



INFORME TÉCNICO N° 1

EVALUACION DE NIVELES DE ILUMINACION AL INTERIOR DE LA COMUNIDAD EDIFICIO PLAZA ITALIA

**Departamento de Salud Ocupacional
Instituto de Salud Pública de Chile**

1. INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Salud, por petición de la Corte Suprema, ha solicitado a través del ordinario A15 N° 2696 del 16 de agosto de 2012 al Instituto de Salud Pública de Chile la evaluación de los posibles efectos que la luminosidad de un letrero publicitario con tecnología LED podría causar en los residentes del edificio Comunidad Plaza Italia, ubicado en Avenida Providencia N° 057, comuna de Providencia.

Debido a la petición anterior, este Instituto, a través del su Departamento de Salud Ocupacional, coordinó con personal responsable del condominio la evaluación de los niveles de iluminación al interior de éste, llevándolas a cabo junto con una búsqueda bibliográfica para establecer los parámetros de referencia, lo cual se presenta a continuación.

2. OBJETIVO

Determinar los niveles de contaminación lumínica al interior de los Departamentos de la Comunidad Plaza Italia de Avenida Providencia N° 057, sector de Vicuña Mackenna, generados por el funcionamiento del letrero luminoso con tecnología LED instalado en la azotea del edificio de 4 pisos ubicado en calle Reñaca N° 11.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

Por el lado poniente de la Comunidad Plaza Italia, ubicado en Avenida Providencia N° 057, comuna de Providencia (lado Vicuña Mackenna), se encuentra ubicado frente a los departamentos de ésta, un letrero luminoso con tecnología LED¹, por la empresa Sur Publicidad Limitada, instalado en la azotea del edificio de 4 pisos ubicado en calle Reñaca N° 11, comuna de Santiago. Este letrero, de un área aproximada de 54 metros cuadrados, se encuentra en forma frontal con la Comunidad, separados sólo por la Avenida Vicuña Mackenna, y su horario funcionamiento, según los antecedentes proporcionados, es entre las 7:00 hrs. AM y medianoche todos los días.

4. CARACTERÍSTICAS DE LA ILUMINACIÓN DEL ÁREA

4.1 Fuentes de Iluminación Externa: Las fuentes de iluminación externa a los departamentos del lado poniente Comunidad Plaza Italia, ubicado en Avenida Providencia N° 057, corresponde principalmente a la iluminación proveniente principalmente del letrero

¹ Las principales características de este tipo de tecnología es poder publicitar avisos publicitarios de imágenes variables (no estáticos) en forma continua, con una mayor emisión lumínica por un menor gasto energético.

luminoso con tecnología LED al cual se hace referencia en el presente informe. Sin embargo, a una intensidad luminosa bastante menor, también se encuentra la presencia de otras fuentes de luz provenientes de los edificios circundantes, de otro letrero publicitario a mayor distancia, de menor área y orientado a casi 90° de esta parte de la comunidad, junto con la iluminación de alumbrado público y de vehículos en general.

4.2 Fuentes de iluminación Interna: Esta es la existente de las fuentes de luz propia del departamento

5.- MEDICIONES.

5.1 Parámetros de Medición.

Los parámetros de medición utilizados en el presente informe son:

- Iluminancia, en lux
- Luminancia, en cd/m^2
- Intensidad luminosa, en cd
- Irradiancia, en watt/cm^2
- Estereoradián, adimensional

Una descripción del significado de los parámetros presentados, se encuentra en el Anexo 1 del presente informe.

5.2 Instrumental Utilizado.

a) Fotómetro medidor de luminancia e iluminancia, con y sin corrección coseno. Posee componentes adicionales para aumentar rango de mediciones.

- Marca: AEMC Corporation.
- Rango de Iluminación: 215.200 lux
- Rango de luminancia: 685.00 candelas/ m^2
- N° de Serie 61691

b) Espectroradiómetro ILT-900, detector con corrector coseno.

- Marca: International Light.
- Rango de longitudes de onda: 220 nm hasta 1050 nm.
- N° de Serie : 2820

c) Dispositivos anexos: Trípode para montaje de instrumento.

5.3 Plan de mediciones.

De forma de estimar la mayor inmisión de contaminación lumínica al interior de la Comunidad afectada, se seleccionaron dos departamentos ubicados por el lado poniente de ésta y al frente del letrero luminoso con tecnología LED de la empresa Sur Publicidad Limitada, instalado en la azotea del edificio de calle Reñaca N° 11 (departamentos 1 y 7 del 2° y 5° piso respectivamente).

Al interior de ambos departamentos (comedor y dormitorio cuando fue posible, con orientaciones directas a Vicuña Mackenna), se evaluaron los niveles de iluminación a través de los instrumentos detectores de energía luminosa presentados en 5.2, según como sigue:

- a) Iluminancia en forma horizontal, en lux, para la cuantificación de los niveles internos de iluminación con que cuentan los departamentos (efectuada con luz interior).
- b) Iluminancia en forma vertical, en lux, para la cuantificación de la inmisión de la contaminación lumínica proveniente del exterior (efectuada sin luz interior y con ventanas descubiertas (sin cortinas)).
- c) Luminancia, en cd/m^2 , para la cuantificación de la energía recibida por unida de área, valores que permitirán estimar la intensidad aparente² del letrero luminoso a nivel del receptor (efectuada sin luz interior y con ventanas descubiertas (sin cortinas)).
- d) Irradiancia, en $Watt/cm^2$, para la cuantificación de la distribución espectral de la inmisión de la contaminación lumínica proveniente del exterior, (efectuada sin luz interior y con ventanas descubiertas (sin cortinas)).

El tiempo utilizado en cada medición correspondió a un ciclo completo de una publicidad emitida por el letrero, la que en promedio correspondió entre 1 y 2 minutos aproximadamente entre las 20.00 y 22.05 horas del día Jueves 06/09/2012.

Un esquema con la ubicación del letrero y los puntos de medición para ambos departamentos seleccionados, se encuentran en los Anexos 2 y 3 del presente informe.

5.4 Condiciones de medición.

Durante el período de medición de los niveles de iluminación al interior de los departamentos (entre las 20:00 y 22:05 hrs.), se detectó un flujo normal del sector de plaza Italia, encontrándose en funcionamiento el comercio y la publicidad característica de esta

² Este término se desarrolla en el punto 7.3 del presente informe.

zona. Sin embargo, es importante señalar que el letrero luminoso al cual se hace referencia en el presente informe inesperadamente dejó de funcionar a las 22:00 hrs., lo que influyó en la detención de las mediciones.

6.- CRITERIOS DE REFERENCIA.

Actualmente en Chile, sólo existe normativa respecto de la contaminación lumínica hacia el cielo, vigente sólo para las regiones II, III y IV, asociadas preferentemente a la actividad astronómica.

Respecto de la contaminación lumínica hacia la comunidad, nuestro país no posee reglamentación, por lo que para fines del presente informe será necesario recurrir al criterio expresado por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE por su sigla en francés) en su guía CIE 150:2003 "Guide on the Limitations of the Effects of Obtrusive Light from Outdoor Lighting Installations".

