con lo que el problema debería ser atendido.

Frente a la masificación de este tipo de publicidad exterior sería positivo contar con estudios específicos como los exigidos por la legislación (la Ley N°4.118 determina el estudio de impacto lumínico al tránsito vehicular y peatonal) incluyendo la opinión de los vecinos, más cuando se demostró en este trabajo que la percepción del brillo es considerado alto por la mayoría de los vecinos encuestados. No obstante, en la mayoría de los casos estos estudios no se realizan porque son caros y muchas veces no existen servicios de consultoría especializados en el tema, o porque los mecanismos de control llegan tarde o directamente no realizan los controles para que el problema se reduzca.

En CABA la legislación disponible no regula o establece exigencias respecto al brillo, ni detalles o especificaciones para la instalación de este tipo de pantallas, como si sucede en otros países del mundo como Chile o España. De estar disponibles, ello ayudaría a controlar los niveles de brillo brindando una solución no sólo a las personas del barrio, sino también a los transeúntes y automovilistas ya que la tendencia en la colocación de estos carteles va en ascenso en todo el país.

También deberían evaluarse nuevos criterios de sustentabilidad que tomen en cuenta aspectos del paisaje urbano para la instalación de estas pantallas.

La regulación de este tipo de contaminación es necesaria ya que estudios indican las posibles consecuencias de una iluminación no reglamentada en la salud de la población con efectos como mareos, dolores de cabeza, insomnio o aún peor en aquellas personas que sufren enfermedades mentales, neurológicas o problemas de vista. Al respecto, también el 90% de los consultados afirmaron que debería regularse el uso de las pantallas publicitarias LED.

Respecto de la intrusión lumínica, los encuestados manifestaron que las molestias que ocasiona se traducen en un 33% en insomnio, un 20% ansiedad, un 20% desconcentración, otro 20% alteración del sueño y un 7% cansancio. Sin embargo, es muy probable que la contaminación lumínica no solo afecte a la población de estudio (habitantes y transeúntes residentes del barrio de Belgrano), sino que la iluminación no regulada expone también a los automovilistas que atraviesan el barrio a la pérdida de concentración a causa de la estimulación visual que reciben y que puede asociarse a futuros accidentes de tránsito.

Como aspecto a destacar de las entrevistas a los informantes calificados, es notable una solución implementada en otros países con resultados positivos que consiste en que en que por la noche funcione solamente la luminaria que cumpla una función básica, y no las de carácter comercial y publicitario. De existir una reglamentación específica en este sentido, el organismo de contralor deberá imponer las sanciones en caso de incumplimiento y también controlar exigencias de luminosidad y brillo desde el momento de la instalación inicial.

Asimismo, los informantes calificados destacaron la importancia de la concientización a la ciudadanía y la reducción del derroche energético del alumbrado artificial como los aspectos más relevantes del problema en el ecosistema y la salud de los ciudadanos e hicieron hincapié en la importancia de la implementación de políticas gubernamentales que regulen en forma específica las luminarias para evitar una repercusión ambiental negativa.

A partir de los resultados es posible aproximar como respuesta que la luminaria de la vía pública del barrio de Belgrano se ve incrementada por el brillo generado por las pantallas LED publicitarias afectando en forma negativa la calidad del cielo nocturno de las ciudades y siendo percibida por los vecinos como un elemento que afecta su calidad de vida.

8. RECOMENDACIONES

Al Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, especialmente a las áreas relacionadas con el Medio Ambiente y Planificación Urbana y los miembros de la Comuna 13:

- Generar estrategias de comunicación y concientización sobre la importancia del cielo nocturno como patrimonio de la humanidad, el gasto energético innecesario y los efectos sobre el ambiente.
- Al momento de la toma de decisiones sobre planificación urbana integrar al cielo nocturno como parte del paisaje urbano.
- Alentar la producción de información de carácter científico en relación a la contaminación lumínica y los impactos de la publicidad y luminaria LED en el cielo nocturno, la biodiversidad y salud de los ciudadanos.
- Desafiar la toma de decisiones centralizada y apuntar a procesos participativos donde los miembros de la comunidad, organizaciones y actores relacionados participen en el proceso de toma de decisiones a través del debate sobre las diversas problemáticas, necesidades y situaciones que se presenten sobre el paisaje urbano nocturno y la instalación de pantallas LED publicitarias.
- Realizar estudios de impacto ambiental para la instalación de estos dispositivos, que tomen en cuenta las opiniones y afectaciones de los vecinos sobre la intrusión lumínica en sus viviendas y sus diversas consecuencias en la salud como así también en la biodiversidad.
- Revisar la legislación disponible y/ o proponer legislación específica sobre horarios de funcionamiento de las pantallas LED publicitarias y el nivel de brillo adecuado de las mismas.
- Exigir que el suministro energético del funcionamiento de estos dispositivos provenga de energías renovables tanto en la luminaria pública como la cartelería publicitaria.

