

## 7.- PERFILES DE DEMANDA

### 7.1.- Optimización de los consumos eléctricos

Para el objeto del proyecto se hace imprescindible, como primer paso para el autoabastecimiento eléctrico, optimizar los consumos eléctricos según las necesidades a satisfacer, ya que en la mayoría de los casos éstas pueden ser cubiertas con consumos inferiores a los que actualmente existen, bien por derroche energético o bien por equipos poco eficientes. De no hacerlo supondría un sobredimensionamiento de las centrales a instalar, con el consiguiente sobre coste económico que esto conllevaría.

Las medidas correctoras de los consumos eléctricos dependen de la naturaleza de éstos. Por tanto, se distinguirán a priori 3 grupos de suministros eléctricos susceptibles de optimizar:

- Alumbrado público.
- Semáforos.
- Edificios y dependencias municipales.

En cada uno de éstos existen dos tipos de medidas correctoras del consumo eléctrico; las que atienden a la cantidad de energía consumida (minimizar la energía a consumir para una necesidad concreta) y las que corrigen el uso temporal de ésta (consumir la energía sólo cuando es necesario).

A continuación se muestra brevemente las posibles actuaciones a realizar en cada uno de los grupos mencionados.

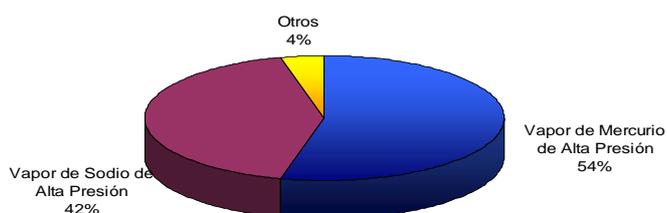
#### 7.1.1.- Alumbrado público.

Una de las características principales de este grupo radica en la predecibilidad de la demanda de potencia y de energía, ya que el alumbrado público tiene, en general, perfectamente caracterizada su curva de demanda, más aún una vez implementadas las medidas de ahorro que a continuación se describen.

#### Sustitución de lámparas

En alumbrado público podemos encontrar las siguientes tipologías de lámparas (aunque la presencia de algunas de las siguientes tipologías en alumbrado público exterior es prácticamente nula):

- Vapor de Mercurio de Alta Presión.
- Vapor de Sodio de Alta Presión.
- Vapor de Sodio de Baja Presión.
- Halogenuros Metálicos.
- Lámparas de Luz Mezcla.
- Lámparas Halógenas.
- Fluorescentes.
- Fluorescentes compacto.



Gráfica 15.- Porcentaje de tipos de lámparas usadas en los ayuntamientos andaluces..  
Fuente: Agencia Andaluza de la Energía (AAE)

Como se observa, la lámpara más comúnmente utilizada en el alumbrado exterior es la de vapor de mercurio. Sin embargo, este tipo de lámpara tiende hoy en día a ser sustituido, en las zonas sin exigencias de color, por lámparas de mayor eficacia como son las lámparas de sodio a alta o baja presión.

En el caso de las lámparas de sodio de alta presión, su elevada eficacia las hace especialmente aconsejables, bajo la óptica energética, en zonas donde los requisitos de color no son críticos.

Como se observa en la siguiente tabla, la disminución del consumo energético proviene de sustituir las lámparas de Vapor de Mercurio por lámparas de Sodio de Alta Presión de menor potencia, manteniendo los niveles de luminosidad exigidos.

Equivalencia de potencias de LVMAP y LVSAP		
VMAP	VSAP	Ahorro
80 W	50 W	37,5%
125 W	70 W	43,6%
250 W	150 W	40,0%
400 W	250 W	37,5%
Ahorro medio		39,7%

Tabla 28.- Equivalencias de potencias entre LVMAP y LVSAP.  
Fuente: Agencia Andaluza de la Energía (AAE).

Las lámparas de sodio de baja presión, a pesar de ser la solución de mayor eficacia existente en la actualidad, poseen grandes dimensiones que pueden determinar, en muchos casos, su escasa utilización. A esto se debe unir su mala reproducción cromática, haciendo que no sean aplicables en gran parte de las situaciones.