La guía anteriormente presentada señala límites de luz exterior molesta en un receptor, tanto para luminancia (en Lux) como también respecto de la intensidad de la fuente (en kilocandelas) dependiendo del tipo de ambiente o zonificación y del horario de restricción existente³.

Un extracto de la Tabla N° 1 de la guía mencionada se presenta a continuación:

Tipo de ambiente	Traspaso de luz en ventanas [lux]		Intensidad de la fuente [kcd]	
	Horario menor restricción	Horario mayor restricción	Horario menor restricción	Horario mayor restricción
Zonas oscuras: Parques nacionales, áreas de singular belleza natural, etc.	2	2	2.5	0
Zonas de bajo brillo: Rurales, pueblos pequeños o áreas urbanas relativamente oscuras.	5	1	7.5	0.5
Zonas de brillo medio: Centro de pequeñas ciudades o áreas urbanas.	10	2	10	1.0
Zonas de alto brillo: Ciudades con altos niveles de actividad nocturna.	25	5	25	2.5

³ Considerando que en relación a la contaminación lumínica nuestro país no cuenta con reglamento, y por ende no plantea un horario restrictivo, se considerará para fines de este informe, lo señalado en el D.S. N° 38/2011 del Ministerio de Medio Ambiente, el cual plantea como límite entre el horario diurno (menor restricción) y nocturno (mayor restricción) a las 21:00 horas, y a las 7:00 hrs. en el caso contrario para la emisión de ruidos molestos hacia la comunidad.

7.- RESULTADOS.

7.1 Niveles de iluminancia.

Los niveles máximos de iluminancia horizontal y vertical detectados en cada punto de medición al interior de los departamentos evaluados, se presenta en la tabla siguiente:

Iluminancia (lux)	Departamento 1 piso 2º		Departamento 7 piso 5º	
	comedor	Dormitorio	comedor	Dormitorio*
Horizontal	24	84	56	-
Vertical	23.8**	20	33	-
* = No se tuvo acceso a realizar mediciones en este punto ** = Obtenido a través del uso del espectroradiómetro.				

El detalle de todas las mediciones de iluminancia realizadas se encuentran en el Anexo 4 del presente informe.

7.2 Niveles de luminancia.

Los niveles máximos de luminancia detectados en cada departamento evaluado, se presenta en la tabla siguiente:

	Departamento 1 piso 2º, dormitorio	Departamento 7 piso 5º, comedor
Luminancia (cd/m ²)	96	493

El detalle de todas las mediciones de iluminancia realizadas se encuentran en el Anexo 4 del presente informe.

7.3 Estimación de la intensidad luminosa emitida por el letrero luminoso a nivel del observador (intensidad aparente)

Los resultados de la estimación de la intensidad que emite el letrero publicitario en dirección del edificio de departamentos, junto con la estimación de la intensidad aparente a nivel de los departamentos, se presenta en la tabla siguiente:

Intensidad de la fuente (kcd)*	324
Intensidad aparente depto. 2º piso(kcd)	1.6**
Intensidad aparente depto. 5º piso(kcd)	8.3**
* = Obtenida de datos existentes ** = Valor aproximado al 1º decimal.	

El detalle de todos los cálculos efectuados en relación con la obtención de la intensidad aparente, se encuentran en el Anexo 5 del presente informe.

7.4 Niveles de irradiancia.

Los niveles de irradiancia medidos, junto con los gráficos de distribución espectral de la inmisión de la contaminación lumínica se presentan en el Anexo 6 del presente informe, junto con un pequeño análisis efectuado a los valores obtenidos.

8.- EVALUACIÓN.

Para fines de caracterización de la contaminación lumínica hacia la Comunidad Plaza Italia de Avenida Providencia N° 057, lado Vicuña Mackenna, según el criterio de referencia seleccionado (punto 6 del presente informe), se deben comparar los valores de iluminancia vertical y de intensidad aparente obtenida más críticos por cada departamento (punto 7) con los límites indicados para el traspaso de luz en ventanas e intensidad de la fuente indicados en la tabla del punto 6 del presente informe, considerándose el tipo de ambiente del sector y el horario restrictivo de éste asociado al descanso.

En cuanto al tipo de ambiente, considerando la descripción de éstos señalados en el punto 6, se considerará al sector de Vicuña Mackenna en donde se encuentra la parte del condominio potencialmente afectado por contaminación lumínica, como una zona de alto brillo.

Para el caso del horario restrictivo, al no existir reglamentación en el país respecto de este tipo de problemas en específico (punto 6), se utilizará como referencia lo establecidos en el D.S. N° 38/2011 del Ministerio de Medio Ambiente, el cual establece como hora de cambio entre horario diurno y nocturno a las 21:00 hrs. y a las 7:00 hrs. en el caso contrario⁴.

Una tabla comparativa con los valores señalados se presenta a continuación:

	Límite CIE 150:2003		Valores obtenidos	
	Horario mas restrictivo	Horario menos restrictivo	Departamento 1 piso 2º	Departamento 7 piso 5º
Traspaso de luz en ventanas (lux)	5	25	23.8	33
Intensidad de a fuente, kcd	2.5	25	1.6	8.3

⁴ Si bien la luz es considerada un agente físico al igual que el ruido, a diferencia de éste, la molestia se puede manifestar a partir del momento en que decae la luz natural, dando paso a la de tipo artificial, por lo que se puede manifestar molestia con anterioridad al horario especificado (21:00 hrs.)

9.- ANÁLISIS

9.1 Influencia del funcionamiento del letrero publicitario.

Los niveles de irradiancia presentados en el punto 7.4 señalan que la principal fuente lumínica detectada al interior de los departamentos evaluados corresponde al funcionamiento del letrero publicitario con tecnología LED, ya que existe una clara concordancia entre las fluctuaciones de iluminación detectadas en breves períodos de tiempo con respecto de los cambios de las imágenes del letrero durante un ciclo publicitario. Adicionalmente, si se considera la magnitud de los niveles de iluminancia horizontal presentados en el punto 7.1 (relativamente bajos), al interior de los departamentos se genera una percepción mayor de contraste lumínico al interior de éstos, y por ende, una probable molestia mayor.

9.2 Niveles obtenidos.

Si bien es claro la excedencia de algunos límites presentados en la tabla del punto 8, es importante señalar que dicha excedencia aún podría ser mayor debido a que la estimación de la iluminancia vertical fue efectuada al interior de los departamentos y no a nivel de la ventana de éstos debido a la dificultad de obtención en este punto, por lo que es probable que estos puedan aún ser superiores en magnitud a los valores encontrados.

Respecto de los valores de intensidad, es importante mencionar que el letrero nominalmente emite una intensidad de 324 kcd, lo que sumado a los niveles de intensidad aparente en los departamentos, sea bastante posible que para el día de las mediciones la emisión lumínica del letrero haya sido menor, teniendo eventualmente el potencial de subir su intensidad, y por ende, su influencia al interior de los departamentos evaluados.

