

Un Artículo Técnico de Aplein Ingenieros S.A.

Soluciones de videoproyección

LA IMPORTANCIA DE UN CABELLO DE MARILYN MONROE PARA TOMAR DECISIONES SOBRE LA DEFINICIÓN DE UN MURAL DE VIDEOPROYECCIÓN. ¿PERO DE QUÉ VA ESTO?

Estimado lector, imagino que a priori el título de este artículo pueda parecer poco serio y carente de sentido a la hora de plantearse el estudio de la inversión correspondiente a un mural de videoproyección. Permítame sin embargo asegurarle que, tal como se decía en tiempos en una petición de mano, mis intenciones son serias y decentes, aunque considere que los temas serios puedan plantearse con rigor de una forma no tan seria.

Escribo desde la experiencia, conseguida píxel a píxel, de haber participado como director técnico de APLEIN Ingenieros, S.A. en la instalación muchos murales de videoproyección en salas de control.

En APLEIN Ingenieros, S.A., como suministradores especializados de soluciones gráficas de este tipo, nos encontramos en un punto intermedio entre los clientes finales y casi todos los fabricantes de equipos, ya que el no estar atados a un solo fabricante concreto, nos permite tener una visión de conjunto enriquecida por las "tortas", perdón quiero decir "sugerencias", que de todos lados nos llegan.

El objetivo del artículo no es el de dar recetas que permitan decidir matemáticamente la configuración óptima de un sistema, ya que son tantas las variables y condicionantes a considerar que dudo que sea posible semejante fórmula mágica. Por otra parte, un tratado completo y exhaustivo del tema se saldría muy mucho de los límites de un artículo, así que lo que se pretende es dar un repaso general a dichas variables y condicionantes para resaltarlos, aportando en lo posible las reflexiones que la

experiencia nos ha aportado a nosotros previamente, de forma que su contenido resulte en una especie de guía sobre qué parámetros considerar para tomar la decisión final (Bueno, quizá la "casi final"), aconsejando que en dicho proceso se considere la aportación que un suministrador con experiencia previa en casos similares pueda proporcionar. Piénsese que una demostración real de equipos, o una visita a una instalación similar a la que se proyecta, dará normalmente mucha más información a la hora de tomar decisiones que docenas de valores numéricos tabulados de difícil interpretación, y de dudosa uniformidad a la hora de compararlos.

Respecto a lo del cabello de Marilyn, paciencia que se explica más adelante.

¿SEGURO QUE LA VERDAD ES LA VERDAD, LA DIGA AGAMENÓN O SU PORQUERO?

Pues miren, ni sí, ni no, sino todo lo contrario.

¿Qué no queda claro?

Permítaseme poner un ejemplo: Anunciábanse hace ya tiempo en televisión dos afeitadoras de marcas muy conocidas. Una de ellas era la mejor opción posible por que su cabezal estrecho permitía llegar a todos los rincones de la cara y dejar un afeitado perfecto. La otra era también la mejor opción posible por que su cabezal muy ancho permitía afeitarse muchos más centímetros cuadrados de cara por segundo, por lo que podíamos conseguir también un afeitado perfecto en muy poco tiempo.

A lo largo del tiempo he podido experimentar ambas máquinas, y siempre he tardado más o menos lo mismo en afeitarme, y el resultado final ha sido siempre parecido. ¿Será que recién

salido de la cama no está uno para sacarle el máximo partido a un aparato?, ¿será que hoy día no hay tanta diferencia entre las diversas tecnologías como para que las diferencias publicitarias sean tan determinantes como prometen?

¿Qué a dónde quiero llegar? Pues a aconsejar que a la hora de tomar decisiones se considere con mucho cuidado la información publicitaria de los diversos fabricantes, ya que aún admitiendo que es cierta toda ella, dicha información tiende a estar considerada de la manera más favorable para cada caso, y en muchas ocasiones no es totalmente comparable, por lo que una decisión basada en una simple tabulación comparando entre sí características individuales de los diversos componentes de un sistema puede resultar muy engañosa, y no llevarnos para nada a seleccionar una buena opción.

¡VOY A MONTAR UN GRAN MURAL DE VIDEOPROYECCIÓN!.... PERO..., PENSÁNDOLO BIEN, ¿PARA QUÉ?

Una cuestión previa que debe considerarse es la de aclarar muy bien los objetivos a alcanzar con el montaje de un mural. ¿Qué necesidades tenemos que cubrir, y por qué?