- Evitar el uso de luz LED blanca fría en la luminaria pública y la cartelería publicitaria.
- Establecer una propuesta diferente una noche al año en la que se desarrollen actividades participativas y actividades astronómicas en el Planetario que permitan a los ciudadanos reflexionar sobre la importancia del cielo nocturno.

A la comunidad científica:

- Avanzar en la producción de conocimiento asociado sobre contaminación lumínica y sus efectos en la ciudadanía y el ecosistema, especialmente por luminaria LED.
- Formular e implementar proyectos de educación ambiental destinados a la comunidad involucrando a ONG, y diferentes profesionales.

A los vecinos:

- Exigir a las autoridades los estudios de impacto ambiental de las nuevas luminarias y cartelería publicitaria LED y el libre acceso a esta información.
- Exponer su preocupación a las autoridades sobre el cielo nocturno y la intrusión de las luces en sus viviendas tanto para la salud como en el desarrollo de las actividades diarias.
- Participar en la toma de decisiones sobre la instalación de luminarias y pantallas publicitarias LED en la infraestructura urbana.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baixeras, J. (2012) “La contaminación lumínica generada por LEDS blanco” art.: “Aportaciones desde el punto de vista ecológico”, Universidad de Valencia, España.

Cinzano, P (2005), “Night Sky Photometrywith Sky Quality Meter” en http://unihedron.com/projects/darksky/sqmreport_v1p4.pdf(fecha de consulta; 3-3-2019)

Constitución de La Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 1996.

Cros Ges X. (2016), “Sistema de Medición de la calidad del cielo nocturno en ecosistemas de aguas costeras”. Escola Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona, España.

Declaración Universal sobre la Defensa del Cielo Nocturno y el Derecho a la Luz de las Estrellas, Declaración de La Palma (2007), UNESCO.

Declaración Universal de los Derechos de las Generaciones Futuras (2007), UNESCO.

Decreto 357, 2010 “Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética” de la Junta de Andalucía, España.

Decreto Ley Provincial de San Juan 4525 (1979), Argentina.

Decreto Nacional N°2148 (1990), Argentina.

Decreto Nacional N°46 (1994), Argentina.

Decret N° 190 (2015) Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya.

Diez, Berenice P. (2010), “Mapa de Brillo de Fondo de Cielo de la Comunidad d Madrid”, Universidad Complutense de Madrid, España.

Falchi, Cinzano P, Elvidge C.D, (2001). “The first world atlas of the artificial night sky brightness” en https://arxiv.org/abs/astro-ph/0108052(fecha de consulta 01-09-2018)

Galadi, Alfonso y Morales (2009), “100 Conceptos básicos de Astronomía” Instituto Nacional de Técnicas Aeroespaciales, Madrid, España.

Galadi D., Troughton B. y Jauregui F. (2012) “Contaminación lumínica: Medir para sobrevivir” en http://www.celfosc.org/biblio/general/galadi-troughton-jauregui2012.pdf (fecha de consulta 01-05-2018).

Galadi D., Cañavate G.E., Font Horts P., Ollé J. M. (2012) “La Contaminación lumínica en España”enhttp://www.celfosc.org/biblio/general/canavate-galadi-horts-olle2012.pdf (fecha de consulta 01-05-2018)

Galadi D., Cañavate G. E., Font Horts P., Ollé J.M.(2012) “Normativas sobre la Contaminación lumínica en España en //www.celfosc.org/biblio/general/canavate-galadi-horts-olle2012.pdf (fecha de consulta 01-05-2018)

García. B. (2010). “Ladrones de Estrellas”, Buenos Aires, Argentina Editorial Kaicron.

García B. (2013). Proyecto de Investigación: “Hacia el Tratamiento Normativo de la Contaminación Lumínica”. Universidad Católica de Santiago del Estero, Argentina.

García Gil, M., Francia Payas, Pau, San Martí Páramo, Ramón, Solano Lamphar, H. (2012). “Contaminación lumínica: Una visión desde el foco contaminante: el alumbrado”. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona España.