9.3 Efectos sobre las personas.

Producto de una búsqueda bibliográfica efectuada para la determinación de los efectos (ver Anexo 7 del presente informe), y considerando la magnitud de los niveles encontrados, es importante mencionar que no se cuenta con evidencia científica que permita asociar efectos en la salud por exposición a contaminación lumínica a estos niveles.

10.- CONCLUSIONES

- 10.1** Los niveles de contaminación lumínica (iluminancia vertical en lux) al interior de los departamentos evaluados pertenecientes a la Comunidad Plaza Italia de Avenida Providencia N° 057, lado Vicuña Mackenna, se encuentra por sobre el límite señalado por el criterio de referencia para una zona de alto brillo y horario más restrictivo, mientras que sólo uno de ellos (Departamento 1 piso 2º) se encuentra bajo el límite del horario menos restrictivo en 1.2 lux, según los antecedentes descritos en el punto 8 del presente informe.
- 10.2** Los valores de intensidad aparente generados por el letrero luminoso a nivel del departamento 7 del 5ª piso de la Comunidad Plaza Italia de Avenida Providencia N° 057, lado Vicuña Mackenna, se encuentra sobre el límite señalado por el criterio de referencia para una zona de alto brillo y horario más restrictivo, mientras que para el otro departamento evaluado se encuentra bajo éste. De todas formas, ambos puntos evaluados se encuentran bajo el límite de referencia para una zona de alto brillo y horario menos restrictivo, según los antecedentes descritos en el punto 8 del presente informe.
- 10.3** Los niveles de iluminancia interior detectados en las dependencias del departamento del primer piso, son bastante bajos; lo que permite resaltar aún más la iluminancia exterior proveniente del letrero luminoso.
- 10.4** No se cuenta con evidencia científica que indique efectos sobre la salud respecto de la exposición a los niveles encontrados en este estudio, según lo analizado en el punto 9 del presente informe.


11.- RECOMENDACIONES

- 11.1** Para cumplir satisfactoriamente con todos los niveles recomendados, tanto en horario de mayor o menor restricción, se recomienda regular la intensidad emitida por el letrero. Para tal fin, podrá ser necesario contar con el apoyo de mediciones de forma de corroborar el cumplimiento de los límites propuestos en este informe a los puntos de regulación del letrero considerados.
- 11.2** Una manera eficaz de reducir al interior de los departamentos la iluminancia exterior, es colocar cortinas de alta densidad o tipo Black-out, cuya característica es tener una capa intermedia de goma, que impide el paso de la luz. También es posible reducir la

iluminancia exterior, aumentando la iluminancia interior, como una forma de reducir la relación de contrastes.

- 11.3** La Norma internacional CIE año 92, hace resaltar de manera expresa el no orientar directamente la luz de un letrero luminoso contra otra edificación.
- 11.4** Actualmente no existe en nuestro país reglamentación respecto a niveles de iluminancia ni referencia de intensidades de iluminación, por tanto se ha tenido que recurrir a normas y criterios internacionales. Creemos que es necesario legislar al respecto y condicionar las nuevas tecnologías en rangos aceptables para los habitantes.

Santiago, 2 de octubre de 2012.



ING. FLORÍN MORENO ZAMORANO
SECCIÓN SEGURIDAD EN EL TRABAJO



ING. ALFONSO ESPINOZA LEYTON
SECCIÓN RADIACIONES IONIZANTES Y NO IONIZANTES

ANEXOS

- ANEXO 1: CONCEPTOS DE ILUMINACIÓN
- ANEXO 2: ESQUEMA DEPARTAMENTO 2º PISO
- ANEXO 3: ESQUEMA DEPARTAMENTO 5º PISO
- ANEXO 4: MEDICIONES DE ILUMINANCIA Y LUMINANCIA
- ANEXO 5: OBTENCIÓN DE LA INTENSIDAD APARENTE
- ANEXO 6: MEDICIONES DE IRRADIANCIA
- ANEXO 7: EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN A LUZ

ANEXO 1: CONCEPTOS DE ILUMINACIÓN

Conceptos Fotométricos

Flujo Luminoso (Lm): Cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en un determinado tiempo.
Lumen (Lm)

Intensidad Luminosa (I): Flujo luminoso emitido por una fuente luminosa, por unidad de ángulo sólido.
Candela (cd). Es una medida de la concentración del flujo

Iluminancia (E): Flujo luminoso emitido por una fuente luminosa por unidad de área. Lux, foot-candle

Luminancia (L): Intensidad Luminosa emitida o reflejada por una fuente luminosa en una dirección dada, por unidad de área aparente. cd/m^2

Irradiancia (I): La irradiancia es la magnitud utilizada para describir la potencia incidente por unidad de superficie de todo tipo de radiación electromagnética. Su magnitud es watt/m^2

Unidades Fotométricas

Lumen: Es la cantidad de flujo luminoso que ilumina un m^2 , cuando una fuente puntiforme a la distancia de un metro emite una candela

Candela: Es la densidad de flujo proveniente de una fuente luminosa, que logra iluminar con un lux una superficie de 1m^2 a la distancia de un metro.

Lux : Si una fuente de luz emite una candela a la distancia de un metro e incide un flujo de un lumen en un m^2 se tiene la iluminación de un lux

Foot-candle: Es la densidad de flujo proveniente de una fuente luminosa, que logra iluminar con un lux una superficie de 1pié^2 a un pié de distancia.

$1\text{ft-cd} = 10.76\text{ lux}$

cd/m^2 : Es la luminancia emitida o reflejada por una superficie de un m^2 en una dirección dada.