Muchas son las necesidades que pueden incitarnos a montar un mural para resolverlas, sin embargo las implicaciones que cada una de ellas puede tener en el proceso de decisión pueden ser muy diferentes.

¡Hagamos un ejercicio de "tormenta de ideas, brainstorming que dicen los sajones"!

Así, sobre la marcha, y sin red, ayúdenme a pensar en necesidades que se resolverían montando un mural de videoproyección (¡Digan en alto y sin miedo lo que se les ocurra!):

- Muchos operadores pueden ver a la vez la misma información.

- Puedo tener totalmente a la vista y de una sola vez toda la información de mi red, que es muy extensa.

- Puedo tener a la vez mucha información distinta, en diversas ventanas, y acceder a ella con un simple vistazo.

- Puedo ver más grande mi curva de beneficios, a ver si así acabamos de arreglar el año....

- Puedo tener a la vista varios servicios simultáneamente, vídeo de seguridad, estado de alarmas, videoconferencia, localización en el espacio de mis astronautas, últimas cotizaciones de bolsa,, y simplificarle la vida al supervisor, que, por cierto, anda muy estresado últimamente.

- Puedo mejorar la imagen de mi empresa ofreciendo información en tiempo real del estado de los procesos a los visitantes, a la prensa, a todos los empleados,

- Puedo ver como si estuviese en el campo la final del mundial de fútbol de....(¡Confiese, a que esta también se le había ocurrido a usted!)

- Puedo tener varios analistas estudiando simultáneamente la solución de un problema a partir de los datos en tiempo real que llegan de campo.

- Puedo dar formación de forma simultánea a un gran grupo de gente...etc.

Del análisis de las anteriores sugerencias, a las que ustedes habrán añadido muchas más, adecuadas a sus necesidades particulares, podemos empezar a determinar las características que deberían tenerse en cuenta a la hora de hacer

el estudio de la implantación de un mural.

DIMENSIONES Y FORMATO.

No tenemos las mismas necesidades para representar el estado de una línea de ferrocarril que para representar el sinóptico de un alto horno. Simplificando, en el primer caso necesitaremos un mural ancho y bajito, y en el segundo uno alto y estrecho.

Evidentemente, la simplificación anterior es excesiva, pero ilustra bastante bien a lo que nos estamos refiriendo.

Si la utilización principal del mural es la de presentar a toda pantalla imágenes de televisión o cine, la relación de aspecto de los lados del mural podría ser muy importante para no deformar la imagen y no tener zonas inutilizadas. Así, para el primer caso podría establecerse una relación 4:3, mientras que para el segundo sería más adecuado una de 16:9. Sin embargo, si la funcionalidad principal es la de presentar datos, gráficos o sinópticos, la relación de aspecto deja de tener tanta importancia.

La respuesta a las preguntas:

- ¿De qué espacio disponemos?
- ¿Qué vamos a representar en el mural y con qué grado de simultaneidad?
- ¿Cómo necesitamos distribuir dicha información?
- ¿Con qué frecuencia hay que cambiar dicha distribución?
- ¿Qué porcentaje del tiempo necesitaremos para cada distribución?

- ¿Hasta que punto vamos a estar limitados por una información cuyo formato ya existe y es inamovible, o vamos a tener libertad para modificar los formatos de presentación de la información?

Serán elementos clave a la hora de decidir tamaños y formatos, así como otros parámetros. Por cierto, que la última pregunta afecta a un aspecto que no suele considerarse, pero que nosotros pensamos que debería hacerse con mayor profundidad, que es el de evaluar y considerar muy a fondo la conveniencia de que los programas que presentan la información en el mural se adapten específicamente al nuevo formato, considerando globalmente que el destinatario de la información no es un solo operador que tiene esta en su terminal personal, justo delante de él, sino un colectivo que normalmente deberá apreciar las cosas de otra forma.

RESOLUCIÓN GRÁFICA TOTAL Y NÚMERO DE COMPONENTES CON QUE SE CONSIGUE.

Una determinada superficie de pantalla puede conseguirse con un solo proyector o con un mosaico de NxM. Las prestaciones, el precio inicial y el de mantenimiento, así como la calidad de la imagen total se verán muy afectadas por esta decisión.

