

# CARACTERIZACIÓN LUMÍNICA DEL CENTRO DE OPERACIONES DEL BANCO GENERAL

---

Ana Gabriela Araúz <sup>1,a</sup>, Cathleen Lee <sup>1,b</sup>, Diego Segundo <sup>1,c</sup>, Jorge Isaac Perén <sup>2,d</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Panamá, Facultad de Arquitectura y Diseño- FADUP

<sup>2</sup>Sustainable Building and City Research Group - SusBCity, Ciudad de Panamá, Panamá.

<sup>1,a</sup> [anag.arauz@gmail.com](mailto:anag.arauz@gmail.com), <sup>1,b</sup> [cathlee09z@gmail.com](mailto:cathlee09z@gmail.com), <sup>1,c</sup> [d.segundo22@gmail.com](mailto:d.segundo22@gmail.com), <sup>1,2,d</sup> [jorge.peren@up.ac.pa](mailto:jorge.peren@up.ac.pa)

## Resumen

La iluminación representa uno de los factores que más incide en el consumo energético de un edificio, este consumo es aún mayor en edificios de oficina. En este estudio se presentan datos cuantitativos y cualitativos recogidos en la fachada sur de una oficina abierta en Panamá en un edificio que cuenta con un sistema de regulación de luz interna. Para esto se realizan mediciones de iluminancia en tres escenarios diferentes: factor de luz natural, niveles de iluminancia (lx) y niveles de iluminancia junto con la percepción del usuario. Se concluyó que el edificio requiere de este sistema de control de luz para poder funcionar correctamente, el 75% de los encuestados describieron su espacio de trabajo como confortable.

**Palabras claves** evaluación post-ocupación, iluminación natural, factor de luz natural, oficina abierta

## Abstract

Illumination represents one of the main factors that affect energy consumption on a building, this consumption is even more on an office building. This study presents quantitative and qualitative data of the south façade of an open-plan office in Panama of a building that has a system to regulate internal light. To accomplish this, several measurements of illuminance in three different sceneries: evaluating daylight factor, measuring illuminance levels (lx) and illuminance levels with users' perception. It was concluded that the building requires this system of light control to operate correctly, 75% of the participants describe their workplace as comfortable.

**Keywords** post occupancy evaluation, daylight, daylight factor, open-plan office

---

## 1. Introducción

En Panamá no existe ninguna norma oficial que regule los niveles de iluminación en edificios de ningún tipo. Siendo la iluminación uno de los factores principales del consumo eléctrico [1], esto puede suponer grandes problemas en cuanto a eficiencia energética en temas de iluminación. En países con climas tropicales el consumo energético es principalmente por acondicionamiento climático e iluminación. El consumo de luz depende de cuatro aspectos principales: uso del edificio, uso de luz natural, niveles de iluminación y las horas de uso [2].

Los edificios de oficina usualmente emiten más calor que otros edificios por los equipos y cantidad de personas que albergan [3], es decir, que la energía que requieren es superior.

Un nivel de iluminación adecuado es indispensable en un área de trabajo porque mejora el rendimiento, ayuda a que se cometan menos errores, disminuye accidentes y por ende, mejora la productividad [4].

Existen diferentes clasificaciones de espacios de oficinas: oficinas privadas, oficinas compartidas (dos a cinco empleados) y oficinas abiertas (más de cinco empleados) [5].



**Fig. 1** Fotografía del Centro de Operaciones Banco

Esta última configuración es la que se estudia en este artículo, bajo el criterio de que es el escenario más crítico por ser el que tiene más personas bajo las mismas condiciones.

Es importante mencionar que la luz natural es una fuente que fluctúa en color, intensidad, dirección y disponibilidad, haciendo que estudios de campo sean difíciles de conducir y potencialmente difíciles de traducir entre diferentes tipos de climas [6]. El objetivo de este estudio es recoger datos cuantitativos y cualitativos de una oficina abierta en Panamá y conocer si la iluminancia, magnitud que expresa el flujo luminoso sobre la unidad de superficie y cuya unidad en el sistema internacional es lux (lx), logra satisfacer la necesidad de los usuarios.