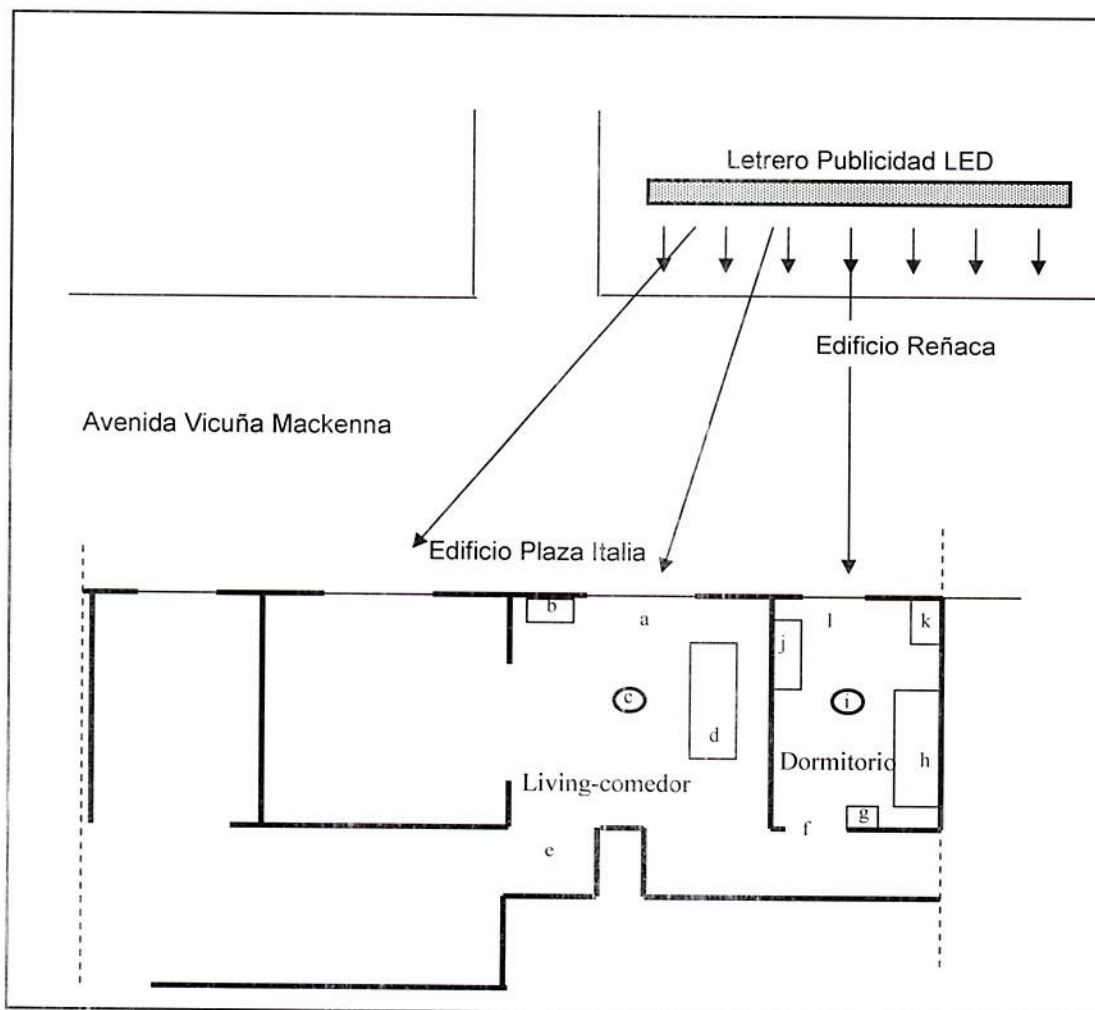
Foot-lambert : Es la intensidad luminosa emitida o reflejada por una fuente de un lumen a una superficie de un pié^2 . $1\text{fl} = 3.425\text{ cd/m}^2$

Lambert: Es el brillo de una superficie perfectamente difusora que irradia o emite un lumen por cm^2 .

Estereoradián: El estereoradián se define haciendo referencia a una esfera de radio r . Si el área de una porción de esta esfera es r^2 , un estereoradián es el ángulo sólido comprendido entre esta porción y el centro de la esfera.

ANEXO 2: ESQUEMA DEPARTAMENTO 2º PISO

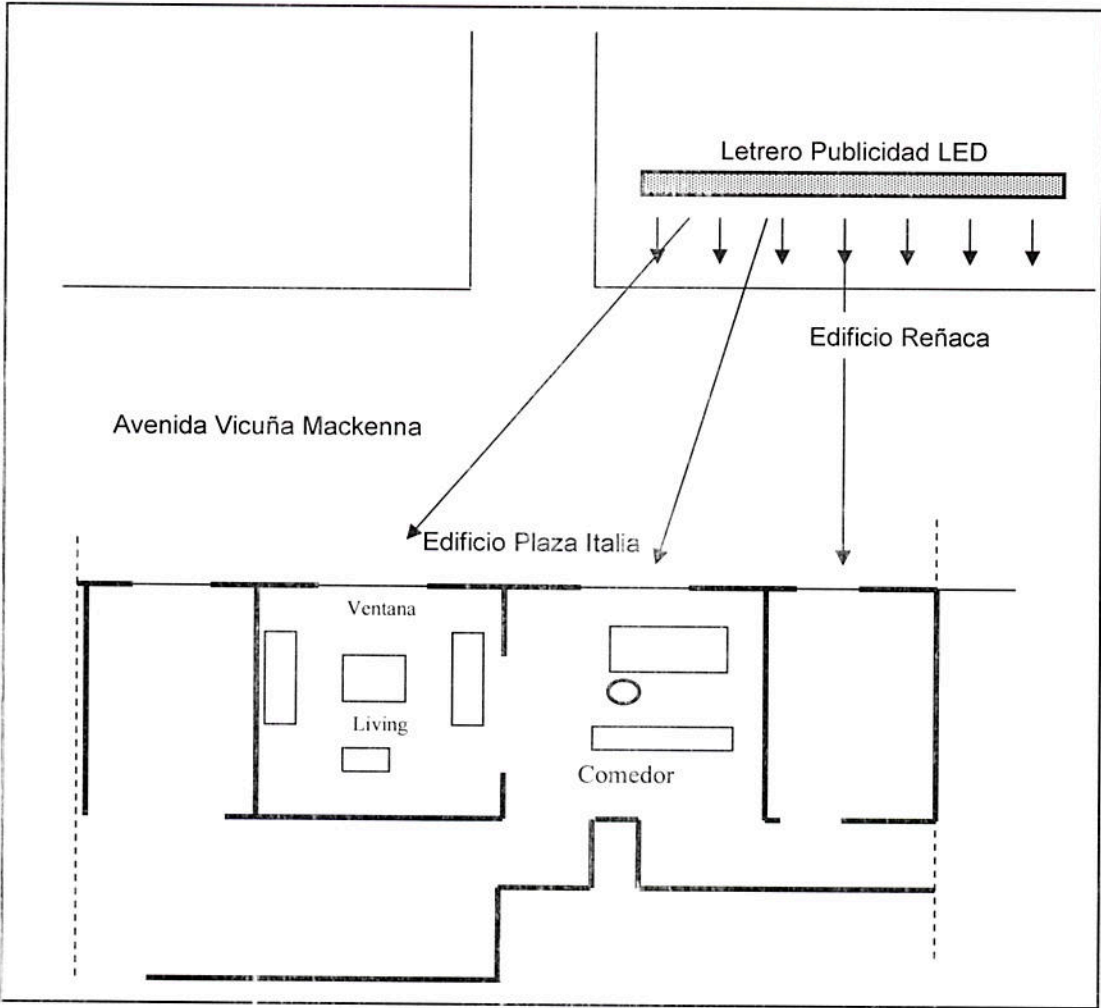
Departamento 01, Segundo Piso



Living comedor = a.- Ventana b.- Repisa c.- Lámpara d.- Mesa comedor e.- Pasillo
Dormitorio = f.- Entrada g.- Mueble h.- Cama i.- Lámpara j.- Cómoda k.- Mesa computador
l.- Ventana