La limitación de la agudeza visual humana, que para una persona con buena vista ronda el minuto de arco, junto con las características dimensionales de los elementos más pequeños a apreciar en pantalla, unida a la distribución de los destinatarios por la sala, serán los principales condicionantes de la que podríamos llamar necesidades de resolución superficial del mural. Una vez determinada esta, combinándola con las necesidades que comentábamos

en el apartado de dimensiones y formato, podremos llegar a tener una primer idea de cual deberá ser la resolución total del mural.

Una vez determinada la resolución total, sus dimensiones y su formato, podremos pasar al siguiente paso que será el de establecer la composición modular del mismo.

Las soluciones pueden ser varias, pero en general podemos afirmar que lo más adecuado es intentar minimizar el número de módulos del sistema. Hay que tener en cuenta que los puntos más conflictivos de un mural son las uniones entre los diversos módulos con que se crea el mosaico total, así que toda simplificación en ese sentido será positiva.

Desde el punto de vista de costes, hay que comparar lo que supone tener muchos proyectores pequeños y de poca potencia lumínica frente a pocos grandes y potentes. Lo normal es que, dado que los precios no crecen linealmente con las dimensiones del proyector, suele salir más barata la segunda solución. Hágase también un estudio del gasto de consumibles y mantenimiento a largo plazo, ya que las variaciones pueden ser muy importantes en función de la duración media de las lámparas, su coste y posibles necesidades de ajuste periódico de los proyectores.

Respecto a la calidad global de la imagen total, hay que insistir en lo que decíamos antes, las zonas más conflictivas son los bordes de cada una de las imágenes, y muy especialmente aquellas que empalman con otra adyacente.

Las diferencias de uniformidad del brillo de la imagen entre el centro y los bordes, las distorsiones geométricas de la óptica de proyección y las limitaciones de cada tecnología de montaje

de pantallas a la hora de concatenarlas físicamente son los elementos que más van a afectar a la calidad de la imagen global.

Evaluar cual será la importancia de dichas limitaciones depende mucho de los contenidos de la imagen a presentar, y aquí es donde entra en juego el mencionado cabello de Marilyn.

Seguro que todos ustedes han visto alguna vez en televisión cualquiera de las películas de Marilyn Monroe, Niagara por ejemplo. Se habrán fijado en los primeros planos de la cara. ¿Se han dado cuenta de con qué frecuencia un solo cabello rebelde se aparta del peinado y destaca sobre el fondo difuso y se precia perfectamente como si estuviese vivo dando una gran impresión de realismo? Pues bien, ¿cuál es el diámetro de un cabello?....., ¿y el tamaño de una tríada de fósforo en una pantalla de televisión?... ¿podemos afirmar que hay dos ordenes de magnitud como poco entre ambos?...., y sin embargo se ve perfectamente el cabello. Por otra parte, ¿han conseguido leer alguna vez los títulos de crédito del final de la película?, donde sale el nombre del chaval que traía las hamburguesas. ¡A que no!, y sin embargo las letras son mucho mas gordas que un pelo.

Conclusión.- La capacidad de proceso que tiene el cerebro humano para interpretar el contenido de una imagen es muy significativo, pero depende mucho de los contenidos, por lo que resulta muy difícil de determinar mediante una simple tabulación cual será el impacto que tendrá una determinada diferencia de x lo que sean (póngase la unidad de medida que toque) entre las características similares de dos sistema de proyección a la hora de intentar evaluarlos. Muy probablemente, si el caso del cabello de Marilyn se nos hubiese planteado al contrario, es decir,

que conocido el diámetro de un cabello estableciésemos el sistema gráfico capaz de representarlo, con bastante seguridad habríamos concluido que hoy por hoy no hay tecnología que lo consiga, y, miren, la televisión tiene ya más de 50 años.

¿Qué qué queremos decir con lo anterior? Pues queremos resaltar de nuevo la importancia de la experiencia previa, o de la visita a una instalación similar a la hora de evaluar el impacto que las limitaciones de una tecnología puedan tener en nuestra aplicación, ya que dependiendo de los contenidos y de los formatos los impactos de las limitaciones pueden ser muy distintos, y una buena evaluación puede evitarnos el elevar el listón de las especificaciones mas allá de donde sea realmente necesario.

BRILLO Y CONTRASTE EN LAS PANTALLAS.

Las necesidades de brillo y contraste en una pantalla dependen mucho del entorno en el que se vaya a ubicar el sistema. Las condiciones extremas de luminosidad del fanal de la torre de control de un aeropuerto no tienen nada que ver con las condiciones de cualquier sala de control de una planta petroquímica. Si además consideramos el caso de salas de control que quedan a la vista de público visitante, el margen de condiciones posibles se amplía de forma muy notable.