## 2. Metodología

### 2.1 Edificio

#### Descripción de días y escenarios evaluados

Fecha	Hora de inicio	Hora de finalización	Ilum. global horizontal	Luces	% de cierre de persiana SUR	% de cierre de persiana ESTE	% de cierre de persiana OESTE
14 de julio	12:31	12:43	38.8 k lx	Apagadas	0%	100%	0%
16 de julio	11:43	11:52	25.9 k lx	Encendidas	89%	100%	74%
26 de julio	10:47	11:32	22.8 k lx	Encendidas	80%	100%	76%



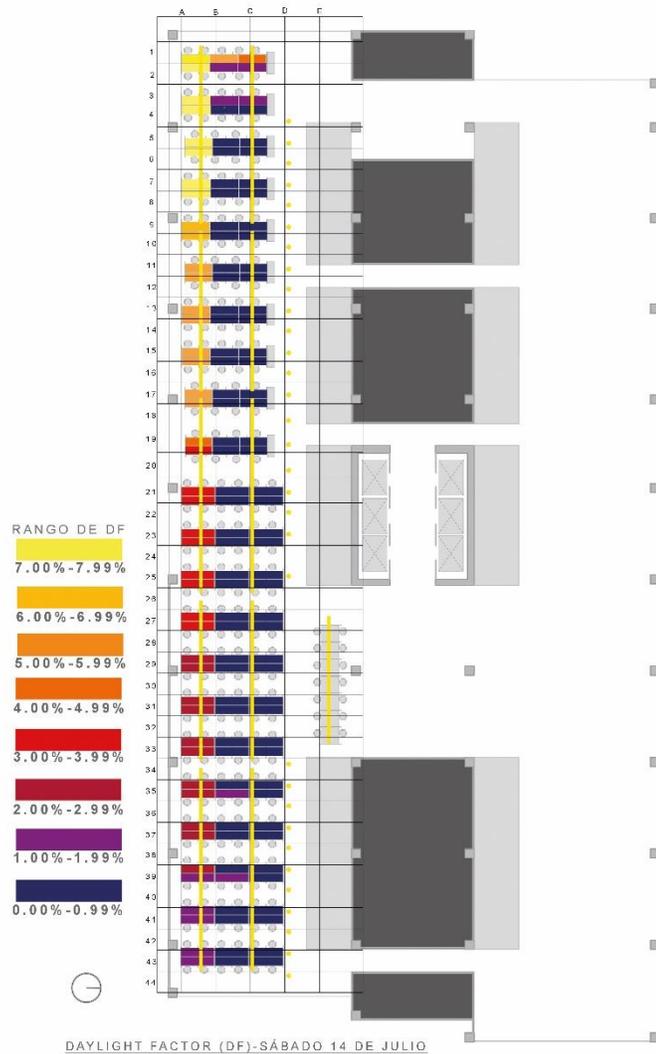
**Fig. 2** Localización y orientación del caso de estudio, Centro de Operaciones Banco General, Ciudad Radial.

El edificio que se escogió para llevar a cabo el proyecto fue el Centro de Operaciones de Banco General ubicado en Ciudad Radial, Ciudad de Panamá Fig.1,2. El mismo es un paralelepípedo de ocho pisos orientado al norte con dimensiones aproximadas de 85.00 m x 43.00 m. Cuenta con un sistema de control de iluminación artificial y de persianas. El sistema de iluminación artificial, en su mayoría trabaja con luces Alera Lighting de 28watts, RI 85 (T5) Modelo CV-4-2T5-FCM18-ESD-MW junto con transformador eléctrico (balastro fluorescente *Dimming Lutron Ecosystems H-Series* para luces T5 de 28 watts) que regula la intensidad de la luz dependiendo de la luz global horizontal (lx exteriores). Se controlan con el software *Quantum Vue* en todos los niveles del edificio.