ANEXO 3: ESQUEMA DEPARTAMENTO 5° PISO

Departamento 07, Quinto Piso



ANEXO 4: MEDICIONES DE ILUMINANCIA Y LUMINANCIA

1.- Niveles de iluminancia (lux)

1.1 Departamento 1 del Segundo Piso de Edificio Plaza Italia.

a) Niveles de iluminancia horizontal, sector comedor:

- Mesa comedor: 10 - 20 - 11 - **24**
- Centro Comedor: 12
- Borde ventana: 17
- Pasillo: 8

b) Niveles de iluminancia horizontal, sector dormitorio:

- Mesa computador: 25
- Cama altura almohadón: 26
- Centro bajo lámpara techo: **84**
- Cómoda: 35
- Entrada: 32

c) Niveles de iluminancia vertical, sector dormitorio:

- Entrada: 10.8 - 10.3 - **20**

1.2 Departamento 7 del Quinto Piso de Edificio Plaza Italia.

a) Niveles de iluminancia horizontal, sector comedor:

- Living: 42 - 34 - 16 - 27 - **56**

b) Niveles de iluminancia vertical, sector comedor:

- Living: 5.5 - **32.9**

2.- Niveles de luminancia (cd/m²).

2.1 Departamento 1 del Segundo Piso de Edificio Plaza Italia.

a) Sector comedor:

- Valores obtenidos: 69 - 66 - 73 - 33 - 31 - 51 - 49 - 45 - 60 - 87 - 61 - 51 - 63 - 51 - 79 - 62.
- Rango de medición obtenido: 31 a **87**

b) Sector dormitorio:

- Valores obtenidos: 89 - 93 - 82 - 79 - 89 - 96 - 93 - 75 - 55 - 89 - 82 - 79 - 66 - 66 - 75 - 93 - 68 - 93.
- Rango de medición obtenido: 55 a **96**

2.2 Departamento 7 del Quinto Piso de Edificio Plaza Italia.

a) Sector comedor:

- Valores obtenidos: 289 - 267 - 300 - 322 - 329 - 343 - 312 - 332 - 345 - 411.- 493.
- Rango de medición obtenido: 267 a **493**

ANEXO 5: OBTENCIÓN DE LA INTENSIDAD APARENTE

a) Determinación de la intensidad luminosa emitida por el letrero luminoso desde la posición del observador.

Se tiene como información la luminancia L que provoca un letrero LED de 1.5 m x 9 m. Esta es: L = 6000 cd/m² ó NIT⁵

Como el área total del letrero es 4 x (1.5 x 9) = 54 m², y además está perpendicular a la ventana del departamento 7 del Piso 5 (peor condición), entonces la intensidad luminosa máxima I de este letrero será:

$$I = 6000 \text{ cd/m}^2 \times 54 \text{ m}^2 = 324000 \text{ cd} = \mathbf{324 \text{ kcd}}$$

b) Nivel de luminancia detectado en el Departamento 07 del Piso 5 del Edificio Plaza Italia.

Se tiene que la distancia aproximada desde la ventana del departamento al letrero luminoso es de 41 m aproximadamente, y considerando que el instrumento de medición de luminancia utilizado en este estudio, de acuerdo a lo que indica su manual de medición, cubre un área de:

$$A = 0.01 \text{ estereoradián} \times (D)^2$$

donde D = es la distancia entre el letrero y el observador.

Por lo tanto, el área de detección comprendida por el instrumento desde la posición de medición será:

$$A = 0.01 \times (41)^2 = 16.81 \text{ m}^2$$

Tomando en consideración que la intensidad aparente "I" se obtiene multiplicando la luminancia obtenida a nivel del departamento (493 cd/m²) por el área "A" (16.81 m²), se obtiene:

$$I = 493 \text{ cd/m}^2 \times 16.81 \text{ m}^2 = 8287.3 \text{ cd} = \mathbf{8.29 \text{ kcd}}$$

⁵ Valor obtenido del Informe técnico "sobre los efectos de luminosidad que pudiese provocar un letrero publicitario de tecnología LED" realizado en Junio de 2012 por el Departamento de Salud Mental de la División de Prevención y Control de Enfermedades de la Subsecretaría de Salud Pública, antecedente que forma parte del dossier del caso analizado en este informe.

c) **Nivel de luminancia detectado en el Departamento 01 del Piso 2 del Edificio Plaza Italia.**

Si bien no representa el punto más crítico, es posible obtener la intensidad aparente "I" a nivel de este departamento utilizando el valor de "A" obtenido en b), junto con el valor de luminancia obtenido a nivel del departamento (96 cd/m²), obteniéndose:

$$I = 96 \text{ cd/m}^2 \times 16.81 \text{ m}^2 = 1613.4 \text{ cd} = \mathbf{1.61 \text{ kcd}}$$

ANEXO 6: MEDICIONES DE IRRADIANCIA

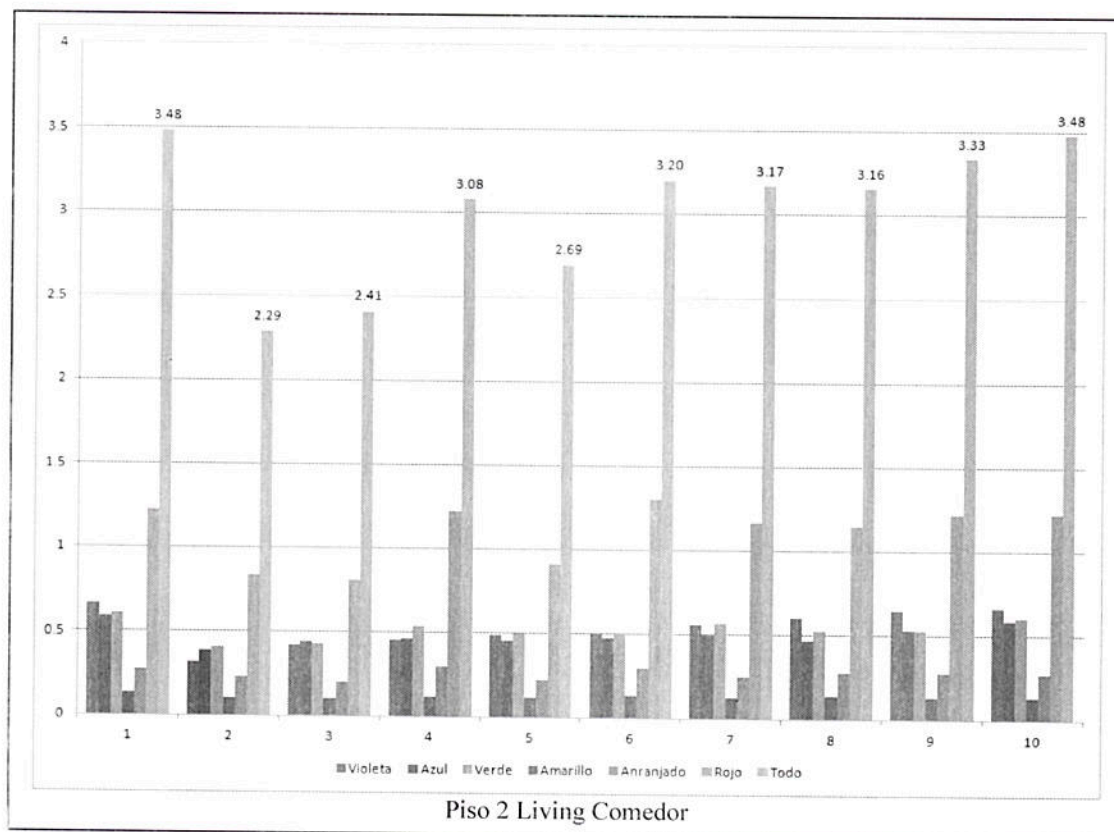
Se realizaron mediciones con un espectroradiómetro International Light ILT 900. Por la escasa cantidad de luz que se debía detectar y por lo cambiante de la intensidad en escala temporal, se diseñó la siguiente estrategia de medición:

