

## **DETERMINACIÓN DE SATISFACCIÓN VISUAL POR MEDIO DE EVALUACIONES POST OCUPACIONALES EN EDIFICIOS NO RESIDENCIALES. EL CASO DE OFICINAS**

R. Rodríguez<sup>1</sup>, A. Pattini<sup>2</sup>.

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda - Instituto Ciencias Humanas Sociales y Ambientales (LAHV INCIHUSA)  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)  
Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas – CRICYT C.C.131 C.P. 5500 – Mendoza  
Tel. 0261-5244322 e-mail: rrodriguez@mendoza-conicet.gov.ar

**RESUMEN:** La satisfacción de los ocupantes es indispensable para la aceptación de soluciones que combinen iluminación natural y artificial en pos de una optimización energética. Se propuso una Evaluación Post Ocupacional (EPO) para evaluar el grado de Satisfacción Visual de los trabajadores de una institución pública del AMM. Se contrastan, entre diciembre de 2009 y diciembre de 2010, una serie de mediciones fotométricas objetivas con encuestas de satisfacción. Promediando las mediciones se presentan las tendencias observadas. Los niveles de iluminación se encuentran muy por debajo de las Normas, con niveles moderados de insatisfacción que tienden a aumentar al subir las lecturas de iluminancias. Se observó insatisfacción con la iluminación natural y que esta tiene mayor peso en la satisfacción visual global así como variaciones estacionales no detectadas con la iluminación artificial. La EPO se presenta como el método más apropiado para analizar espacios de trabajo desde las necesidades y preferencias de sus ocupantes.

**Palabras clave:** Satisfacción Visual, Iluminación Natural, Trabajo con PVD, Evaluación Post Ocupacional.

### **INTRODUCCIÓN**

La optimización energética de edificios se centra en el desarrollo y aplicación de estrategias más eficaces y eficientes de enfriamiento, calefacción y ventilación e iluminación. Para reducir el consumo energético para iluminar se recurre a sistemas de iluminación eléctrica eficientes e iluminación natural. Esto genera condicionantes en la forma del edificio, sus alrededores, orientación y áreas vidriadas, junto con la necesidad de aplicación de estrategias de control de la iluminación tanto natural como artificial. Un buen diseño de iluminación natural, además de los beneficios energéticos, suma beneficios que van desde una mejor salud (Wout van Bommel, 2006) hasta una mayor productividad (Heschong, 2002), logrando un incremento global de la calidad de iluminación (Veitch et al., 2007). El presente trabajo se centra en esos “efectos colaterales” del ahorro energético, posicionando a la iluminación natural como la clave para lograr iluminar no solo con eficiencia sino con calidad, satisfaciendo necesidades humanas con economía, ahorro de energía y bajo mantenimiento (Boyce, 1998). Un diseño de iluminación natural exitoso implica un compromiso con los factores mencionados, siendo la satisfacción de los ocupantes una condición necesaria e indispensable para la aceptación de las soluciones técnicas propuestas que combinen iluminación natural y artificial en pos de una optimización energética. (Galasiu & Veitch, 2006; Pattini, 2007). El problema que se presenta es el escaso desarrollo teórico y metodológico existente para cuantificar este indicador fundamental de la Calidad de Iluminación: la satisfacción del usuario, quien, en última instancia potenciará ese ahorro energético teórico por medio del uso del edificio.

En el marco de la tesis doctoral “Análisis de estresores visuales y cognitivos en trabajo de oficina con Pantalla de Visualización de Datos (PVD)” se desarrolló una herramienta subjetiva para la medición de la satisfacción con el medio ambiente luminoso de los ocupantes de espacios de trabajo y se aplicó como parte de una Evaluación Post Ocupacional en oficinas administrativas de la Ciudad de Mendoza. Se presentan los resultados y el marco teórico necesario para la generación de la misma.

### **MARCO TEORICO**

La oficina electrónica introdujo nuevas problemáticas de iluminación en espacios diseñados para oficinas en la década de 1980 (Blehm, Bishnu et al., 2005), como prevenir que las fuentes de iluminación naturales (ventanas) y artificiales (luminarias) produzcan deslumbramientos discomfortantes o incapacitantes en la PVD (Osterhaus, 1993). Un amplio cuerpo de conocimiento se ha desarrollado para predecir la sensación de confort visual, asociado a la ausencia de deslumbramiento psicológico, a partir de las condiciones de iluminación del espacio (Rubiho, Cruz et al., 1994; Bellia, Cesarano et al., 2008). Esta aproximación desde el confort visual no refleja la complejidad del fenómeno: La eficiencia visual es el primer eslabón en la cadena para el diseño y/o evaluación de un espacio iluminado, el segundo es considerar al confort visual del usuario. El tercer eslabón aquí propuesto es garantizar la satisfacción del usuario de ese espacio iluminado. Decimos que es el tercer eslabón porque el confort visual es una condición necesaria para la satisfacción visual pero esta última no es condición para el confort visual.