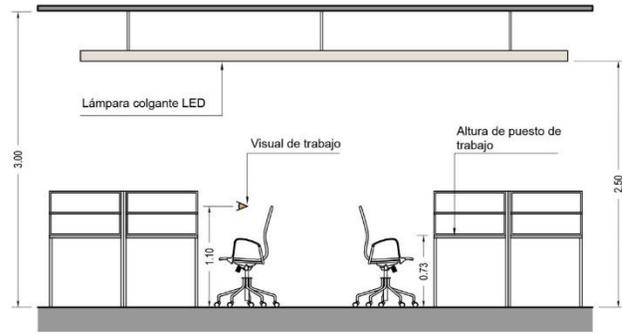
Las persianas son están ubicadas en todo el perímetro del edificio y operan de manera electrónica igualmente. Su modelo es *Tapparelle Reflexi 4000* y el motor con el que operan es Somfy Sonesse modelo: 50RS485. Usualmente funcionan de manera automática tomando datos constantes de la luz global horizontal, pero pueden ajustarse manualmente mediante el software *Animeo*. Los niveles de luz calibrados para estos sistemas fueron determinados por un proveedor privado.

Se evaluaron tres escenarios distintos (Tabla 1), en donde se estudió, respectivamente: factor de luz natural, niveles de iluminancia (lx) y niveles de iluminancia junto con la percepción del usuario, esta última, mediante una evaluación post-ocupación (POE: Post-occupancy evaluation). En todos los casos se utilizaron tres medidores de luz EXTECH SD 4000 en modo manual, cada medidor correspondía a uno de los tres ejes A, B y C (Fig. 3 y 5. Las mediciones se hicieron de oeste a este a la altura del plano de trabajo del usuario (0.73 m) Fig. 4.

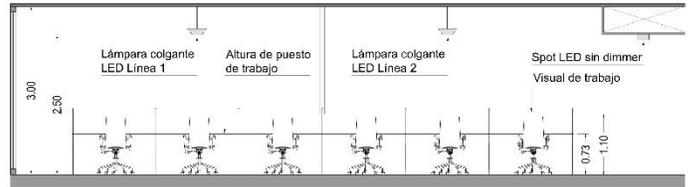
**2.2 Factor de luz natural**



**Fig. 3** Factor de luz natural en fachada sur, nivel 3.



**Fig. 4** Sección transversal típica de oficina abierta.



**Fig. 5** Sección longitudinal típica de oficina abierta.

El factor de luz natural (en inglés daylight factor – DF) es la relación entre la iluminancia interna y la iluminancia horizontal externa bajo un cielo nublado. Esta herramienta de iluminación es criticada por su falta de realismo [8], pues funciona mejor en simulaciones porque el parámetro para evaluarla es un cielo completamente nublado. Sin embargo, es la herramienta más común actualmente en práctica para calcular niveles de iluminación [9]. En el día 14 de julio (Tabla 1), se apagaron las luces del área de estudio y se abrieron las persianas con el objetivo de evaluar las condiciones lumínicas del espacio de trabajo sin asistencia de ningún recurso ajeno a la arquitectura del propio edificio. Posteriormente se calculó el factor de luz natural para cada caso.