Como norma general podemos afirmar que, salvo para condiciones muy especiales como podría ser el fanal de la torre de control de aeropuerto que mencionábamos antes, cualquier módulo tiene una capacidad de brillo adecuada y suficiente para el entorno normal de una sala de control. Hay que pensar que los fabricantes diseñan sus productos para ser competitivos en el mercado, y que han dimen-

sionado todos los elementos para que sean funcionalmente adecuados.

Es preferible realizar un diseño cuidadoso de la iluminación general de la sala, donde se eviten luces puntuales que puedan incidir directamente sobre las pantallas, y se establezca una iluminación regulable, que intentar paliar esas deficiencias a base de forzar la luminosidad del mural para conseguir que se vea en cualquier caso.

Ante la duda, y siempre que no nos lo prohíba absolutamente el presupuesto, resultará más interesante incorporar pantallas de fondo negro y con tratamiento antirreflexivo en la superficie.

Respecto al contraste, es decir la relación de luminosidad entre los puntos más brillantes que se podrán presentar en la pantalla y los más oscuros, es un factor que nos proporcionan los fabricantes referido a sus proyectores, existiendo diferencias importantes entre las diversas tecnologías y sus niveles de implantación. Así, podemos hablar de factores que varían desde 1:100 hasta 1:1500 según los casos, sin embargo, la apreciación final de dicho factor en la pantalla se verá muy afectada por la iluminación ambiental y por las características de la pantalla que podrán dar lugar a una degradación significativa del mismo. En otras palabras, que la selección de un dispositivo capaz de dar un alto contraste, normalmente más caro que otros, puede verse boicoteada por una mala disposición de la iluminación ambiental.

Siguiendo con el contraste, ¿cuánto necesitamos?. Pues mire usted, para aplicaciones donde lo que se presenten sean solo datos y sinópticos cualquiera de los dispositivos de mercado vale, y hoy día es fácil tener dispositivos con un mínimo de 1:400 sin ningún problema. Otra cosa

será si pretendemos ver mucha televisión o imágenes fotográficas. En este último caso, cuanto mayor sea la capacidad de contraste del sistema más realista será la representación en pantalla.

Hay que tener en cuenta que en una proyección de imagen solo es posible enviar más o menos luz desde el proyector hacia los distintos puntos de la pantalla, y que el color negro es simplemente la ausencia de luz, y que hoy por hoy, salvo cuando se producen fenómenos de interferencia entre haces de luz coherentes como los de un láser, no es posible eliminar la luz de una zona de la pantalla por la proyección de "no luz" sobre la misma. En definitiva, que si tenemos una pantalla fuertemente iluminada por la iluminación ambiente de una sala, el negro más negro posible es el correspondiente a ese nivel de iluminación modificado por las características de reflectividad de la pantalla. Por otro lado, el blanco más blanco posible corresponde al máximo nivel de brillo que el proyector es capaz de enviar sobre un punto concreto. Si además tenemos en cuenta que el comportamiento del ojo no es lineal y que en la apreciación de brillo puede llegar a saturarse, podremos concluir que la comparación del parámetro de contraste por sí solo es de una importancia muy relativa a la hora de evaluar un sistema.

Respecto al factor de la luminosidad de los proyectores, suele aplicarse con mucha frecuencia la máxima de "Burro grande, ande o no ande". ¿De verdad creen que el mejor proyector es el más luminoso?. ¿Cuál es el objetivo?. ¿Tener la información adecuada en cada instante a la vista de los operadores de forma que estos trabajen seguro y descansados, o tostarlos ante un sol virtual que les cansa la vista y les obliga a utilizar gafas oscuras para llegar sin problemas

al final de la jornada laboral?. De nuevo, el factor de luminosidad por sí solo, sin correlacionarlo adecuadamente con el resto de factores del sistema, puede resultar tremendamente engañoso y conducirnos a tomar decisiones equivocadas.

¿Han pensado que un mayor nivel luminoso supone normalmente más consumo en la lámpara y menos duración de la misma?. ¿Han pensado también que cuanto más potente es la lámpara su precio aumenta significativamente, y que, si además como ya hemos dicho su duración se reduce, los costes de operación del sistema pueden crecer de manera prohibitiva?

En definitiva, que luminosidad en los proyectores la justa y necesaria para cada caso.