---

<sup>1</sup> Becario Doctoral CONICET

<sup>2</sup> Investigadora Independiente CONICET

Podemos definir a la satisfacción visual como la ausencia de disconfort visual –deslumbramiento- más opiniones positivas respecto al medio ambiente luminoso. La necesidad de definir conceptualmente y encontrar métricas de satisfacción aplicables en situaciones reales dirigió la búsqueda bibliográfica hacia una disciplina relativamente novel: La Usabilidad, desarrollada en el marco de la ingeniería en sistemas aplicándose originalmente al proceso de desarrollo y evaluación de software (Lindgaard, 2009). Desde ese entonces, la misma ha evolucionado hasta ser un enfoque de diseño aplicable a cualquier disciplina proyectual y en la evaluación y desarrollo de cualquier producto, haciéndose necesaria su medición en forma cuantitativa y cualitativa, desarrollándose y validándose métricas.

Definimos Usabilidad como la efectividad, eficiencia y satisfacción con que un grupo de usuarios específicos logra metas específicas en un contexto específico (ISO 9241/11, 1998; ISO 20282, 2006). En otras palabras, es la calidad de uso en un contexto. Conceptualmente su introducción en el diseño y evaluación de productos y espacios es fundamental porque implica un salto cualitativo desde un análisis funcional descontextualizado hacia un análisis centrado en el usuario: un espacio funcional no es necesariamente usable. Las propiedades físicas e inherentes del mismo, y su potencial teórico para causar un cierto efecto no lo hace usable en el mundo real. Esta norma introduce a la usabilidad como métrica de manera cuantitativa y cualitativa, mensurable de manera objetiva y subjetiva e introduce la satisfacción en el uso como componente de la calidad total de un sistema. El bienestar humano es un valor en si mismo y los sistemas deben permitir desarrollar el trabajo sobre niveles apropiados de satisfacción mas allá del desempeño y el confort.

La problemática de la Usabilidad en edificios ya ha sido abordada (Hansen, 2004) desde el espacio de trabajo y su contexto. El proyecto "The Knowledge Workplace" (Gjersvik & Blakstad, 2004), ha estudiado la relación entre el entorno físico, los aspectos organizacionales y las TICs. Su objetivo fue explorar métodos para medir como el entorno afecta la efectividad, eficiencia y satisfacción de los integrantes de una organización. Dentro de este marco se propuso aplicar esta metodología para analizar y evaluar de la iluminación de espacios de trabajo de oficinas con TICs. (Rodríguez & Pattini, 2008)

Se designan de diversas maneras a los métodos con los que se miden las características de uso de edificios: diagnóstico de edificios, evaluación de edificios por citar algunas. El problema con estos términos es que se centran en el edificio como un producto aislado y no como parte de un sistema que permita relacionar a ese producto con las necesidades y preferencias de los ocupantes a los que el mismo debe servir (Hansen, 2004) siendo incompatibles conceptualmente con un enfoque de Usabilidad. Las Evaluaciones Post Ocupacionales (EPO) fueron introducidas como metodología de medición en la década de 1960 como respuesta a los considerables problemas relacionados con la funcionalidad de edificios, específicamente desde el punto de vista del Usuario. La EPO se presenta como el método mas apropiado para aplicar métricas de Usabilidad porque permite identificar y evaluar diversos aspectos del desempeño de un espacio desde la perspectiva del usuario. Se comparan las diferencias entre el desempeño mismo del edificio en relación a las necesidades de los ocupantes detectando las maneras de mejorar desajustes entre ambos componentes del sistema habitable.

## MATERIAL Y METODOS

### Caso de estudio

Se diseñó un programa de mediciones en las oficinas administrativas de la obra social de empleados públicos de Mendoza (OSEP). El mismo, inaugurado en 2003 se encuentra emplazado en el área metropolitana de Mendoza, ocupa una parte importante de la manzana (imagen 1a). Posee accesos al norte, sur y oeste, estando su acceso principal hacia el norte (imagen 1b). La imagen 1b también muestra las condiciones de cielo con que fueron recolectados los datos. El edificio cuenta con un área de atención al público, sectores administrativos, auditoria médica, gestión contable e informática, call center y centro odontológico. Por su emplazamiento y cantidad y variedad de espacios de trabajo se decidió utilizarlo como caso de estudio.



Imagen 1a: Emplazamiento del Caso de Estudio. Imagen 1b: Fachada y condiciones de cielo

Se propuso un diseño intra-personas, donde el mismo trabajador es expuesto, durante un año, a diferentes escenarios de iluminación. El primer paso metodológico se denomina en inglés “walkthrough”, literalmente un paseo, que consiste en un recorrido por las instalaciones, registro fotográfico y entrevistas informales que permitan conocer las características del edificio y las primeras impresiones de los ocupantes. De esta etapa, realizada en diciembre de 2009 se seleccionaron los espacios a evaluar considerando no solamente las características de iluminación de los mismos sino también el compromiso y predisposición de los ocupantes, fundamentales para el éxito de una EPO. El programa de mediciones se desarrolla durante un año, desde diciembre de 2009 finalizando en diciembre de 2010. Dos sesiones de medición, cercanas al inicio (9:00 AM) y al final (15:00 PM) de la jornada laboral permiten encontrar a todos los ocupantes del espacio y se repiten al inicio de cada estación (Verano, Otoño, Invierno, Primavera). Una EPO basada en métricas de usabilidad permite obtener datos de Eficiencia, Eficacia y Satisfacción en el trabajo efectuado por el usuario. Dada la cantidad de puestos y las dificultades inherentes al estudio de espacios de trabajo reales los puestos se clasificaron en 3 categorías:

