

## **ANEXO 2 DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN DEL ALMACÉN DE PRODUCTO**

### **INTRODUCCIÓN**

El fin de este anexo es la justificación de la potencia eléctrica demandada en el almacén de producto y destinada a la iluminación del mismo, se recuerda que este valor era de 44kW del valor total de 65kW destinados al mismo. El resto, 21kW, se han incluido en la potencia total instalada en el almacén como potencia extra, que sería utilizada en el normal funcionamiento del mismo, y para el posterior dimensionado de los conductores eléctricos.

Al no existir inicialmente la instalación para alumbrado del almacén de producto, ha habido que diseñarla y calcularla.

Lo primero que hay que hacer notar es que, una buena iluminación tendría que estar definida a través de una serie de parámetros mínimos que, en todos los casos, debiera responder a los siguientes conceptos:

- ❑ Adecuado nivel de iluminación.
- ❑ Uniformidad del nivel de iluminancia.
- ❑ Limitación del deslumbramiento.
- ❑ Limitación de los contrastes de luminancias.
- ❑ Dirección de la luz y de sombras.
- ❑ Color de la luz y calidad de la reproducción cromática.

Se podría seguir cualquiera de los métodos existentes para este fin como son: método de lúmenes, método de UTE francés, de las Cavidades Zonales en Estados Unidos, método inglés BZ, etc. En este caso se opta por el primero, el método de los lúmenes, cuya formulación es una simplificación, muy válida, del complejo Método Básico de la CEI.

A continuación se detallan todos los pasos seguidos en este proceso.

## **DATOS DE PARTIDA**

Las características geométricas de la zona que se quiere iluminar son las siguientes:

- ✓ Longitud: 70m
- ✓ Anchura: 46m
- ✓ Altura mínima: 8m

Tratamiento de los materiales: techos horizontales contruidos con paneles a modo de falso techo, paredes a base de paneles metálicos galvanizados, y suelo de hormigón engomado.

En este caso no se van a tener en cuenta los niveles existentes en locales contiguos, dimensiones de ventanas, número de personal, decoración o posibles cambios de ella, etc.

Se ha considerado la zona a iluminar como un paralelepípedo de altura 8m. Ya que a esa altura se sitúa el falso techo de la fábrica, y por tanto en él irán colocadas las luminarias; siendo el techo real de la nave a dos aguas, y ocupando el espacio entre ambos por diversos equipos (cableados, conducciones varias, etc.).

## **NIVEL DE ILUMINACIÓN REQUERIDO**

Se fija según la naturaleza del trabajo, y en este caso se trata de un almacén de productos elaborados (botellas de vidrio, de PET y latas).

Así pues se recomienda un nivel de iluminación de 500 lux según el real decreto 486/1997 anexo IV(locales de exigencias visuales altas), con un color recomendado de WW (Warm White) BLANCA CÁLIDA o NW (Natural White) BLANCA NATURAL (Universal).

## **ELECCIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO Y LUMINARIAS**

Es de la mayor importancia que el nivel de iluminación sea uniforme.

Por razones de rendimiento y ahorro energético, al ser un almacén de grandes dimensiones, se ha optado por lámparas de Vapor de Mercurio, con las que se consiguen, además de buenos rendimientos luminosos, valores elevados de potencia.

La luminaria elegida es de la marca CARANDINI, modelo. CRE-1000/Hi, clase I, armadura de extrusión de aluminio posición horizontal, con tapas laterales de policarbonato color negro, incorpora placa portaequipos extraíble de acero galvanizado, regletas de conexión y toma de tierra. Reflector de revolución de chapa de aluminio brillantado y anodizado sujeto a la armadura mediante tres tornillos inoxidables, aro de seguridad y junta de elastómero. Cierre mediante vidrio templado de 5mm de espesor y junta de elastómero, grado de protección IP-65 inoxidable accesibilidad al equipo y a la lámpara sin herramientas.

Con equipo incorporado formado por soporte para aplafonar / Fijación a tubo de 12mm / Fijación cable-cadena y reja de protección, y lámpara de la marca OSRAM,

modelo HQL estándar elíptica de 1000W (Vapor de mercurio), flujo luminoso 58000lm, eficiencia luminosa 58lm/W, corriente de operación 7.5A, temperatura de color 3550K, luminancia 16cd/cm<sup>2</sup>, y base E40.