García Gil, M. (2015) Tesis de Doctorado “Propuesta de una metodología para proyectos luminotécnicos de Ingeniería, Predicción del impacto ambiental de la contaminación lumínica”, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona España.

García M. C., Moreno M. (2016). “La contaminación lumínica, aproximación en el barrio de Sants, Barcelona”, Barcelona, España.

Hernández, Fernández y Baptista (2001). “Metodología de la Investigación”, México, Editorial Mc Graw Hill.

Herranz, C.; Ollé, J. M. y Jáuregui, F. (2011): “La iluminación con LED el problema de la contaminación lumínica” en http://www.celfosc.org/biblio/general/herranz-olle-jauregui2011.pdf, (fecha de consulta 16-04-2018)

Jordi D., Baixeras A., Fernández Alfaro G., (2014) “La gestión de la contaminación lumínica y su impacto sobre la biodiversidad” en http://www.cofis.es/pdf/fys/fys21/fys21_12-14.pdf (fecha de consulta 01-09-2018)

Ley N° 34, 2017 “Calidad del Aire y protección de la atmósfera”, España.

Ley de protección del cielo N° 5771,1987 de la Provincia de San Juan, Argentina.

Ley N° 6764,1996 de la Provincia de San Juan, Argentina.

Ley N° 25675,2002 de “Política Ambiental Nacional”, Argentina.

Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica elaborada a partir de la revisión del decreto N°6886, de 1998, Chile.

Ollé, J. (2014) “La descontaminación lumínica, una necesidad inaplazable” en http://www.celfosc.org/biblio/general/olle2014.pdf (fecha de consulta 01-09 - 2018).

Ordenanza N° 1298, 2005 de la Municipalidad de Malargüe, Provincia de Mendoza.

Ordenanza N° 6939, 2000 de la Municipalidad de Rosario, Provincia de Santa Fé.

Ordenanza Reguladora de la Publicidad Exterior, 2018, Madrid, España.

Paredes M. A., Lledó Parra M., (2014) “El lado oscuro de la luz: contaminación lumínica”. Ayuntamiento de Murcia, España. Museo de la Ciencia y el Agua.

Pérez Madrid J. A., Rol de Lama M. Á. (2008) “Efectos de la contaminación lumínica sobre la salud humana”, 9° Congreso Nacional de Medio Ambiente, España.

Picicelli R., Presa V. (2014) “Legislación Argentina sobre polución lumínica” (Univerisdad de Palermo)

Rodríguez, A. J (2017) Tesis: “Características y efectos de la contaminación visual de carácter publicitario en la Ciudad de Asunción, Paraguay”, Asunción, Paraguay.

Rodríguez Cepero, Pablo (2008). “Mapa de la Contaminación Lumínica de la UCM”. Universidad Complutense de Madrid. Departamento de Astrofísica y CC de la Atmósfera, Madrid, España.

Rol, MªA.; Baño, B.; Martínez, A.; Bonmatí, M.ª A.; Ortiz, E. y Madrid,J.A. (2011)“El lado oscuro de la luz: efectos de la contaminación lumínica sobre la salud humana” en http://www.cofis.es/pdf/fys/fys21/fys21_20-22.pdf (fecha de consulta 01-09-2018).

Secretaría de Comunicaciones y Transporte (2015). Manual de iluminación vial, México DF, México.

Unihedron (2007) “El SQM y sus instrucciones”, USA.

Yasan, E. (2012), “El impacto de las pantallas LED en la vía pública”, INTI en https://www.inti.gov.ar/noticiero/noticiero315.htm (fecha de consulta 01-09-2018)

Zamorano J., A. Sánchez de Miguel, F. Ocaña, B. Pila-Díez, J. Gómez Castaño, S. Pascual, C. Tapia, J. Gallego, A. Fernández, M. Nievas". (2016) “Testing Sky brightness models against radial dependency: A dense two-dimensional survey around the city of Madrid, Spain". Madrid, España.

Sitos WEB:

- https://www.darksky.org/light-pollution/ (fecha de consulta 16-04-2018)

- http://www.sigmaoctantis.com.ar/mapacluminica/index.php (fecha de consulta16-04-2018).