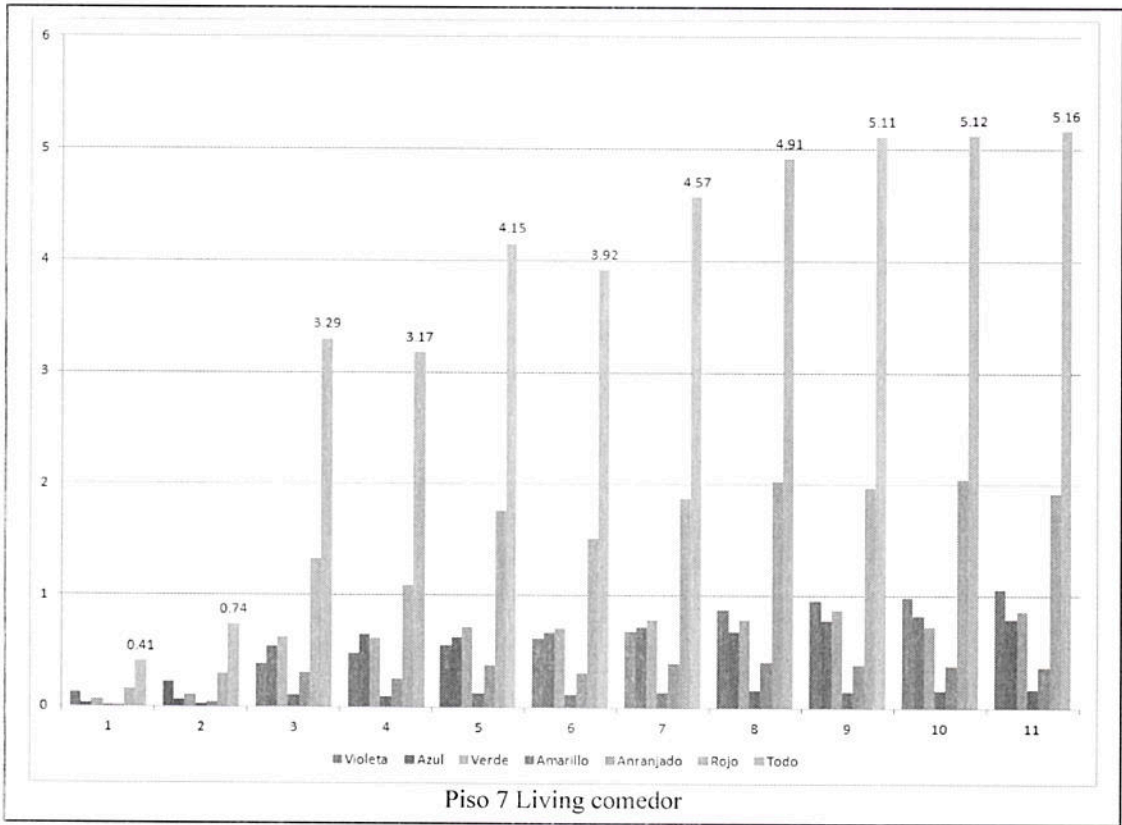
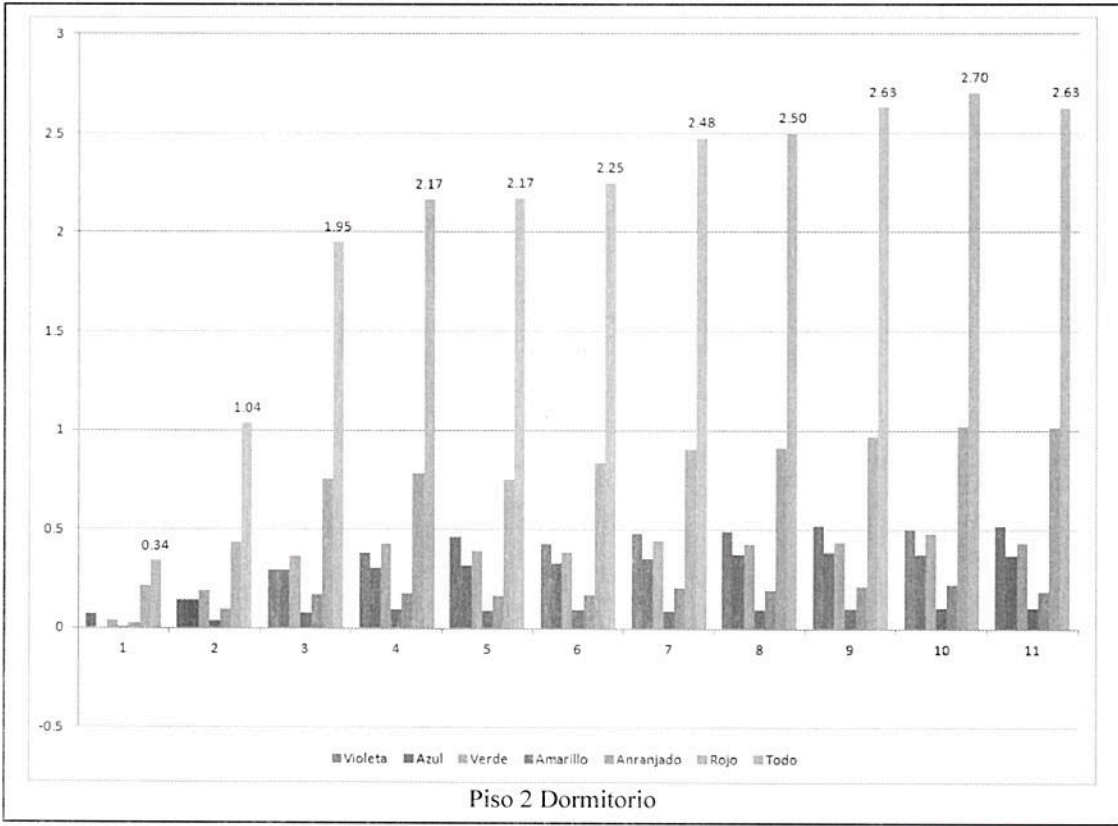
La medición de irradiancia se efectuó a través de barridos de 10 segundos con el detector en forma perpendicular al letrero o pantalla, diferenciando dentro de todo el rango del visible con longitudes de onda de 1nm. Para cada lugar evaluado se tomaron 12 lecturas inmediatamente consecutivas, lo que permitió barrer en total tiempos superiores a los 90 segundos, tiempos que de acuerdo a la observación eran superiores a los del ciclo de imágenes emitidas por el letrero. Lo anterior se realizó hasta que a eso de las 10:05 PM el letrero fue apagado.