$$DF = \frac{\text{iluminación global horizontal}}{lx interior} \times 100$$

**2.3 Medición de iluminancia**

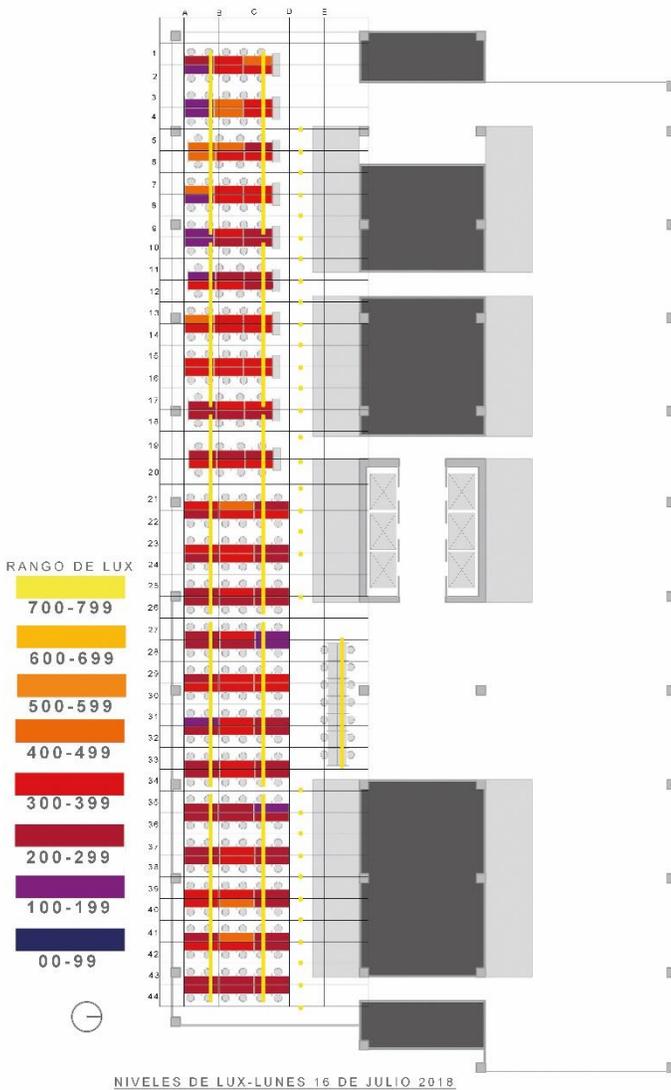
Se repitió la metodología anterior, sola que se colocó en la planta arquitectónica los resultados en lx.

**2.4 Evaluación visual post ocupación**

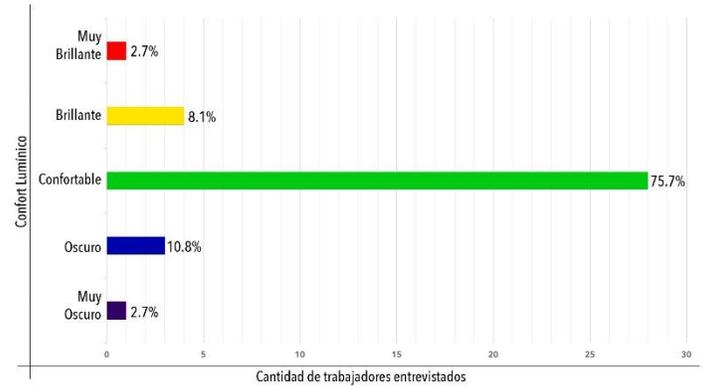
Una encuesta de evaluación visual [7] [8] fue aplicada a los usuarios del piso tres, fachada sur el día 26 de julio bajo condiciones normales de trabajo (Tabla 1). No todos los usuarios estuvieron disponibles para participar por el tipo de trabajo que realizaban, cabe mencionar que más de la mitad de los usuarios en el área de estudio no participaron de la encuesta. Simultáneamente a la evaluación post-ocupación, se realizaron

mediciones de iluminancia interna, por esta razón este día la duración de las mediciones es mayor a diez minutos (Tabla 1). La encuesta y las mediciones se realizaron al mismo tiempo para obtener una relación entre los niveles de iluminancia existentes en un día regular, con el sistema de regulación de luz en modo automático y la percepción de los usuarios.

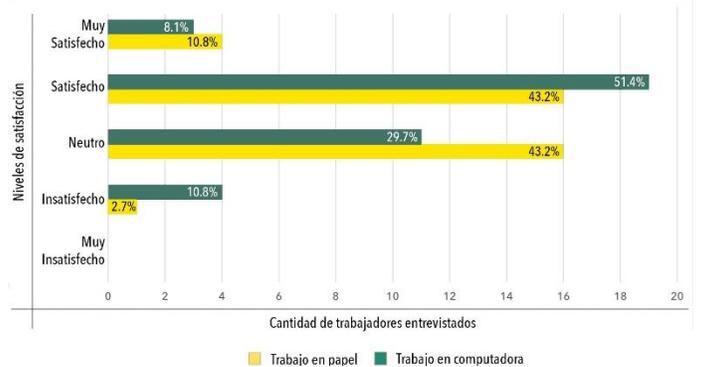
Para determinar si los niveles de iluminancia son los adecuados tomamos de referencia las normas de iluminación de la Illuminating Engineering Society (IES), estándares americanos y la MS1525:2014, normas malayas. Se escogieron estas dos para tener de referencia una norma más utilizada a nivel mundial, la IES y otra que fuese aplicada en un clima similar al nuestro. (Tabla 2)