1- PUESTO GENERAL: Permiten conocer las características generales del espacio y los usuarios. Se recolectan los datos mínimos necesarios para su caracterización. Requiere un nivel mínimo de participación del empleado. Se obtienen datos fotométricos y subjetivos de Satisfacción

2- PUESTO TESTIGO: Puestos donde se detectan posibles desajustes entre demandas y esfuerzos visuales. Se recolectan datos en relación a estas demandas y esfuerzos. Nivel medio de participación del empleado. Se obtienen datos fotométricos, subjetivos de satisfacción y objetivos de deslumbramiento.

3- PUESTO CRITICO: Serie de puestos donde los usuarios indican desajustes entre demandas y esfuerzos visuales. Se recolectan todos los datos en relación a esfuerzos visuales y cognitivos. Nivel máximo de participación de los empleados. Se obtienen datos fotométricos, subjetivos de Satisfacción, y objetivos de Deslumbramiento, Eficiencia y Eficacia.

Dada la cantidad y variedad de espacios de trabajo disponibles se seleccionó una muestra compuesta por dos oficinas administrativas con PVD de planta abierta, una de ellas donde se realizan trabajos administrativo – contables (oficina 1A) y otra donde se realizan trabajos técnico – administrativos de informática y sistemas (oficina 1B). Ambas cuentan con iluminación natural y artificial complementarias, existiendo diferencias en su aventanamiento. Además se seleccionaron dos oficinas privadas con PVD, una de ellas sin ventanas o acceso a luz natural (Oficina 2A), a diferencia de la otra que cuenta con ventanas e iluminación natural (Oficina 2B). Todos los casos de estudio se caracterizan por no tener atención al público. En este artículo se presentan los resultados de la oficina 1B, en la Categorías Puestos Generales (Imagen 2a y 2b).



Imagen 2a y 2b: Vistas del espacio de trabajo evaluado.

La misma tiene orientación oeste y presenta un diseño de iluminación que combina iluminación artificial de tubos fluorescentes empotrados sin louver y spot empotrados con lámparas fluorescentes compactas.



Imagen 3a: Iluminación Artificial Otoño. Imagen 3b: Iluminación Artificial en Invierno. Imagen 3c: Iluminación Natural.

Esta oficina cuenta con una isla central de PDV y una serie de sectores semiprivados, también con PVD, divididos por paneles vidriados de 1,8 mts de altura. Este local alberga a 24 trabajadores que desarrollan sus actividades con distintos horarios de entrada y salida. Sin embargo es posible encontrar a todos los sujetos entre las 9 AM y las 16 PM.



Imagen 4a: Registro Fotográfico. Imagen 4b: Mediciones de Iluminancia horizontal. Imagen 4c: Aplicación encuesta

### Mediciones fotométricas

#### *Iluminancias:*

El equipamiento necesario es un sensor de iluminancia marca LMT con rango de 0,1 a 120.000 lux con corrector de coseno y filtro  $v$  de  $\lambda$ . La medición la realiza un equipo de 2 personas. La primera de ellas posiciona el sensor, se aleja, y hace la lectura en voz alta. La segunda persona registra por escrito los datos en la planilla correspondiente.

*Iluminancia Horizontal Interior:* Los niveles de iluminación se miden sobre el plano de trabajo de cada puesto, independientemente sea con PVD o no. Se tomará como referencia la tarea visual que realice el empleado, es decir se coloca el sensor preferentemente sobre documentación escrita eventualmente ubicada en el puesto o, en caso de no haber, en cercanías del teclado de su computadora. Para garantizar la correspondencia del dato obtenido con la situación real y cotidiana de uso no se requiere que el empleado abandone el puesto (Imagen 4b).

*Iluminancia Vertical Interior:* Los niveles de iluminación se miden en el centro de la PVD de los puestos que cuentan con esta tecnología, con el sensor apuntando hacia el trabajador. Para garantizar la correspondencia del dato obtenido con la situación real y cotidiana de uso no se requiere que el empleado abandone el puesto.

*Iluminancia Retiniana:* Los niveles de iluminación se miden con el sensor vertical apuntando al centro de la PVD de los puestos que cuentan con esta tecnología, por delante de los ojos del trabajador. Para garantizar la correspondencia del dato obtenido con la situación real y cotidiana de uso no se requiere que el empleado abandone el puesto.

*Iluminancia Horizontal Exterior:* Se toma una medición al inicio de cada sesión de directa y difusa. Se coloca el sensor en el piso en las inmediaciones de la fachada norte del edificio y se pasan las lecturas a la planilla de iluminancia. Es fundamental dejar un registro de la hora en el cuadro correspondiente para poder identificar los datos después y para poder realizar comparaciones con los datos de la estación permanente del CCT Mendoza.