ÁNGULOS DE VISIBILIDAD Y TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE LAS PANTALLAS.

La distribución de los operadores en una sala de control, así como las dimensiones, formato y configuración modular del mural serán los condicionantes principales que de alguna forma afectarán a esta característica.

¿Hay ventanas en el entorno del mural? ¿Hay luminarias que no pueden ser tapadas mediante una pantalla? ¿Estamos diseñando una sala totalmente nueva, y tenemos libertad total para situar la nueva iluminación? Un descuido en este aspecto podría dar lugar a tener el espejo mágico de la bruja de Blancanieves en lugar de una superficie donde la visión es clara y confortable.

Las pantallas de los sistemas de retroproyección, que es el caso mayoritario en los murales de que estamos hablando, son elementos ópticamente activos que forman parte del sis-

tema de proyección. Idealmente deberían ser capaces de absorber toda la luz que les llega por la parte delantera, y difundir uniformemente toda la luz que les llega desde el proyector. La realidad es que existen diversos diseños que se acercan más o menos a ese ideal, por lo que en la práctica se impone un estudio cuidadoso de estos aspectos para conseguir no salirnos de presupuesto y evitar zonas ciegas en el mural.

El estudio de los ángulos de visibilidad es importante por dos razones fundamentales: Por un lado, podríamos tener zonas de la sala desde las que no se ve nada, lo que sería inaceptable, y por otro podríamos forzar a algunos operadores a posturas ergonómicamente inaceptables, con lo que ídem.

Otro factor relacionado con los ángulos de visión de las pantallas, normalmente menos relevante aunque su importancia depende de las aplicaciones, es el de la uniformidad de la luminosidad de la imagen en el mural. Dependiendo de la configuración modular del mural, de las características de dispersión de luz de las pantallas, de las características de uniformidad de los proyectores y de la posición relativa de los operadores, podemos encontrarnos con multitud de variantes: Desde sistemas en que la luminosidad es uniforme en toda la superficie de la pantalla, se vea desde donde se vea, hasta sistemas en los que desde cualquier sitio se aprecia un mosaico de zonas brillantes y oscuras que puede llegar a ser inaceptable. Como norma general podríamos decir que para sistemas del tipo de sinópticos con fondos negros y símbolos luminosos, la uniformidad de brillo del mural no es muy importante, mientras que en el caso de proyecciones de cine o vídeo puede ser fundamental.

Respecto al tratamiento superficial de las pan-

tallas, como norma general podríamos decir que la presencia de un tratamiento antirreflexivo es algo perfectamente deseable.

CAPACIDAD DE PRESENTAR TONOS INTERMEDIOS DE COLOR DE LOS PROYECTORES.

Esta es otra característica que no se suele mencionar demasiado, pero que puede tener su importancia dependiendo, como siempre, de las aplicaciones.

Para presentar la imagen de un sinóptico basta con disponer de unos pocos colores, y lo más importante será el poder distinguir fácilmente entre una situación normal, en verde, y otra anormal en rojo

Si nuestra aplicación tiene una fuerte componente en el ámbito de la imagen de televisión o cine, la capacidad de gradación de los colores por parte del proyector se convierte en algo fundamental. ¿Se imaginan una película de terror, normalmente muy oscura, proyectada en un sistema sin capacidad de gradación fina en la gama de los grises en el entorno del negro? ¿Serían capaces de saber donde está Drácula y donde está la chica?

TELEVISOR O GUIÑOL.

Mientras que en un televisor vemos en directo las imágenes de algo que sucede en cualquier otro lado del mundo, y todos los televisores ven lo mismo sin modificarlo, en un guiñol los protagonistas están ahí, interpretando la obra y adecuándola a las condiciones del momento, a las de cada entorno, en definitiva añadiendo riqueza al espectáculo. Pues bien, en el caso del mural podemos hacer una consideración parecida. Nos limitamos a presentar lo que están presentando ya otros, o hacemos una

representación nueva, adecuada al nuevo entorno y al nuevo público.

La electrónica de los murales de videoproyección puede configurarse desde la solución más simple, que es la de capturar de alguna forma la imagen generada en terminales ya existentes y presentarla en un tamaño muy grande, hasta el otro extremo en que la información presentada sea elaborada totalmente en el mural y presentada en el mismo aprovechando todas las posibilidades que su gran formato permite. Evidentemente entre ambas soluciones hay toda clase de estados y de combinaciones intermedias.