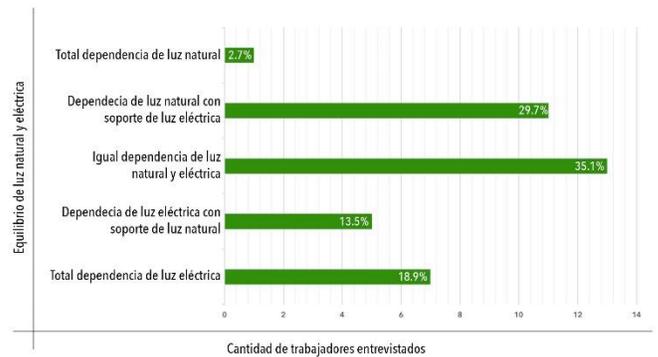
**Fig. 6** Planta arquitectónica de nivel tres, niveles de iluminancia de 16 de julio.



**Fig. 7** Resultados de percepción de confort lumínico en puestos de trabajo.



**Fig. 8** Resultados de niveles de satisfacción para leer y escribir en computadora y en papel.



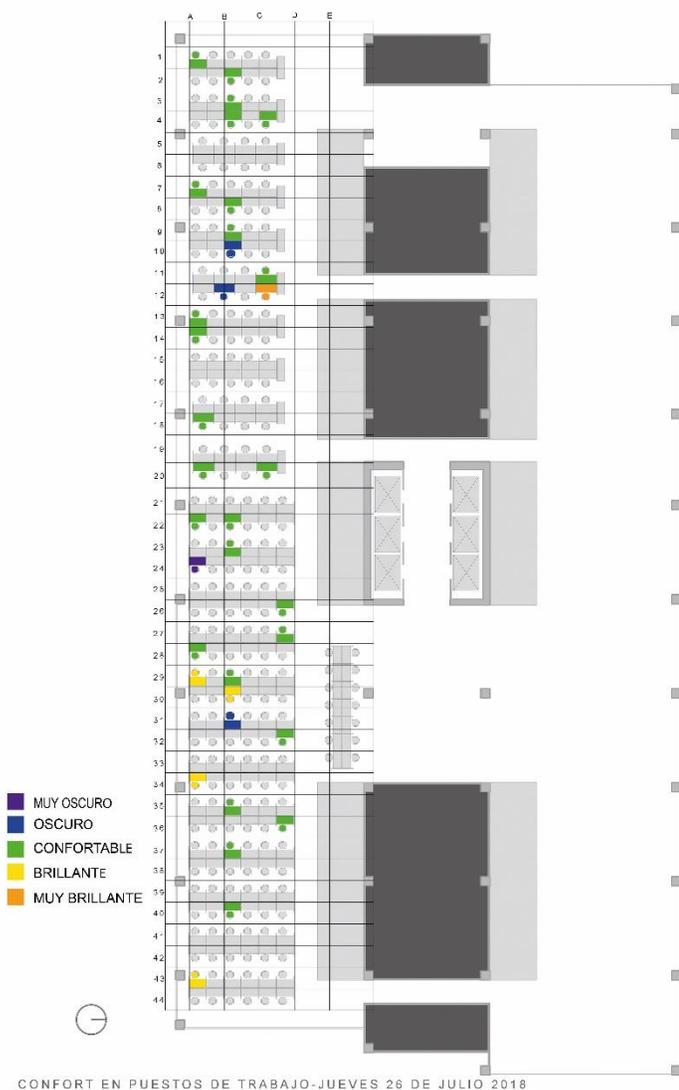
**Fig. 9** Resultados de preferencia de fuentes de iluminación en puestos de trabajo.