### Mediciones Subjetivas

*Satisfacción Visual:* Por medio de un cuestionario auto administrado (imagen 4c) formado por diferenciales semánticos (ref) con escalas bipolares de cinco puntos con adjetivos opuestos en los extremos. El grado de satisfacción visual con el espacio consta de nueve aspectos diferentes: Iluminación Natural, Iluminación Artificial, Control de la Iluminación, Dimensión de las Ventanas, Vista desde las Ventanas, Uniformidad de la Luz, Reproducción de Colores, Temperatura, Dimensión de los Espacios. Los extremos en esta escala van de "Muy Satisfecho" a "Muy Insatisfecho", correspondiéndose a una escala numérica del 1 al 5. Para obtener una puntuación global de Satisfacción se promedia el puntaje de cada aspecto (Sauro & Kindlund, 2005)

### Registro Fotográfico

Al inicio de cada sesión (mañana y tarde) se toma una imagen de cielo con lente ojo de pez frente a la fachada del edificio (acceso principal). En una de las sesiones de cada estación se realiza un registro de cada espacio evaluado tomando fotos ojo de pez desde cada uno de los muros de cada espacio interior y una fotografía hacia el techo para poder registrar el estado de la iluminación artificial. Se toman todas las fotos que sean necesarias (imagen 4a).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Toda medición subjetiva puede ser contrastada con mediciones fotométricas objetivas. Una magnitud fotométrica muy usada en luminotecnia es la iluminancia horizontal ( $E_h$ ) sobre el plano de trabajo, que se corresponde con una tarea visual de lectura – escritura en papel. Esta magnitud se complementa con la iluminancia vertical ( $E_v$ ), mas apropiada para el trabajo con PVD. Además, en esta EPO se incorpora la iluminancia retiniana ( $E_r$ ), es decir la cantidad de luz que llega al ojo, fundamental para

conocer el nivel de adaptación visual y con ella la posibilidad de deslumbrarse, factor determinante para el confort visual. La normativa vigente (IRAM AADL, 1972) recomienda 500 lux sobre el plano de trabajo para oficinas, aunque no especifica valores de Ev o Er. Considerando estas normas, en el gráfico 1 se tomó como máximo valor en la escala a 500 lux.

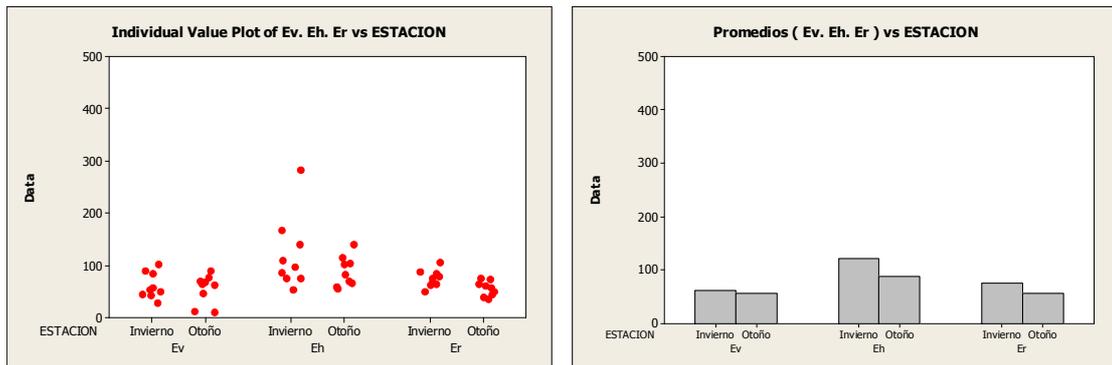


Gráfico 1a: Valores individuales de iluminancia. Gráfico 1b: Promedios de iluminancia por estación.

Los niveles de iluminación se encuentran muy por debajo de la norma en ambas estaciones. Con valores de iluminancia levemente superiores en invierno en todas las magnitudes consideradas. En este espacio con poca iluminación es donde se evaluó la sensación de Satisfacción Visual. Se comparan las sensaciones de Satisfacción Visual y síntomas de Discomfort Visual tomadas en otoño e invierno en la Oficina de Sistemas del Edificio Evaluado. En ambas estaciones se encuentran moderados niveles de Insatisfacción Visual (Promedio de Satisfacción = -0,9). El nivel promedio es coincidente en ambas estaciones (gráfico 2a), sin embargo, tal como puede apreciarse en el gráfico de valores individuales para cada estación (gráfico 2b), el resultado es producto de diferentes grupos de datos. Esta apreciación visual se confirma con las diferentes desviaciones estándar para Otoño (0,767) e Invierno (0,414).