Por sus características esta solución proporciona un sistema de iluminación de tipo directo.

## **DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN**

Las características geométricas del local, que influyen en el diseño de la iluminación, se obtienen a través de un coeficiente denominado “Factor de Forma del Local” o “Índice del Local”.

En España y en la Europa Comunitaria, los fabricantes de luminarias que poseen tablas con diferentes factores utilizan exclusivamente el denominado “Índice del Local”, expresado para un tipo de alumbrado directo como:

$$K = a * b / (h * (a + b))$$

Donde:

$a$  es la longitud de la superficie a iluminar (m).

$b$  es la anchura de la superficie a iluminar (m).

$h$  es la altura desde el plano de trabajo (1m desde el suelo) al techo del almacén (m).

Y para nuestros datos:

$$K = 70 * 46 / (7 * (70 + 46)) = 3.96$$

Por otro lado se fijan los coeficientes de reflexión del techo, pared y suelo en función de la decoración prevista. Se considera que la reflexión del suelo es del 30%, de las paredes perimetrales de un 70%, y de un 70% para el techo, para no realizar un contraste excesivo que resulte fatigoso para los que trabajan en el almacén.

Interpolando en la tabla que proporciona los valores de los índices de reflexión en función del Índice del Local, se tiene el valor del factor de utilización de  $C_u = 80.88\%$ .

## **DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE CONSERVACIÓN**

Dadas las características del local y la certeza de un ambiente limpio, con reposición de las lámparas en caso de rotura; consideramos un factor de conservación de  $f_c = 0.8$ .

## **FLUJO LUMINOSO NECESARIO**

Se adopta la expresión:

$$\phi_t = E * A / (f_c * C_u)$$

Donde:

$\phi_t$  es el flujo luminoso total a instalar (lm).

$E$  es el nivel medio de iluminación (lux).

$A$  es el área de la superficie a iluminar (m<sup>2</sup>).

$f_c$  es el factor de conservación.

$C_u$  es el factor de utilización.

Así pues, se tendrá que:

$$\phi_t = 500 * 70 * 46 / (0.8 * 0.8088) = 2488254\text{lm}$$

## **CÁLCULO DEL NÚMERO DE LÁMPARAS Y DE LUMINARIAS**

Se emplea la fórmula para el número de lámparas:

$$N = \phi_t / \phi$$

Donde  $\phi$  es el flujo unitario de una lámpara, que es dato facilitado por el fabricante de la misma.

En este caso este valor es de 58000lm, así pues el número de lámparas es:

$$N = 2488254/58000 = 42.9 \cong 43 \text{ lámparas}$$

Se van a tomar un total de 44 lámparas para poder distribuir las uniformemente.

Ya que cada luminaria lleva una sola lámpara, el número de luminarias será también de 44.

La potencia total en iluminación será:

$$P = 44 * 1000 \text{ W} = 44\text{kW}, \text{ siendo } 1000\text{W} \text{ la potencia de una lámpara.}$$

## **SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO DE LAS LUMINARIAS**

Se dispondrán las luminarias equidistantes unas de otras y la mitad de dicha distancia respecto del perímetro, para conseguir con ello una distribución uniforme del nivel de iluminación.

Se elige colocar las luminarias en cuatro hileras de 11 luminarias cada una (4 luminarias en la dirección del menor lado y 11 luminarias en la dirección del lado mayor). La separación longitudinal (lado mayor) entre luminarias será de  $70/11 = 6.36\text{m}$ , y la separación transversal (lado menor) de  $46/4 = 11.5\text{m}$ . Así mismo, la separación de la última luminaria de una hilera respecto de cualquiera de los lados más cortos del perímetro será de  $6.36/2 = 3.18\text{m}$ , y respecto del otro lado  $11.5/2 = 5.75\text{m}$ .

La disposición de las luminarias queda detallada en el *Anexo 1, Plano 11*.

## **COMPROBACIÓN DEL FACTOR DE UNIFORMIDAD**

Observando la distribución elegida, vemos que se favorece la uniformidad de la iluminación, si bien el cálculo podría ajustarse más.

Al no existir un rigor excesivo en el tratamiento económico, y no siendo esta la finalidad principal de este proyecto, nos quedaremos con la solución elegida.