Para lámparas instaladas en zonas de altos requerimientos cromáticos (luz blanca) se aconseja que se usen lámparas de halogenuros metálicos, que presentan un comportamiento energético mejor que el de las lámparas de vapor de mercurio emitiendo una luz de parecidas características. En la actualidad se están desarrollando las lámparas de tecnología LED, que al emitir luz blanca, se postulan como las sustitutas ideales de las lámparas de halogenuros metálicos, debido a presentar una mayor eficiencia lumínica.

### Instalación de elementos de maniobra

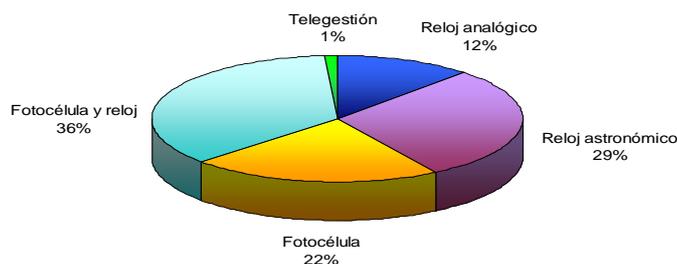
Uno de los factores que más pueden incidir en el consumo energético de las instalaciones de alumbrado público es su sistema de mando, control y mantenimiento.

Los costes derivados de una mala actuación y las causas que originan se pueden resumir en:

- Alumbrados apagados o encendidos a destiempo con el consiguiente despilfarro energético.
- Materiales defectuosos y deterioros de la instalación por prolongación de situaciones de avería.
- Mala uniformidad con peligro de accidentes.

Los elementos de maniobra existentes son los siguientes:

- Reloj analógico.
- Reloj astronómico.
- Fotocélula.
- Fotocélula y reloj.
- Telegestión.



**Gráfica 16.- Porcentaje de tipos elementos de maniobra usados en los ayuntamientos andaluces..**  
**Fuente: Agencia Andaluza de la Energía (AAE)**

Cada una de estas tecnologías presentan características distintas en cuanto a aspectos técnicos y económicos, si bien todas redundan en un mejor control del encendido y apagado de los equipos que conforman el alumbrado público, por lo que suponen todas ellas un ahorro en la demanda de energía, a la vez que ayudan a uniformizar la curva de demanda en lo que respecta al alumbrado público, con los consiguientes beneficios (citados anteriormente) para el objeto del Proyecto.

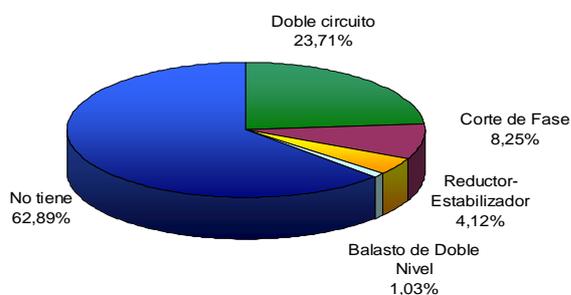
### Instalación de elementos de reducción de flujo

Estos elementos consisten en la reducción del flujo desde el punto de funcionamiento nominal a otro punto de potencia reducida, ya que las necesidades de iluminación en el alumbrado público no son las mismas a primeras horas de la noche que a altas horas de la madrugada.

Esta regulación del flujo se puede hacer tanto punto a punto (de luz), como en cabecera, presentando ciertas diferencias en cuanto a aspectos técnicos y económicos, si bien el fin último es el mismo, la reducción del flujo y por tanto la reducción de la potencia demandada en ciertas horas de funcionamiento.

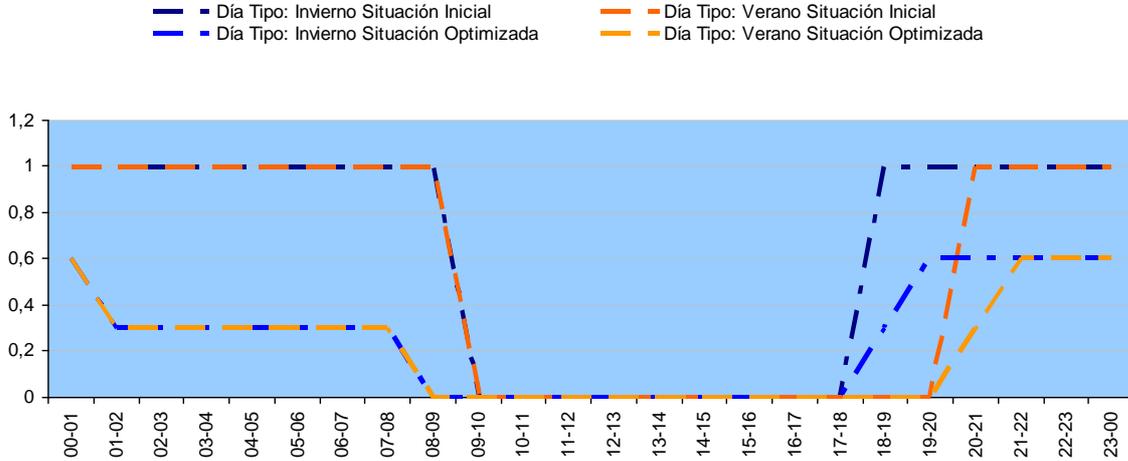
Las tecnologías existentes de reducción de flujo son las siguientes:

- Doble Circuito.
- Reductor-Estabilizador.
- Balasto Electromag. de Doble Nivel.
- Corte de fase.
- Balasto Electrónico.



**Gráfica 17.- Porcentaje de tipos elementos de reducción de flujo usados en los ayuntamientos andaluces..**  
**Fuente: Agencia Andaluza de la Energía (AAE)**

Una vez realizadas las actuaciones descritas, la curva de consumo eléctrico en alumbrado público puede ser considerada optimizada. En la siguiente gráfica se muestra la variación existente entre el consumo antes de la optimización y después de ésta (en función de la potencia instalada antes de la optimización).



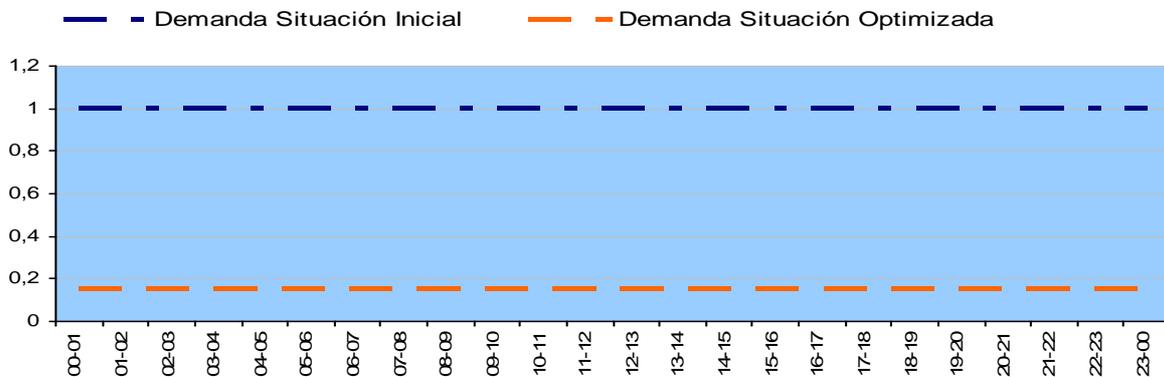
Gráfica 18.- Perfiles de demanda eléctrica, pre y pos optimizada, en alumbrado público para distintos periodos. Fuente: Elaboración propia.

### 7.1.2.- Semáforos.

Las actuaciones que se proponen en los semáforos consiste en la sustitución del grupo óptico de luz, comúnmente de incandescencia o halógenas, por los grupos de diodos emisores de luz (LEDs).

La instalación de la tecnología LED es muy sencilla y produce grandes ahorros. Tradicionalmente las lámparas usadas en los focos de luz de los semáforos son de 70 W y son sustituidas por módulos LEDs de 10 W (aproximadamente).

A continuación se muestra la variación existente en el consumo eléctrico semafórico:



Gráfica 19.- Perfiles de demanda eléctrica, pre y pos optimizada, en semáforos. Fuente: Elaboración propia

La actuación que se ha propuesto para reducir el consumo energético semafórico consiste en la sustitución de las lámparas incandescentes por lámparas de diodos LEDs de 10 W. Esta sustitución conlleva una disminución de la demanda energética diaria o de la demanda de potencia entorno a un 85%.

### **7.1.3.- Edificios y otras dependencias municipales.**

La metodología más extendida a la hora de acometer una actuación de ahorro energético en un edificio, en este caso municipal, se basa en realizar un diagnóstico energético del edificio en cuestión, en la identificación de sus puntos débiles y en la elaboración de una serie de propuestas de soluciones. Una vez realizado este análisis se está en condiciones de elaborar un plan de actuaciones en el que se consiga abordar de forma óptima las medidas de ahorro energético implementables en el edificio, de forma que se consigan las mayores cotas de rentabilidad energética, económica y medioambiental para un nivel de inversiones determinado.