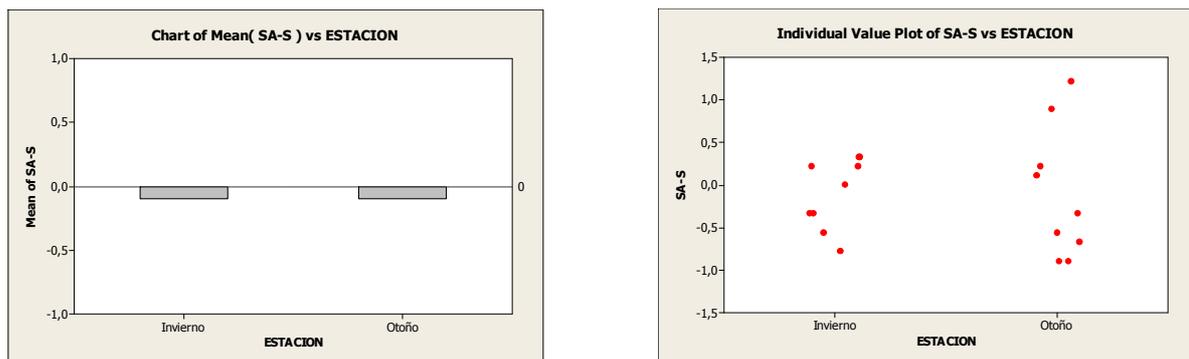


Gráfico 2a: Promedios Satisfacción Visual por Estación. Gráfico 2b: Valores individuales de Satisfacción por estación

		IN	IA	CI	DV	VV	UL	RC	T	DE	SV
Otoño	Media	-0,444	0,333	-0,333	-0,222	0,111	0,111	0	0,111	-0,333	-0,0988
	Desv Std	1,236	1,000	1,118	1,394	1,364	1,167	1,000	1,269	0,707	0,767
	Var	1,528	1,000	1,250	1,944	1,861	1,361	1,000	1,611	0,500	0,588
Invierno	Media	-0,111	0,444	-0,444	-0,111	-0,111	-0,333	0,111	0	0	-0,0988
	Desv Std	1,054	0,726	0,726	1,269	1,364	1,225	0,601	1,130	1,000	0,414
	Var	1,111	0,528	0,528	1,611	1,861	1,500	0,361	1,278	1,000	0,171

Tabla 1: Estadística descriptiva de Satisfacción Visual y sus dimensiones.

Queda ilustrado uno de los riesgos de realizar análisis estadísticos a partir de medidas de tendencia central: Enmascarar diferencias entre 2 grupos de datos dado que su promedio es el mismo. Por ello se decidió profundizar el análisis considerando el grado de satisfacción de cada una de las dimensiones que conforman la Satisfacción Visual. La tabla 1 muestra los valores promedio, desviaciones standar y varianzas para las estaciones estudiadas. En otoño la mayor insatisfacción es con la Iluminación Natural (IN), es decir no están satisfechos con la luz natural que tienen en su lugar de trabajo y la mayor Satisfacción es con la Iluminación Artificial (IA). Cabe destacar que la escala considerada tiene un rango de -2 hasta 2, siendo los promedios ligeramente superiores al cero debe considerarse como moderados tanto los valores positivos como negativos. Siguiendo con la descripción de las sensaciones de los ocupantes en otoño, tanto el control e la iluminación (CI) como dimensión de las ventanas (DV) y Dimensión de los Espacios (DE) presentan niveles de insatisfacción. Por otro lado los trabajadores se muestran satisfechos con la vista de las ventanas

(VV), la Temperatura (T) y la Uniformidad e la luz (UL). Respecto a la reproducción (RC) de los colores su opinión promedio es neutra. En invierno, la mayor insatisfacción se encuentra en la imposibilidad de controlar la luz y la mayor Satisfacción continua siendo con la iluminación artificial. La insatisfacción con la iluminación natural es menor así como la dimensión de las ventanas. La satisfacción con la Temperatura ahora es neutra, lo mismo que la Dimensión de los espacios. Esta ultima mejora puede deberse a la relocalización de dos puestos de trabajo en otro local, lo que aumenta la superficie de oficina por trabajador.

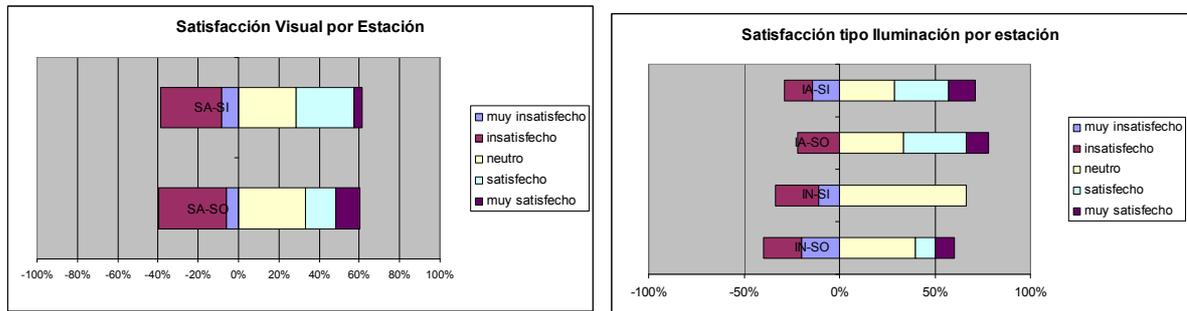


Gráfico 3a: Porcentajes de Satisfacción Visual por estación. Gráfico 3b: Satisfacción con iluminación natural y artificial.