Aconsejando como solución más interesante la del guiñol, cualquiera de ellas implica reflexionar acerca de los siguientes aspectos:

1. ¿Cómo se interconectará el mural con el resto de los sistemas del centro de control?
2. ¿Cómo se capturará la imagen existente en otros terminales para presentarla finalmente en el mural?
3. ¿Qué capacidad de máquina necesitaré para procesar adecuadamente toda la información a representar?
4. ¿En qué sistema operativo basar el mural?
5. ¿Qué operador/es controlará el mural y desde donde?
6. ¿Me interesa instalar algún software específico de control de murales?

En lo relativo al aspecto 1, la conexión en red local, típicamente Ethernet, suele ser la respuesta más común.

En lo relativo al 2, hay soluciones hardware y software. Las primeras implican cableado, y muchas veces distribuidores de señal específicos, lo que en conjunto suele ser un engorro y

encarecer el sistema. Las segundas suelen consumir un ancho de banda de la red local que depende mucho de la aplicación y exigen la instalación de software específico en los terminales que se capturan, desaconsejables para los casos de vídeo, pero con muy buenos resultados para los casos de sinópticos.

En lo relativo a 3, casi todos los sistemas están basados hoy en día en soluciones PC, así que, salvo por el tamaño final de las imágenes, aplican las mismas reglas que para cualquier otro sistema multitarea.

En lo relativo a 4, allá cada uno con sus filias y fobias. En el mundo hay murales basados tanto en Windows como en Unix.

Lo relativo a 5 implica pensar algo más. ¿Habrá un solo operador responsable del mural, o serán varios y entonces deberá establecerse un mecanismo de prioridades para que no se interfieran? De nuevo la solución dependerá mucho de las características de la aplicación.

En lo relativo a 6, salvo que la operación del mural implique muchos cambios de escenario frecuentes y repetitivos, de forma que un software adecuado permita automatizar los cambios, la respuesta es no. Si no, el propio sistema operativo del mural será bastante para su control.

SIES Y NOES A APLICAR EN UN MURAL DE VIDEOPROYECCIÓN.

- Presentar en general información gráfica, muy clara, con símbolos y textos grandes y donde no sea necesario apreciar detalles pequeños para entenderla.

- Evitar la presentación de texto abundante o tablas numéricas densas. No hay quien lo lea.

- O
- C
- I
- N
- C
- E
- T
- O
- L
- U
- C
- I
- T
- R
- A
- Procurar que los sinópticos tengan fondos oscuros o negros.
 - Evitar fondos brillantes y uniformes. Enseguida "cantan" mucho las faltas de uniformidad de los proyectores.
 - Evitar imágenes cuyo estado normal sea muy brillante. Cansan al operador.
 - En los sinópticos evitar líneas horizontales o verticales de solo 1 o 2 píxeles de grueso. Pueden coincidir con un empalme entre pantallas y dejar de verse.
 - En los casos en que se presente imagen, capturada por cualquier medio, de una pantalla existente, y que haya que escalarla, procurar utilizar programas que en el escalado hagan interpolación y composición de píxeles, ya que los métodos de simple duplicación o de simple eliminación dan lugar a textos ilegibles, o a pérdidas de información.
 - Evitar iluminaciones directas sobre las pantallas. Los reflejos no dejan ver la imagen.
 - Estudiar muy bien, a priori, el reparto de ventanas de información que se pretenderá tener simultáneamente en el sistema, así como sus dimensiones y relación de aspecto. Con frecuencia, no caben, se superponen, y no hay quien maneje la información de una forma adecuada.
 - Cuidado con el humo de tabaco y el polvo. Son dos grandes enemigos de estos sistemas.
 - No olvidar que periódicamente hay que cambiar las lámparas. Prevean acceso fácil para esa operación de mantenimiento, ya que normalmente la tendrá que hacer usted, y conozco a quien anda detrás de Spiderman para contratarle

para esto. Por cierto, que aquel mural quedo ocupando muy poquito sitio.

- Volviendo a las lámparas, asuma que son un consumible y que tienen un coste muy significativo, y que prolongar su utilización muy por encima de lo que aconseja el fabricante puede tener repercusiones negativas en el sistema.

DESPEDIDA.

¡Aún leyendo!, y ¿ha encontrado la referencia al cabello de Marilyn? Eso es que ha debido de leer casi todo. ¡Gracias!, y espero haber aportado algo más que confusión sobre el tema. Si le he aburrido, ¡lo siento!, intentaré mejorar en el futuro.