10. ANEXOS

Anexo 1: RESULTADOS MEDICIONES LUXÓMETRO Y SQM

	Puntos de medición	**1**	**2**
	Calles de mediciones de Pantallas LED a realizar	Esquina Juramento y Cabildo Pantalla LED 1	Esquina Juramento y Cabildo Pantalla LED 2
Coordenadas	*Latitud*	*34° 33'42.40''S*	*34° 33'42.28''S*
	Longitud	*58°27'28.08''O*	*58°27'22.74''O*
	Luxómetro Cenit	18	12,00
	SQM Cenit	12,46	12,41
0°	Luxómetro 0°	15,00	15,00
	Luxómetro 90°	16,00	12,00
	Luxómetro 180 °	16,00	13,00
	Luxómetro 270°	7,00	1,00
0°	SQM 0°	9,20	11,08
	SQM 90°	11,32	13,87
	SQM 180 °	9,72	12,17
	SQM 270°	11,22	13,34
45°	Luxómetro 0°	26,00	17,00
	Luxómetro 90°	2,00	17,00
	Luxómetro 180 °	15,00	7,00
	Luxómetro 270°	8,00	8,00
45°	SQM 0°	9,09	10,37
	SQM 90°	11,63	9,07
	SQM 180 °	9,96	11,71
	SQM 270°	12,17	12,68
	Promedio SQM (mag/arcsec²)	**10,75**	**11,86**
	Promedio Luxómetro (lux)	**13,67**	**11,33**

	Puntos de medición	3	4
	Calles de mediciones de Pantallas LED a realizar	Esquina Juramento y Cabildo enfrente pantalla LED 1	Esquina Juramento y Cabildo enfrente pantalla LED 2
	Latitud	*34° 33'44.44''S*	*34° 33'43.48''S*
Coordenadas	*Longitud*	*58°27'24.55''O*	*58°27'22.95''O*
	Luxómetro Cenit	12,00	8,00
	SQM Cenit	14,32	14,50
0°	Luxómetro 0°	29,00	6,00
	Luxómetro 90°	15,00	11,00
	Luxómetro 180 °	7,00	4,00
	Luxómetro 270°	13,00	6,00
0°	SQM 0°	10,27	11,05
	SQM 90°	10,33	13,90
	SQM 180 °	12,69	13,75
	SQM 270°	11,11	11,50
45°	Luxómetro 0°	23,00	12,00
	Luxómetro 90°	8,00	12,00
	Luxómetro 180 °	5,00	4,00
	Luxómetro 270°	11,00	7,00
45°	SQM 0°	9,92	9,83
	SQM 90°	12,13	12,10
	SQM 180 °	13,06	13,84
	SQM 270°	11,67	12,13
	Promedio SQM (mag/arc*s	**11,72**	**12,51**
	Promedio Luxómetro (lux)	**13,67**	**7,78**

	Puntos de medición	5	6
	Calles de mediciones de Pantallas LED a realizar	Esquina Mendoza y Cabildo Pantalla LED 3	Esquina Mendoza y Cabildo enfrente lateral de Pantalla LED 3
Coordenadas	*Latitud*	*34° 33'39.80''S*	*34° 33'40.42''S*
	Longitud	*58°27'27.71''O*	*58°27'27.44''O*
	Luxómetro Cenit	15,00	12,00
	SQM Cenit	13,16	13,47
0°	Luxómetro 0°	4,00	28,00
	Luxómetro 90°	3,00	7,00
	Luxómetro 180 °	9,00	3,00
	Luxómetro 270°	12,00	19,00
0°	SQM 0°	13,54	10,97
	SQM 90°	12,06	12,64
	SQM 180 °	11,98	13,47
	SQM 270°	11,77	12,53
45°	Luxómetro 0°	16,00	22,00
	Luxómetro 90°	6,00	4,00
	Luxómetro 180 °	5,00	6,00
	Luxómetro 270°	15,00	17,00
45°	SQM 0°	12,71	9,50
	SQM 90°	13,12	11,99
	SQM 180 °	12,86	11,08
	SQM 270°	12,10	13,53
	Promedio SQM (mag/arc*s	**12,59**	**12,13**
	Promedio Luxómetro (lux)	**9,44**	**13,11**