El gráfico 3a muestra los porcentajes de trabajadores visualmente satisfechos en cada estación. En otoño (barra inferior), el 43% de los ocupantes refiere algún grado de Satisfacción Visual, mientras que el 22% de los mismos está Visualmente Insatisfecho. En invierno (barra superior) el 35% está satisfecho con su medio ambiente visual con igual porcentaje de insatisfechos. Es aquí donde comienzan a descubrirse las diferencias estacionales, a pesar de existir los mismos valores promedio de Satisfacción. En la Figura 3b se ilustran las diferencias de Satisfacción entre Iluminación Natural y Artificial por estaciones. La iluminación artificial presenta valores positivos de satisfacción (tabla 1) en ambas estaciones, con un 40% de personas con algún grado de Satisfacción para el otoño y un 56% de personas satisfechas en invierno. Los niveles de insatisfacción con la iluminación artificial se sitúan en un 30% para el otoño y un 11% para el invierno. Respecto a la iluminación natural, en ambas estaciones presenta valores negativos, es decir los ocupantes no están satisfechos con la iluminación natural de su espacio de trabajo. Para el otoño, un 44% de los individuos tiene algún grado de insatisfacción mientras que en invierno se sitúa en 33% de los participantes. Por otro lado, en otoño un 11% está satisfecho con la iluminación natural y un 33% en invierno. Considerando los valores negativos de Satisfacción con el tamaño de las ventanas y con el control de la Iluminación (Tabla 1) se concluye que la insatisfacción no es con la iluminación natural *per se*, sino con las prestaciones que el diseño de iluminación natural de ese espacio brinda a los ocupantes.

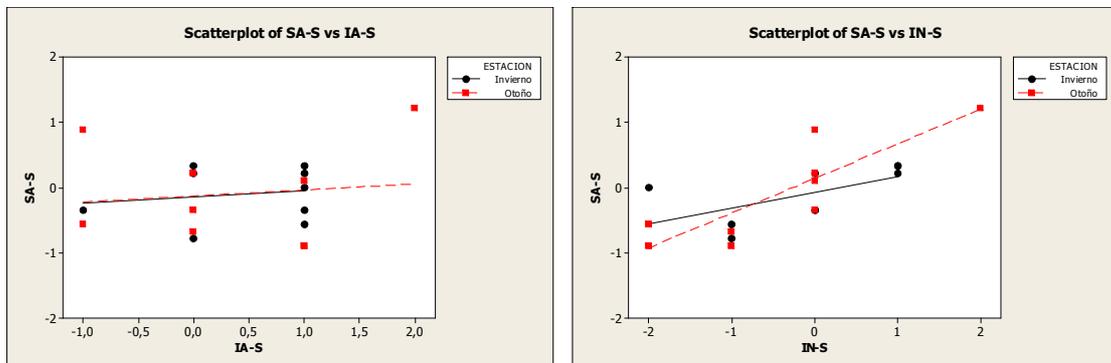


Gráfico 4a: Dispersión Satisfacción visual vs. Satisfacción Iluminación Natural. Gráfico 4b: Dispersión Satisfacción visual vs. Satisfacción Iluminación Natural.

Se analizó la relación entre la Satisfacción Visual y la satisfacción con la Iluminación Natural y artificial por medio de gráficos de dispersión (gráficos 4a y 4b) En el eje de las abscisas se ubica la variable independiente y en las ordenadas se ubica la variable dependiente. De esta manera puede observarse la relación entre las variables por medio de líneas de regresión. Si la misma tiene pendiente positiva, sugiere que al aumentar la variable independiente – satisfacción con la iluminación natural o artificial- aumenta la dependiente – satisfacción visual. La magnitud de esa pendiente indica que la relación entre ambas variables es más fuerte. Es evidente la existencia de una correlación positiva entre ambas variables en este caso ya que la satisfacción con el tipo de iluminación es parte de la satisfacción global. Se observa un fenómeno interesante en los gráficos obtenidos. Por un lado se observa un mayor peso de la satisfacción con la iluminación natural. Por otro lado, el aporte de la iluminación artificial a la satisfacción global aparece como independiente de la estación, con ambas curvas de regresión con la misma magnitud y pendiente. Es importante recordar que las características de la iluminación artificial se han mantenido constantes en los 3 meses transcurridos entre ambas mediciones. Las curvas de satisfacción con la iluminación natural muestran distinto comportamiento, con distintas pendientes en distintas estaciones climáticas. Estos datos indican una sensibilidad de las personas a las variaciones, medibles objetivamente con magnitudes fotométricas, de la cantidad de iluminación natural durante el año. Esta tendencia deberá ser confirmada a través del análisis del ciclo solar completo y repetirse en los otros espacios de trabajo que conforman esta EPO.