A continuación se relacionan las principales acciones a llevar a cabo en la metodología que actualmente está siendo más usada en la realización de los diagnósticos energéticos en edificios.

- a. Inspección técnica del edificio, de los sistemas de climatización, producción de ACS y equipos consumidores de energía en general.
- b. Análisis de la situación energética actual y desglose de los consumos.
- c. Análisis de la eficacia de los equipos consumidores de energía.
- d. Estudio de los sistemas de climatización y producción de ACS.
- e. Medidas de ahorro en epidermis.
- f. Estudios de viabilidad de sistemas alternativos.
- g. Estudio de la Iluminación.
- h. Plan de Actuaciones.

Debido a la inmensa variedad en cuanto a tipología de edificios y/o instalaciones, y por tanto de sus usos, no se puede hacer una generalización de los resultados, ya que éstos dependerán de las características de cada uno.

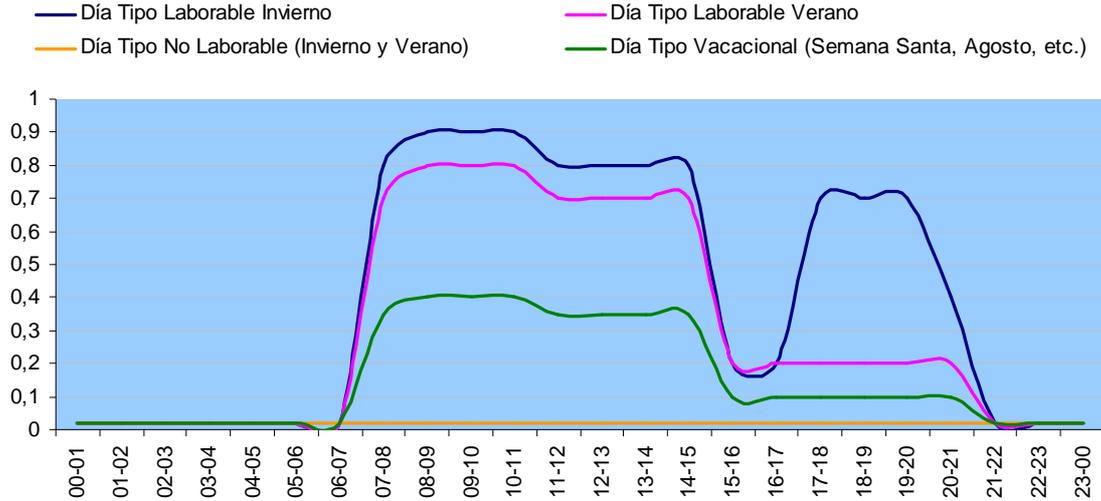
Por tanto, para cada edificio o instalación, hay que definir tantos Días Tipo de demanda de potencia como sean necesarios, en función de los usos de cada dependencia, si bien, en determinados casos, se podrán agrupar ciertos edificios que por sus usos las curvas de demanda en determinados Días Tipo fueran lo suficientemente aproximadas.

En este apartado es de suma importancia la distinción entre la potencia instalada y la potencia demandada. Esta distinción se llevará a cabo mediante un "coeficiente de simultaneidad", que deberá ser estimado durante la auditoría a realizar en cada edificio y/o instalación municipal. Este coeficiente representa el porcentaje máximo de la potencia instalada en cada edificio y/o instalación municipal que es demandada instantáneamente. De cara al objeto del Proyecto, su no inclusión acarrearía un sobredimensionamiento de los sistemas de autoabastecimiento.