	Mediciones 8-12-2018 Y 5-01-2019		
	Puntos de medición	**7**	**8**
	Calles de mediciones de Pantallas LED a realizar	Esquina Mendoza y Cabildo enfrente de pantalla LED 3	Esquina Cabildo y Mendoza diagonal a pantalla LED 3
Coordenadas	*Latitud*	*34° 33'38.28''S*	*34° 33'40.10''S*
	Longitud	*58°27'26.62''O*	*58°27'26.15''O*
	Luxómetro Cenit	0,10	1,00
	SQM Cenit	14,85	15,88
0°	Luxómetro 0°	3,00	1,00
	Luxómetro 90°	8,00	12,00
	Luxómetro 180 °	3,00	6,00
	Luxómetro 270°	3,00	3,00
0°	SQM 0°	10,32	10,96
	SQM 90°	11,53	11,54
	SQM 180 °	12,87	12,26
	SQM 270°	10,95	11,53
45°	Luxómetro 0°	7,00	7,00
	Luxómetro 90°	5,00	5,00
	Luxómetro 180 °	3,00	3,00
	Luxómetro 270°	5,00	6,00
45°	SQM 0°	12,04	12,81
	SQM 90°	12,03	12,96
	SQM 180 °	13,76	11,53
	SQM 270°	13,70	9,66
	Promedio SQM (mag/arc*s	**12,45**	**12,12**
	Promedio Luxómetro (lux)	**4,12**	**4,89**

		9	10
	Calles de mediciones a realizar sin pantallas LED a 800 metros	Avenida Cabildo y Lacroze OSDE	Avenida Cabildo y Teodoro Garcia
Coordenadas	*Latitud*	*34° 34'12.41''S*	*34° 34'09.''88S*
	Longitud	*58°26'40.72''O*	*58°26'44.60''O*
	Luxómetro Cenit	2	6,00
	SQM Cenit	13,392	12,56
0°	Luxómetro 0°	7	4,00
	Luxómetro 90°	6	6,00
	Luxómetro 180 °	11	6,00
	Luxómetro 270°	1	3,00
0°	SQM 0°	12,532	11,79
	SQM 90°	12,172	11,10
	SQM 180 °	11,686	11,74
	SQM 270°	10,402	11,10
45°	Luxómetro 0°	17	7,00
	Luxómetro 90°	11	6,00
	Luxómetro 180 °	12	6,00
	Luxómetro 270°	25	5,00
45°	SQM 0°	14,054	11,90
	SQM 90°	13,472	11,71
	SQM 180 °	10,418	14,20
	SQM 270°	10,754	12,58
	PROMEDIO SQM	**12,10**	**12,08**
	PROMEDIO LUXOMETRO	**10,22**	**5,44**

Anexo 2: Cuestionarios/ encuestas

Sexo:

Femenino	
Masculino	

Rango etario:

15-30	
31-50	
51 -+	

Barrio:

1) ¿Cuán importante considera usted que es la observación del cielo y las estrellas para los vecinos de la Ciudad?

Muy importante	
Algo importante	
Poco importante	
Nada importante	

2) ¿Con que frecuencia se detiene a observar las estrellas?

Muy frecuentemente	
Frecuentemente	
Poco frecuente	
Nunca	

3) ¿Considera perjudicial el efecto de la iluminación pública (cartelería luminosa, luminaria, pantallas publicitarias LED) para la observación nocturna del cielo?

Mucho	
Algo	
Poco	
Nada	

4) ¿Considera perjudicial la iluminación pública (cartelería luminosa, luminaria, pantallas publicitarias LED) para la calidad de vida de los vecinos y transeúntes?

Mucho	
Algo	
Poco	
Nada	

5) ¿Con qué frecuencia observa la publicidad de las pantallas publicitarias LED?

Siempre	
Casi siempre	
Nunca	
A veces	

6) ¿Cuál es su percepción sobre el nivel de brillo de las pantallas LED?

Alto	
Medio	
Bajo	

7) ¿Considera que las pantallas LED son contaminantes para los habitantes de la Ciudad?

Si	
No	
Otra opinión	

8) ¿Considera que las pantallas LED deberían estar reguladas?

Si	
No	
Otra opinión	

9) Entre las opciones del listado que se adjunta ¿Qué sensación le provocan las pantallas LED?

Agrado	
Desagrado	
Estrés	
Paz	
Alteración	
Incomodidad	
Serenidad	
Otra opinión	

Residentes del barrio:

10) ¿Existe afectación por iluminación en su vivienda por cartelería luminosa, luminarias o pantallas publicitarias LED?

Si	
No	

En caso afirmativo:

11) ¿De qué fuente?

Luminarias públicas	
Pantallas Led	
Cartelería luminosa no LED	
Otras	

Resultados encuestas

| | | |

Anexo 3: Entrevistas

Guion de entrevista a vecinos.

12) ¿Considera que es perjudicial?

Si	
No	

13) Del listado que adjuntamos ¿Qué afectaciones le genera o cree podría generarle si continua la iluminación externa/de la calle sobre su vivienda?