Los valores obtenidos, junto con los puntos de medición, se presentan en la siguiente tabla:

Lapso	Departamento 1 Piso 2 Living		Departamento 1 Piso 2 Dormitorio		Departamento 7 Piso 5 Living	
	$\mu\text{W}/\text{cm}^2$	lux	$\mu\text{W}/\text{cm}^2$	lux	$\mu\text{W}/\text{cm}^2$	lux
1	3.48	23.76	0.34	2.31	0.41	2.78
2	2.29	15.64	1.04	7.07	0.74	5.03
3	2.41	16.45	1.95	13.34	3.29	22.49
4	3.08	21.04	2.17	14.82	3.17	21.66
5	2.69	18.38	2.17	14.84	4.15	28.36
6	3.20	21.87	2.25	15.36	3.92	26.75
7	3.17	21.65	2.48	16.91	4.57	31.22
8	3.16	21.55	2.50	17.08	4.91	33.53
9	3.33	22.78	2.63	17.96	5.11	34.88
10	3.48	23.76	2.70	18.46	5.12	34.95
11	---	---	2.63	17.94	5.16	35.22

A continuación se muestran gráficos que resumen algunos resultados obtenidos:





Comentarios:

- En todos los gráficos se alcanza a detectar oscilaciones entre las irradiancias detectadas cada diez segundos, tanto de los valores totales para la suma de todos los colores como para los diferentes colores individualmente.
- Las irradiancias totales máximas detectadas apenas superan los $5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, lo que equivale a 34.15 lux a 555 nm.
- La intermitencia de la luz es lo que se reporta en mayor medida como el agente que produce la molestia, así como, la imposibilidad de apagar cuando se desea.

ANEXO 7: EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN A LUZ

Para complementar las mediciones realizadas por profesionales pertenecientes al Instituto de Salud Pública de Chile, se realiza una breve búsqueda bibliográfica para determinar los posibles efectos asociados a la exposición intermitente a luz, Contaminación Lumínica, orientada principalmente a aquella contaminación producto de Letreros luminosos de tecnología LED.

Actualmente Chile sólo cuenta con regulación para la iluminación con motivos astronómicos en la II, III y IV región, las cuales no se encuentran orientadas hacia la prevención de posibles efectos en la salud de la población.

Como primera conclusión se evidencia la existencia de escasa información publicada respecto a efectos en la salud por exposición a contaminación lumínica, siendo más escasa aún los artículos publicados que abordan el problema de los letreros luminosos de tecnología LED. Sin embargo es importante señalar que para la Salud Pública la importancia del problema depende en gran medida de la sensación de comodidad o incomodidad en la cual la persona se encuentra.

La mayor proporción de los artículos revisados hacen referencia a la inhibición de la hormona melatonina secundario a exposición a luz brillante, como variable intermedia para el mal dormir y otros efectos adversos para la salud.

Es importante señalar que al realizar la búsqueda de artículos, se encuentra un importante grupo de éstos en los cuales se evalúa los posibles efectos beneficiosos del tratamiento luminoso en estados de ánimo y depresión, sin embargo esto corresponde a un enfoque completamente distinto a lo que acontece en la actual consulta, debido a que este correspondería a un tratamiento médico en condiciones controladas y por periodos bien definidos, y no a una contaminación lumínica en el hogar de las personas.

A continuación se describe un resumen de los principales hallazgos de la revisión bibliográfica y sus referencias:

Generalidades:

Entre los factores que determinan el confort visual se encuentra un sistema de iluminación que debe cumplir con algunos requisitos generales para proporcionar las condiciones necesarias para el confort visual, estos son los siguientes: iluminación uniforme, luminancia óptima, ausencia de brillos deslumbrantes, condiciones de contraste adecuadas, colores correctos, ausencia de luces intermitentes o efectos estroboscópicos. Siendo importante examinar la luz no sólo con criterios cuantitativos, sino también cualitativos que nos permita evaluar otras dimensiones de la salud de las personas.

La luz artificial que desempeña un papel esencial en la sociedad industrializada se diferencia de la luz natural tanto en intensidad que suele ser más bajo, y en el espectro, que suele ser más pequeño.

El sueño se produce de forma natural a lo largo del día con un ciclo de aproximadamente 24 horas. Es decir, que lo habitual es que durante la tarde-noche notemos somnolencia y por la mañana seamos incapaces de continuar el sueño tras un periodo de 8 horas aproximadamente. Este periodo de sueño coincide con la oscuridad, ya que la luz es un factor que influye en que no sintamos sueño. Este ciclo sueño - vigilia sigue un ritmo circadiano, jugando un rol fundamental la glándula Pineal y la hormona melatonina.

La glándula pineal, aunque no es directamente sensible a la luz, participa en un complejo sistema neuro-endocrino de interacción entre la luz y el cuerpo humano por medio de la producción de una serie de sustancias, en la cual la melatonina ha sido históricamente la más estudiada. La melatonina es segregada en un ritmo circadiano caracterizado por los altos niveles séricos nocturnos y los bajos niveles diurnos, estando correlacionada, no sólo con la intensidad de la luz, sino también con su

espectro y el tiempo de exposición. A pesar de que la función de la melatonina aún no se entiende completamente, parece afectar a algunas funciones endocrinas en el hombre. Los cambios en la secreción de la melatonina se han encontrado en las enfermedades psiquiátricas, (trastornos afectivos), estrés, y carcinogénesis, su desregulación también afecta a las respuestas inmunes tanto tumorales y celular (1)(2).

Iluminación LED y efectos en la salud.

Aunque no se ha obtenido en ésta revisión un valor límite (umbral) sobre el cual la exposición a luz intermitente y brillante en horarios de descanso se asociaría a efectos en la salud de las personas, un artículo refiere que las luces brillantes de 2000 lux y hasta luces moderadas de 200-300 lux puede inhibir la concentración de melatonina nocturna. Sin embargo una iluminación de 20-30 lux, no generaría el mismo efecto (3)

La publicidad comercial e institucional sobre alumbrado con dispositivos LED ignora el hecho de que la luz blanco azulada (longitudes de onda corta, próximas a los 460-470 nanómetros) sería la más nociva para el medio nocturno y para la salud humana. Siendo además este tipo de luz la que causa mayor contaminación lumínica. (4).