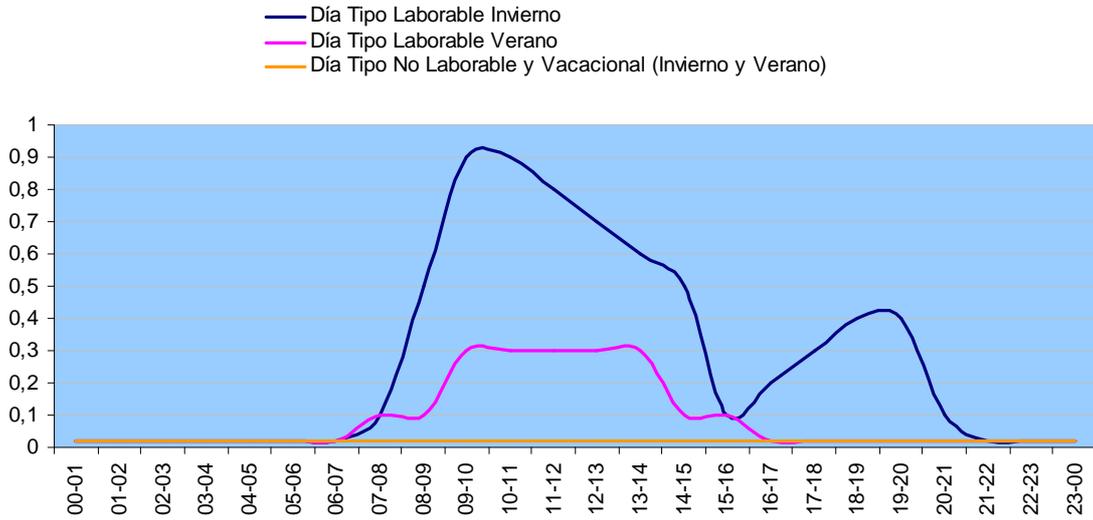
En concreto, una primera aproximación clasificaría las dependencias municipales en los siguientes grupos:

- Oficinas (Centros administrativos, asociaciones vecinales, culturales, etc.)
- Centros educativos (colegios, guarderías, bibliotecas, etc.)
- Centros 24 H (Policía local, Urgencias Médicas, Protección Civil, etc.)
- Instalaciones deportivas (Polid deportivos, gimnasios, piscinas, etc.)
- Centros ocio (teatros, cines, etc.)

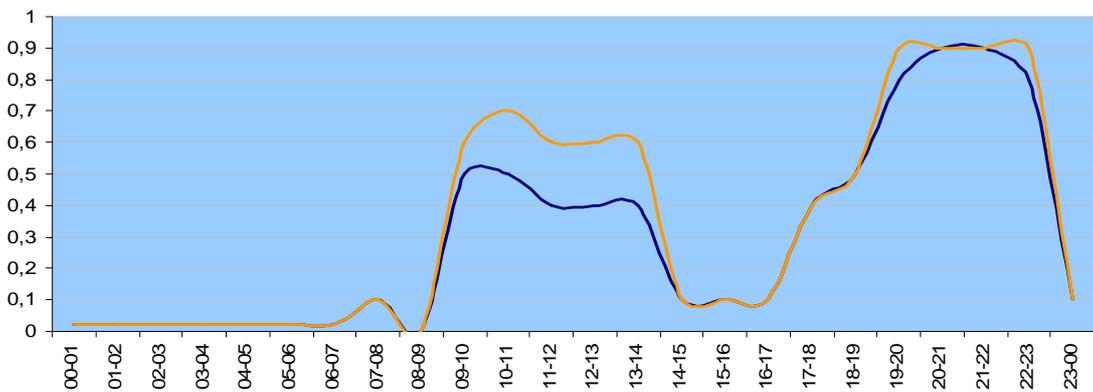
A continuación se muestran las curvas de demanda de potencia eléctrica ya optimizadas para los grupos de edificios anteriores, ya que por lo anteriormente comentado, las curvas de demanda eléctrica de las dependencias municipales sin optimizar no atienden a ningún patrón predecible o al menos éste es altamente variable.