Alteración del suelo	
Ansiedad	
Insomnio	
Cansancio	
Desconcentración	
Nada	
Otra/s	

Entrevistas a informantes calificados

1. ***¿Qué opinión tiene sobre la contaminación lumínica en las ciudades?***

Entrevistado N°1:

Los grandes núcleos urbanos son los máximos causantes de la contaminación lumínica. Se podría pensar que es lo normal ya que en esos espacios viven muchas personas. Sin embargo, se podría reducir mucho ese impacto si se redujeran las emisiones de luz mal orientadas o excesivamente brillantes o encendidas en horas en las que no son necesarias.

Entrevistado N°2:

La contaminación lumínica es una forma de afectación ambiental que se centra en su foco principalmente en zonas urbanizadas (como en ciudades), pero su repercusión llega muy lejos. La difusión de la radiación en la atmósfera, y la altísima sensibilidad de los ecosistemas más sensibles, hace que a kilómetros de distancia pueda tener repercusiones importantes.
Desde el punto de vista de observatorios astronómicos, su influencia puede llegar al centenar de kilómetros.
Ya en lo que se refiere a los seres vivos (animales y personas) que vivimos en las ciudades, la luz por la noche tiene repercusiones en nuestros ciclos circadianos. La presencia de altos niveles de luz blanca con importante componente en radiación de onda corta (azules), puede desajustar nuestro reloj interno y hacer que no tengamos un descanso como deberíamos.
Este tipo de contaminación tiene una doble componente muy importante:

- Tiene una alta repercusión en disrupción, fragmentación y erosión de ecosistemas de ciclo día-noche en la Tierra. Todos los seres vivos nos hemos adaptado a estas alternancias, y su presencia deja empobrecido y afectado a la vida natural como la conocemos. Su influencia es inmediata (la pérdida de

oscuridad), pero su repercusión (disminución de seres vivos, enfermedades, etc.), es lenta. También tiene otras repercusiones no directamente relacionadas con el aspecto directamente ambiental, y que no dejan de ser importantes: Energéticas (despilfarro), culturales, científicas.

- Por la forma y física de este tipo de contaminación, la forma de minimizar su repercusión es ajustar las necesidades nocturnas del ser humano, a lo estrictamente necesario (en dirección, espectro e intensidad). Y esto no afecta a la actividad humana en sí (ni circular por las vías de tránsito, ni tener carteles publicitarios, etc.). Por lo que el incremento y su peligrosidad es debido a que se hace un uso poco responsable de los recursos de la Tierra. Esto quiere decir que su control es fácil, pero que no depende del factor tecnológico, si no de la voluntad de los hombres y mujeres.

Entrevistado N°3:

La contaminación lumínica es un problema humano y un problema urbano y que no siempre se plantean las dos cosas interrelacionadas como deberían estar. Por un lado, tenemos una cultura que proviene del miedo a la noche, del miedo a los lobos que prefiere más luz y esto provoca, desde aquellos tiempos, más y más luz urbana y más y más luz incluyendo pantallas en las habitaciones, en la vida privada, etc. Todo este conjunto de luces ha alterado los ritmos circadianos, a la gente le cuesta mucho dormirse y creo que la ausencia de una verdadera oscuridad tiene mucho que ver con la contaminación lumínica en la ciudad misma y en nuestros propios espacios privados.

2. ***¿Qué opinión tiene sobre las pantallas publicitarias LED? ¿Y sobre otro tipo de luces?***

Entrevistado N°1:

Las pantallas LED han surgido de repente y no existe en muchos casos normativa que regule su uso. Como están ajustadas para que se vean de día y no se reduce su

brillo de noche resultan muy molestas y contaminantes de noche. Es el mismo caso de otros letreros luminosos como los que tenemos en España en las fachadas de las farmacias. Cuando la normativa existe surge el problema de hacerla cumplir y ahí tenemos el problema de que no existen encargados de vigilar y hacer cumplir la ley.