Los gráficos 5a, 5b y 5c muestran la relación entre iluminancias y satisfacción en relación a las estaciones consideradas. Se observa como a mayores niveles de iluminancia se corresponden mayores niveles de satisfacción visual, aunque esta correlación no es lineal ni constante entre estaciones. En otoño la pendiente es más pronunciada indicando que a menores cambios en los niveles de iluminación se corresponden mayores cambios de Satisfacción, es decir hay una mayor sensibilidad. Nuevamente estas tendencias deben confirmarse una vez completado el ciclo de mediciones con las correspondientes a primavera y verano.

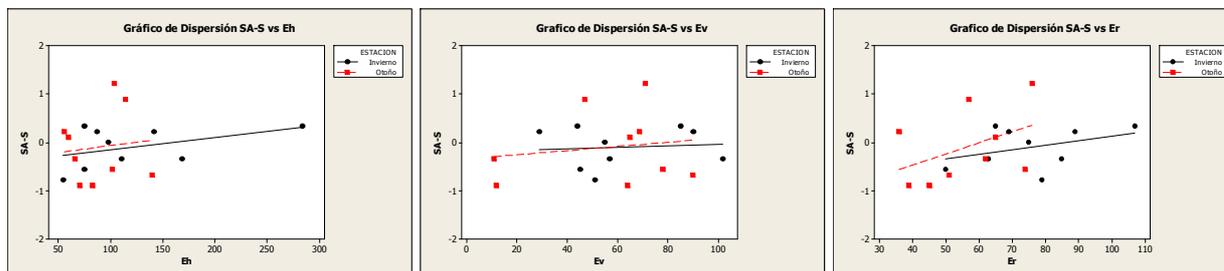


Gráfico 5a: Iluminancia horizontal vs. Satisfacción Visual. Gráfico 5b: Iluminancia vertical vs. Satisfacción Visual. Gráfico 5c: Iluminancia retiniana vs. Satisfacción Visual.

Esta relación positiva se observa con bajos niveles de iluminación como los encontrados en la oficina estudiada. Los datos obtenidos recuerdan a la curva de rendimiento visual – primer eslabón en la cadena de iluminación de calidad, en la cual a partir de un determinado nivel de iluminación el aumento de rendimiento reestabiliza formando un valle para luego comenzar a caer con el incremento de la cantidad de luz. Sería importante conocer el comportamiento de la curva de satisfacción en niveles de la norma y superiores para verificar cual es el punto en que, a mayores niveles de iluminación no existen mejoras en la satisfacción, considerando las mayores probabilidades de deslumbramiento y con ello la aparición de discomfort visual que atente contra la satisfacción visual del espacio. De esta manera podrá lograrse el punto de equilibrio entre satisfacción, desempeño y ahorro energético ya que, de no mediar estrategias de iluminación natural, más luz implica mayor consumo de energía.

## CONCLUSIONES

Un buen diseño de iluminación natural, además de los beneficios energéticos, suma ventajas que van desde una mejor salud hasta una mayor productividad. La satisfacción visual asociada a la luz natural favorece la aceptación de las soluciones técnicas propuestas que combinen iluminación natural y artificial en pos de una optimización energética. Sin embargo existe poco desarrollo teórico y metodológico para cuantificar el grado de satisfacción visual de los ocupantes de un espacio. Por ello se desarrolla un programa anual de mediciones en el edificio de la Obra Social de Empleados Públicos de Mendoza que permita aplicar y sistematizar herramientas de evaluación de satisfacción visual en distintos escenarios de iluminación reales. Se eligió como metodología la EPO porque se caracteriza por centrarse en el punto de vista del usuario para comparar las diferencias entre el desempeño mismo del edificio en relación a las necesidades de los ocupantes a los que el mismo debe servir. Se propuso un diseño intra-personas en el que se aplican métricas de usabilidad (eficiencia, eficacia, satisfacción). Se presentaron los resultados de satisfacción obtenidos durante la primera mitad del estudio para uno de los espacios de trabajo con PVD seleccionados.

Se encontraron niveles moderados de insatisfacción visual, de cuyas dimensiones se profundizó el análisis con la satisfacción con la iluminación natural (considerada insatisfactoria por los ocupantes) y la satisfacción con la iluminación artificial (considerada satisfactoria por los encuestados). Se exploró la relación entre la satisfacción visual global y las dos dimensiones descriptas encontrándose una mayor importancia relativa de la satisfacción con la luz natural respecto a la artificial en su peso en la satisfacción global. También se encontraron variaciones estacionales asociadas al dinamismo de la luz natural. Los datos fotométricos indican que el espacio estudiado posee niveles de iluminancia horizontal de origen tanto natural como artificial muy inferiores a los recomendados por las normas. Esta puede ser una de las fuentes de insatisfacción ya que se observó una tendencia positiva al correlacionar niveles de iluminación con la Satisfacción Visual. Sin embargo se hace necesario verificar de manera experimental hasta que punto esta correlación positiva se mantiene para encontrar un punto de equilibrio o meseta entre desempeño, confort y satisfacción visual y ahorro energético en una solución de compromiso. Siendo el espacio estudiado representativo de oficinas sin diseño de iluminación natural, se prevé contrastar estos resultados en un espacio de trabajo con “buen diseño” de la iluminación natural.