## Resultados

### 4.1 Factor de luz natural

Los valores del 14 de julio fueron bastantes altos Fig. 3. Los puestos de trabajos más próximos a la fachada presentan un factor de luz natural más alto que aquellos más próximos al núcleo del edificio.

A medida que las mediciones se realizaban hacia la fachada este, los niveles de luz se redujeron en ambos casos porque las



**Fig. 10** Planta arquitectónica de nivel tres, participantes de la evaluación post-ocupación y su percepción ante niveles de iluminación en condiciones normales de trabajo.

persianas de la fachada este se mantenían cerradas permanentemente (Tabla 1).

**4.2 Medición de iluminancia**

**Tabla 2**

Comparación de normas internacionales sobre niveles de iluminancia

Norma	Oficina con tarea administrativa	Oficinas profundas	Salones de computadora	Oficinas de dibujo
IES	500	750	750	750
MS1525:2014	300-400	300-400	300-400	350

En condiciones normales de trabajo, es decir, utilizando los sistemas automatizados de apoyo para el control de luz interior, los niveles de iluminancia se mantuvieron bastantes similares Fig. 6. El rango aproximado en el que el sistema mantuvo la iluminancia mayoritariamente fue entre 300 lx - 400lx Fig. 6. Quiere decir que dentro de las normas MS1525:2014, está en un nivel apropiado. Sin embargo, hay espacios de trabajo que marcaban en el rango de 200 lx, debajo de esta norma y todavía mucho más debajo de la de la IES. (Tabla 2).

**4.3 Evaluación visual post ocupación**

Se completaron un total de 37 encuestas a lo largo de toda el área de estudio. El 75% de los usuarios encuestados describen su espacio de trabajo como confortable en cuanto a la iluminación Fig. 8. En cuanto a realizar tareas en computadora, el 51% se siente satisfecho y un 30% escoge la opción neutra. En cuanto a tareas en papel, el 43% dice sentirse satisfecho y 43% escoge la opción neutra. Fig. 9

Solamente 16% de los participantes dijeron experimentar deslumbramiento en su área de trabajo. De ellos el 50% dijo que el deslumbramiento es por luz solar en la pantalla de la computadora y el 33% dijo que por luz solar directa.

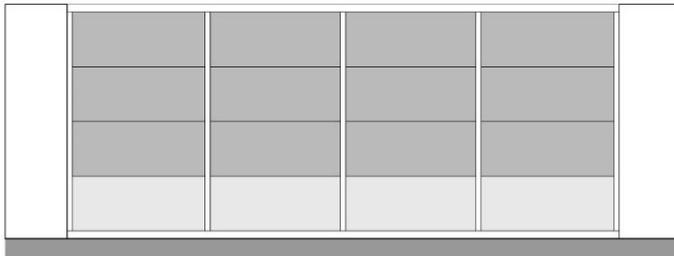
El 35% prefiere igual dependencia de luz eléctrica y luz natural, seguido por un 30% que prefiere predominante dependencia de luz natural con soporte de luz eléctrica Fig. 10.

**3. Discusiones**

Consideramos que las normas de Malasia tienen mayor validez que las del IES porque en países con climas tropicales la incidencia del sol es mayor, quiere decir que la iluminancia en zonas con este clima es más. Cuando se abrieron las persianas el día 14 no había tantas personas por ser sábado, sin embargo, el personal encargado del sistema automatizado recibió quejas, por este hecho deducimos sensación de inconformidad en las pocas personas que estaban allí. Esto puede indicar que el edificio requiere de un sistema adicional para funcionar, esto supone un coste extra del mismo pues el diseño arquitectónico no responde a las condiciones cambiantes del clima.

Según [9], si existe disconformidad en 20% de los usuarios, deben realizarse cambios. Los resultados dieron 16%, pero tomando en cuenta que solo 37 personas de los puestos de trabajo que existen en todo el piso (incluyendo fachada norte) hay una gran probabilidad de que el 4% faltante para que se

cumpla este parámetro pueda existir. Deberán hacerse futuros estudios a largo plazo en todo el piso para comprobar esto. Este 16% amarillo Fig.7 está ubicado del lado este donde existe Un antepecho en la fachada sur Fig.12. Nuestra deducción es que el software está programado para la ventana de Fig. 11 y toma su altura total para ajustar sus porcentajes de cierre. Esta altura es diferente a la de ventana de Fig. 12, entonces cuando se ajusta el porcentaje de cierre, del lado donde está el antepecho el ajuste siempre va a ser erróneo.