Entrevistado N°2:

Los sistemas LED tienen un pico importante en lo que se considera zona de onda corta más contaminante. Está entorno a los 460 nm, y proviene de la fuente energética primaria del semiconductor.
Esto hace que inicialmente sea susceptible de ser problemático para la contaminación n lumínica. Sin embargo, las posibilidades comerciales del LED permiten desde espectros energéticos de alta componente en luz azul, a prácticamente inexistente. Por lo que el LED es una solución más que, bien utilizada, puede resolver muchas problemáticas. Pero el tema no está en la tecnología, si no en el uso que el ingeniero hace de ella.
Sobre las pantallas publicitarias habría que realizar un comentario especial. Sus niveles de brillo durante el día son muy altos para que el contraste permita que sean vistas. Pero durante la noche, deberían bajarse drásticamente, para no crear deslumbramientos, y excesiva contaminación lumínica. Pensemos que durante el día podemos tener 100-10 mil lux de niveles lumínicos. Durante la noche, con la luz artificial, podemos tener 20-40 lux. El descenso es importantísimo. Si este control no se realiza, la contaminación lumínica puede ser exagerada.

Entrevistado N°3

Considero que son el extremo de la contaminación lumínica, es decir el riesgo de distracción en un tránsito cada vez más alocado es absolutamente alto en el que la trampa de las pantallas LED es al ser más atractivas que la realidad y si los carteles en las autopistas provocan daños y victimas por supuesto más tarde o más temprano la publicidad LED lo va a provocar. Otra cuestión urbanística es que se pierde la percepción del paisaje urbano, las personas ya no miran los monumentos,

esculturas, fachadas, Obelisco, solamente ven la publicidad. La publicidad LED se “come” el paisaje urbano

3. ***¿Conoce si la contaminación lumínica tiene consecuencias sobre la vida urbana de las personas y el ambiente?***

Entrevistado N°1:

El sueño que de manera natural pertenece a la noche está siendo perturbado por la iluminación desaforada que invade incluso nuestras casas. El cuerpo humano necesita oscuridad por la noche y luz durante el día. No es normal que una persona pueda caminar por su casa de noche sin encender la luz. Lo mismo aplica a la fauna y flora que está sometida a la luz durante la noche. Por ejemplo, dentro de parques urbanos que conservan la luz encendida durante la noche.

Entrevistado N°2:

Sí, sobre el medio ambiente hay muchas repercusiones en lo que, a disrupción circadiana, efectos de atracción, distracción y repulsión, etc.
Sobre el hombre, problemas con el sueño, disrupción circadiana, deslumbramiento, consumo energético

Le recomiendo que consulte esta página web que hemos desarrollado en nuestro grupo:
https://grlum.dpe.upc.edu/NIT/

En concreto, ecosistema, y ser humano:
https://grlum.dpe.upc.edu/NIT/ecosistema_natural.html
https://grlum.dpe.upc.edu/NIT/habitat_humano.html

Entrevistado N°3:

Ha sido contestada en las anteriores

4. ***Puede considerar las siguientes opciones y ordenarlas por importancia 1 más importante y N menos importantes.***

Entrevistado N°1:

- sobre el humor de las personas 4
- sobre el transito 5
- sobre el cielo nocturno 3
- sobre los ecosistemas 1
- sobre el descanso 2
- otras, cuales

Entrevistado N°2

- sobre el humor de las personas 5
- sobre el tránsito 6
- sobre el cielo nocturno 2
- sobre los ecosistemas 1
- sobre el descanso 4
- otras, cuales: Consumo energético 3

Entrevistado N°3

- sobre el humor de las personas 2
- sobre el transito 5
- sobre el cielo nocturno 3
- sobre los ecosistemas 4
- sobre el descanso 1
- otras, cuales

5. ***¿Conoce experiencias donde se han tomado medidas para regular los excesos de contaminación lumínica en las ciudades? ¿Dónde y en que consistieron esas estrategias o políticas?***

Entrevistado N°1:

En Francia se inició una campaña por parte de ciudadanos interesados que han logrado que muchas pequeñas ciudades y pueblos apaguen su alumbrado público por las noches a partir de cierta hora. ("Villes et Villages Etoilés" https://www.anpcen.fr/
También en Francia se ha prohibido dejar la iluminación de las oficinas encendidas toda la noche en ausencia de personas trabajando.

Entrevistado N°2:

Las estrategias más importantes han seguido 3 vías importantes:

- En un cambio de alumbrado, seguir una política para minimizar las instalaciones con luz blanco azulado. Y promocionar las de luz más cálida, incluso ámbar, como el tradicional vapor de sodio a alta presión.
- Hacer una política de niveles de iluminación homogéneos (evitar contrastes) y adecuados en cada momento. Esto se consigue mediante planes directores de alumbrado exterior.
- Trabajar mucho en la información ciudadana, y en campañas de difusión y concienciación, para que los habitantes de las ciudades el porqué de todo.