Se propone a la satisfacción visual como el objetivo a alcanzar una vez asegurados el desempeño y confort visuales. Mas allá de favorecer la aceptación y aprovechamiento de las soluciones de ahorro energético propuestas para iluminar eficientemente, el bienestar humano es un valor en si mismo y los sistemas deben permitir desarrollar el trabajo sobre niveles apropiados de satisfacción. En el estado del arte actual se tienen capacidades de diagnostico pero no predictivas. El estudio sistemático de las dimensiones de Satisfacción Visual en relación a las características físicas y fotométricas de los espacios considerando las limitaciones, necesidades y preferencias de los usuarios permitirán a futuro modelizar la satisfacción y lograr cuantificarla desde los inicios de un proyecto, como es posible hoy tanto con el confort como el desempeño visual.

## AGRADECIMIENTOS

Juan Manuel Monteoliva y Ayelén Villalba por su colaboración en la recolección de datos.  
Miriam Linares por su incondicional ayuda y compañía.

## REFERENCIAS

- Bellia, L., A. Cesarano, et al. (2008). Daylight glare: A review of discomfort indexes. Napoli, DETEC – Università degli Studi di Napoli Federico II: 10.
- Blehm, C., S. Vishnu, et al. (2005). "Computer Vision Syndrome: A Review." *Surv Ophthalmol* 50: (253-62).
- Boyce, P. (1998). Lighting quality: The unanswered questions. First CIE Symposium on Lighting Quality CIE015-1998, Vienna, Austria.
- Galasiu, A. D. and J. A. Veitch (2006). "Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylight offices: a literature review." *Energy and Buildings* 38(7): 728-742.
- Gjersvik, R. and S. H. Blakstad (2004). Towards Typologies of Knowledge Work and Workplace. Facilities Management. Innovation and performance. London/New York, Spon Press: 137-153.
- Hansen, G. (2004). Usability of workplaces. Innhold, begreper, kriterier. Trondheim, Norwegian University of Science and Technology.
- Heschong, L. (2002). "Daylighting and human performance." *ASHRAE Journal* 44(6): 65-67.
- IRAM-AADL (1972). Luminotecnia. Iluminación artificial de interiores. Niveles de Iluminación. IRAM-AADL. J 20 05.
- ISO (1998). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) Part 11: Guidance on usability. 9241/11.
- ISO (2006). Ease of operation of everyday products ISO. 20282.
- Lindgaard, G. (2009). "Early traces of usability as a science and as a profession." *Interacting with Computers* 21 350–352.
- Osterhaus, W. K. E. (1993). Office Lighting: A Review of 80 Years of Standards and Recommendations. Industry Applications Society Annual Meeting. Toronto, Ont., Canada. 3: 2365-2374.
- Pattini, A. (2007). Eficiencia Lumínica de dispositivos de control y difusión de la luz solar aplicables a ventanas en aulas, en la provincia de Mendoza, Argentina. DLLYV, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. San Miguel de Tucumán, Argentina, Universidad Nacional de Tucumán. PhD: 165.
- Rodríguez, R. and A. Pattini (2008). "Intervención pro – ambiental en un espacio de trabajo de oficina. Etapa I diagnóstico." *Avances en Energías Renovables y Ambiente* 12: 1223.1229.
- Rubiho, M., A. Cruz, et al. (1994). "Discomfort glare indices: a comparative study." *Applied Optics* 33(34): 8001-8008.
- Sauro, J. and E. Kindlund (2005). A Method to Standardize Usability Metrics Into a Single Score. CHI 2005, Oregon, USA.
- SHCP Task 21 (1999). Post occupancy evaluation of daylight in buildings. Gävle, International Energy Agency: 56.
- Hansen, G. (2004). Usability of workplaces. Innhold, begreper, kriterier. Trondheim, Norwegian University of Science and Technology.
- Van Bommel, W. (2006). "Non-visual biological effect of lighting and the practical meaning for lighting for work." *Applied Ergonomics* 37: 461-466.
- Veitch, J., J. Newsham, et al. (2007). Office Lighting Appraisal, Performance, and Well-being: A linked mechanisms map. CIE 26th Session, Beijing, Commission Internationale de l'Éclairage.

**ABSTRACT:** Occupants satisfaction is crucial for the acceptance of combined natural and artificial lighting solutions to achieve energy optimization. We proposed a Post Occupancy Evaluation (POE) to asses Visual Satisfaction on a public institution at Mendoza's Metropolitan Area. Objective photometric measurements are crossed with Satisfaction surveys between December, 2009 and December, 2010. Some tendencies are now presented. Lighting levels are below current normative, with mild levels of dissatisfaction that lower as illuminance grows. Occupants refer dissatisfaction with natural lighting and we observed that this variable is more important than artificial lighting for global visual satisfaction. Also, some seasonal variations in this weighting were absent in artificial lighting. POE remains as the most appropriate method to analyze workspaces from the user's point of view.

**Keywords:** Visual Satisfaction, Natural Lighting, VDT, Post Occupancy Evaluation.