Persianas al 75% de área efectiva ocupada en ventanas - Fachada Sur  
Sector con ventanas de piso a techo

**Fig. 11** Segmento de elevación de pared de fachada sur sin antepecho.



Persianas al 50% de área efectiva ocupada en ventanas - Fachada Sur  
Sector con antepecho de 93cm

**Fig. 12** Segmento de elevación de pared de fachada sur con antepecho.

## 4. Conclusiones

- El Centro de Operaciones de Banco General con su sistema de control de entrada de luz natural mayoría, ya que 75% de los participantes de la evaluación post-ocupación describió su espacio de trabajo como confortable. Podríamos concluir que un edificio en el trópico con las mismas características: orientación norte-sur, fachada predominantemente de vidrio y de uso comercial, requiere de sistemas automatizados ajenos a la arquitectura para funcionar correctamente.
- Este sistema de control de luz en el interior del edificio supone una buena opción para corregir este tipo de patología de diseño; sin embargo, no

se adapta a toda la morfología del edificio, pues tiene deficiencias cuando se presenta un antepecho en la fachada.

- Un porcentaje considerable de las personas respondieron neutro en cuanto a tal y tal. Este parámetro puede causar confusiones por lo que se recomienda usar otro nivel de evaluación en futuras evaluaciones post-ocupación. Igualmente se recomienda casos de estudio donde las personas tengan más disponibilidad de detener su trabajo para participar en una evaluación post-ocupación.

## Agradecimiento

Agradecemos al Banco General por otorgarnos el permiso y el espacio físico para realizar este trabajo de iniciación científica en su Centro de Operaciones de Ciudad Radial.

## Referencias

- [1] M. A. Fasi and I. M. Budaiwi, "Energy performance of windows in office buildings considering daylight integration and visual comfort in hot climates," *Energy and Buildings*, vol. 108, pp. 307–316, 2015.
- [2] S. N. Kamaruzzaman, R. Edwards, E. M. A. Zawawi, and A. I. Che-Ani, "Achieving energy and cost savings through simple daylighting control in tropical historic buildings," *Energy and Buildings*, vol. 90, pp. 85–93, 2015.
- [3] J. Choi, A. Aziz, and V. Loftness, "Investigation on the impacts of different genders and ages on satisfaction with thermal environments in office buildings," *Building and Environment*, vol. 45, no. 6, pp. 1529–1535, 2010.
- [4] Van Bommel, W. and van den Beld, G. (2004). Lighting for work: a review of visual and biological effects. *Lighting Research & Technology*, 36(4), pp.255-266.
- [5] V. Hongisto, A. Haapakangas, J. Varjo, R. Helenius, and H. Koskela, "Refurbishment of an open-plan office – Environmental and job satisfaction," *Journal of Environmental Psychology*, vol. 45, pp. 176–191, 2016.
- [6] G.-H. Lim, M. B. Hirning, N. Keumala, and N. A. Ghafar, "Daylight performance and users' visual appraisal for green building offices in Malaysia," *Energy and Buildings*, vol. 141, pp. 175–185, 2017.
- [7] M. Hirning, G. Isoardi, and I. Cowling, "Discomfort glare in open plan green buildings," *Energy and Buildings*, vol. 70, pp. 427–440, 2014.
- [8] Hirning M., Isoardi, G., Garcia-Hansen, V. (2017). Prediction of discomfort glare from windows under tropical skies. *Energy Buildings* 113: 107-120.

- [9] Y. Bian and Y. Ma, "Analysis of daylight metrics of side-lit room in Canton, south China: A comparison between daylight autonomy and daylight factor," *Energy and Buildings*, vol. 138, pp. 347–354, 2017.