Se muestran dos ejemplos. En la ciudad de Terrassa, y en el municipio de Saldes. El primero una gran ciudad, el segundo un pueblo de montaña: (Las fuentes están en catalán, disculpa las molestias)
https://www.terrassa.cat/pt_PT/noticies/-/asset_publisher/KdWYOJc3Om98/content/noticia-terrassa-estalviara-1-7-milions-l-

any-canviant-l-enllumenat-public-i-generant-energies-renovables?_101_INSTANCE_KdWYOJc3Om98_lang=pt?terrassaseotitle=Terrassa%20estalviar%C3%A0%201%277%20milions%20l%27any%20canviant%20l%27enllumenat%20p%C3%BAblic%20i%20generant%20energies%20renovables
https://govern.cat/salapremsa/notes-premsa/304575/saldes-millora-qualitat-del-cel-nocturn-any-obtencio-del-distintiu-qualitat

6. **¿Cómo podría solucionarse el tema en el caso CABA?**

Entrevistado N°1:

No conozco con detalle el caso de Buenos Aires. Me imagino que no será diferentes de otras grandes ciudades. Hay que empezar por concienciar a los ciudadanos y luego reducir el alumbrado excesivo e incluso retirar el innecesario.

Entrevistado N°2:

Lo siento, pero no conozco el caso.

Entrevistado N°3:

Se debería prohibir la publicidad LED y tender a utilizar solamente la iluminaria pública. Mientras exista adicción a las pantallas (televisión, celulares), vamos a tener pantallas en la vía pública y con mayor iluminación, es como un círculo vicioso.

7. **¿Conoce soluciones que podrías aplicarse a corto y largo plazo en las ciudades respecto de este tema? ¿Cuáles?**

Entrevistado N°1:

Las soluciones pasan por revertir los excesos que se han ido acumulando. No se trata de no crecer en contaminación sino en reducir lo que ya tenemos. Para eso se necesita la concienciación ciudadana.

Entrevistado N°2:

Las comentadas en el punto 5.

Entrevistado N°3:

Deben existir políticas públicas específicas sobre contaminación lumínica.

8. **¿Qué opinión tiene sobre la inclusión del tema en las agendas de la política pública vinculadas al ambiente sostenible?**

Entrevistado N°1

Estamos logrando que se hable de contaminación lumínica pero desgraciadamente pocas personas conocen el tema y los políticos tienen ahora mismo otras preocupaciones más acuciantes y no se ocupan de ello. Son los ciudadanos los que deben movilizarse para que este asunto entre en las prioridades de las administraciones públicas.

Entrevistado N°2

El desarrollo urbano debería considerar una explotación de los recursos adecuado a las necesidades humanas, y según las posibilidades del entorno. También se

deberían minimizar todos los residuos que cualquier actividad desarrolle (también el residuo que es la luz, en este caso). Es por ello, que esta consideración general, debería aplicarse a toda política en la agenda política de las administraciones públicas.

En el ámbito de la contaminación lumínica, el esfuerzo por valorar el medio natural nocturno (tanto el ecosistema natural, como el cielo estrellado), debe formar parte de la agenda. Esto es imposible sin que el ciudadano conozca su importancia ambiental, por lo que debe ir acompañada de campañas de concienciación y educación para todos (como recursos educativos, museos o partes de museos dedicados, actividades astronómicas, etc.).
En el ámbito más directamente relacionado con la iluminación, se debe considerar la iluminación como una actividad al servicio de la seguridad y en determinados casos a la actividad económica, y que debe desarrollarse sensatamente, sin desequilibrios ni derroches. Si una ciudad como Barcelona tiene 130.000 puntos de luz, significa que tiene unos 15 MW instalados en iluminación. Lo que vienen a ser unos 53 GWh de energía. Es mucho, puesto que es una gran ciudad, y si no se desarrolla de forma adecuada, podría incrementar su valor de forma peligrosa, con las repercusiones de contaminación lumínica que hemos hablado anteriormente.
Una instalación que no tuviera una consideración adecuada de niveles lumínicos, o una instalación descontrolada de carteles publicitarios que necesitara elevar los niveles de las calles podría incrementar estos valores considerablemente. Y, por ende, su repercusión ambiental.

Entrevistado N°3:

Si el Riachuelo no existe en la agenda pública menos un tema más difícil de percibir como el de la contaminación lumínica.

9. **Hay algún aspecto del tema sobre el que lo consultamos que quiera agregar.**

Entrevistado N°1:

Es vital que se hable de este tema en los colegios.