Asimismo se sabe que la luz blanco azulada es la que provoca de forma más rápida la inhibición de la secreción de la hormona melatonina por parte de la glándula pineal en los seres humanos. Esto se debe a que los receptores circadianos que poseemos en la retina (además de los conos y bastones) son precisamente más sensibles a este tipo de emisión luminosa (longitudes de onda azules) (5).

Es importante mencionar la elevada capacidad de deslumbramiento que presenta las lámparas a base de LED, debido a su gran luminancia, además artículos mencionan que entre la población más afectada se encontraría los niños (por no haber desarrollado aun completamente la capacidad de filtrado del

cristalino), personas con degeneración macular ligada a la edad, así como los profesionales o pacientes expuestos por largos periodos o repetidamente a este tipo de luz. (6)

Contaminación Lumínica y efectos en el ambiente:

Otra publicación señala que la luz artificial, sobre todo la de longitud de onda más corta (más azul y energética, por tanto) entorpecería durante la noche la limpieza natural del aire contaminado, de modo análogo a como hace la luz solar durante el día, y con resultados no despreciables para el cumplimiento de los límites impuestos por las normativas de calidad del aire. Junto a lo anterior, al destruirse parte del radical nitrato por la luz artificial, aumentaría la producción de ozono y otros óxidos de nitrógeno también de noche (7).

Ritmos circadianos, salud mental y su relación con la contaminación lumínica:

En el área de la salud mental, existen artículos que señalan que factores circadianos podría desempeñar un papel en la etiología de la depresión, y que la alteración de éstos ritmos secundarios a condiciones de iluminación y estilo de vida, predispondría a los individuos a una amplia gama de trastornos del estado de ánimo, incluyendo la impulsividad, la manía y la depresión (8).

También publicaciones recientes han descrito que el incomodidad, producto de un mal dormir o falta de descanso podría originar, a su vez, situaciones de estrés que conduciría a cambios en el estado de ánimo, causando interrupciones en las rutinas sociales de los individuos. Lo anterior se podría traducir en alteración del ritmo circadiano y afectivos en personas con trastornos unipolares o bipolares (9). Más información sobre posibles efectos en la salud mental secundarios a la exposición a luz se encuentra en el informe emanado desde la Subsecretaría de Salud Pública señalado con anterioridad.

Contaminación lumínica y otros potenciales problemas para la salud:

En esta área existen artículos que señalan que la iluminación artificial conduciría a un mayor riesgo de infección de enfermedades de transmisión vectorial, relacionado no sólo con la atracción de vectores tradicionales para fuentes de luz, sino también a los cambios en el comportamiento de los seres humanos y los insectos que se traducen en nuevos modos de transmisión de la enfermedad. (10)

Estímulos luminosos intermitentes se han evaluado en cuanto a su asociación con efectos en la salud de las personas, especialmente a crisis epilépticas "fotosensibles", siendo las crisis fotosensibles las más frecuentes de las crisis reflejas. (11) Entre la estimulación luminosa intermitente destacan destellos luminosos del ambiente (luz solar intermitente proyectada en una avenida de árboles cuando se viaja, luz solar reflejada sobre el mar o la nieve, relámpagos, faroles delanteros de autos, luz intermitente en películas, en galería de arcos, en discoteca o luces de Navidad, entre otras luces), siendo especialmente epileptogénico al aparecer imágenes muy contrastadas alternando el rojo y el azul con una frecuencia superior a 3 Hz. (12)

Por último artículos señalan que la luz nocturna afectaría los ritmos de temperatura, ritmos de descanso / actividad, los ritmos de melatonina, porcentajes de sueño y somnolencia, recomendando la eliminación de luz durante la noche para no afectar el sueño (13)

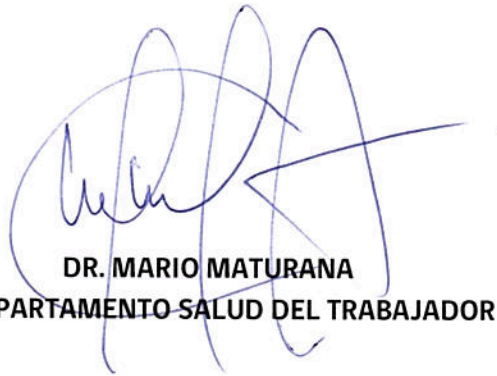
Referencias:

1. Piccoli B, Parazzoli S, Zaniboni A, Demartini G, Fraschini F. Non-visual effects of light mediated via the optical route: review of the literature and implications for occupational medicine. *Med Lav.* 1991 May-Jun;82(3):213-32. Review.

2. Langer M, Hartmann J, Turkof H, Waldhauser F. Melatonin in the human—an overview. *Wien Klin Wochenschr.* 1997 Oct 3;109(18):707–13. Review.
3. Harada T. Effects of evening light conditions on salivary melatonin of Japanese junior high school students. *J Circadian Rhythms.* 2004 Aug 11;2(1):4.
4. International Dark-Sky Association, «Visibility, Environmental, and Astronomical Issues Associated with Blue-Rich White Outdoor Lighting», Tucson-Washington, DC, 23 pp., mayo 2010.
5. Falchi F, Cinzano P, Elvidge CD, Keith DM, Haim A. Limiting the impact of light pollution on human health, environment and stellar visibility. *J Environ Manage.* 2011 Oct;92(10):2714–22.
6. Herranz C, Ollé J, Jauregui F. La iluminación con LED y el problema de la contaminación lumínica. Disponible en: <http://www.celfosc.org/biblio/general/herranz-olle-jauregui2011.pdf>
7. Kelly Beatty, J., «Night Lights Worsen Smog», *SkyandTelescope.com*, 2011. Disponible en: <http://www.skyandtelescope.com/news/111959684.html>
8. Salgado - Delgado R, Tapia Osorio A, Saderi N, Escobar C. "Disruption of Circadian Rhythms: A Crucial Factor in the Etiology of Depression," *Depression Research and Treatment*, vol. 2011, Article ID 839743, 9 pages, 2011.
9. Grandin LD, Alloy LB, Abramson LY. The social zeitgeber theory, circadian rhythms, and mood disorders: review and evaluation. *Clin Psychol Rev.* 2006 Oct;26(6):679–94.

10. Barghini A, de Medeiros B. Artificial Lighting as a Vector Attractant and Cause of Disease Diffusion. Environ Health Perspect. 2010 November; 118(11): 1503-1506. Published online 2010 August 1. doi: 10.1289/ehp.1002115.
11. Shashi S. Visual-Sensitive Epilepsies: Classification and Review. Can. J. Neurol. Sci. 2005;32:298-305.
12. Erna Rauch Avila. Factores desencadenantes de crisis epilépticas. Revista Chilena de Epilepsia Año 8, Numero 1, Diciembre 2007
13. Chaperon CM, Farr LA, LoChiano E. Sleep disturbance of residents in a continuing care retirement community. J Gerontol Nurs. 2007 Oct;33(10):21-8; quiz 30-1.

Santiago, 2 de octubre de 2012.



DR. MARIO MATURANA
SUBDEPARTAMENTO SALUD DEL TRABAJADOR