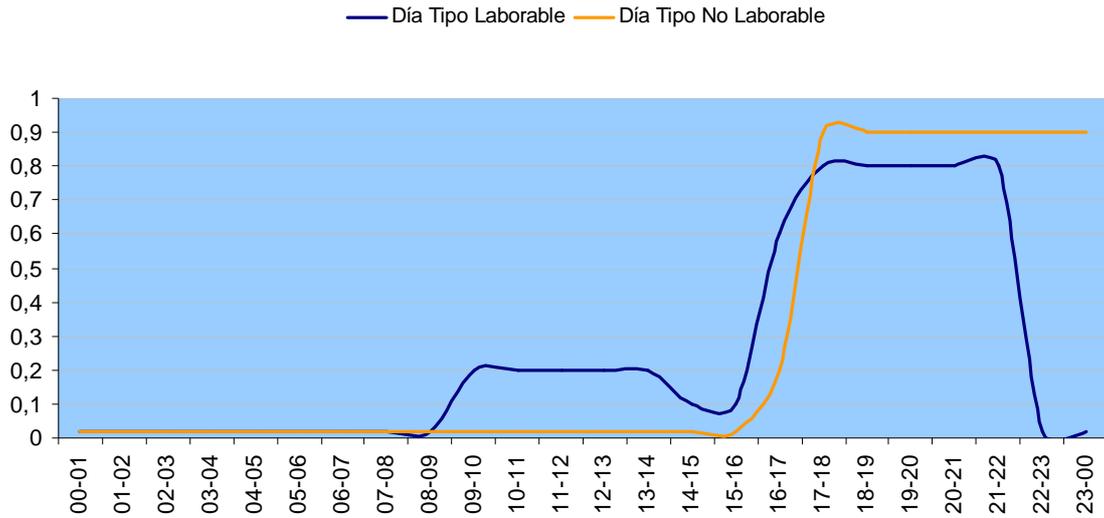
**Gráfica 20.- Perfiles de demanda eléctrica en edificios administrativos una vez optimizado.**  
Fuente: Agencia Andaluza de la Energía y elaboración propia.



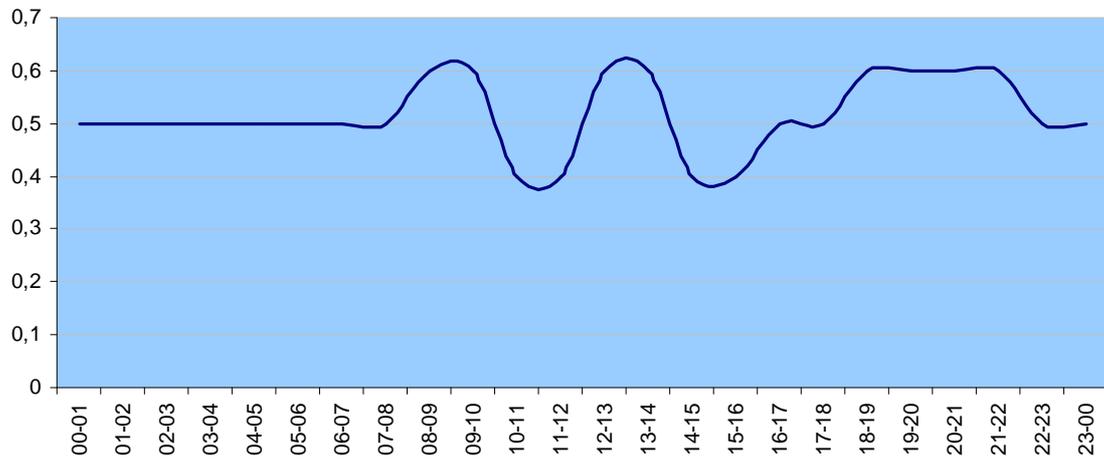
**Gráfica 21.- Perfiles de demanda eléctrica en edificios docentes una vez optimizado.**  
Fuente: Agencia Andaluza de la Energía y elaboración propia.



**Gráfica 22.- Perfiles de demanda eléctrica en instalaciones deportivas una vez optimizado.**  
Fuente: Agencia Andaluza de la Energía y elaboración propia.



**Gráfica 23.- Perfiles de demanda eléctrica en centros de ocio una vez optimizado.**  
Fuente: Agencia Andaluza de la Energía y elaboración propia.



**Gráfica 24.- Perfiles de demanda eléctrica en centros de ocio una vez optimizado.**  
Fuente: Agencia Andaluza de la Energía y elaboración propia.

## 7.2.- Determinación de la potencia demandada.

En el apartado anterior se han mostrado las curvas de demanda tipo de los distintos grupos de consumo eléctrico. Estas demandas vienen representadas en “tanto por uno”, por lo que para terminar de caracterizar el perfil de demanda de un ayuntamiento concreto es necesario dotar a estas curvas de carácter cuantitativo.

La máxima potencia demandada en cada uno de estos grupos es, según las curvas del apartado anterior, el parámetro necesario para la caracterización. No se debe confundir esta potencia máxima demandada con la potencia instalada. El “factor de simultaneidad” debe ser tenido en cuenta, sobre todo en los edificios, ya que todos los equipos demandantes de potencia no lo hacen a la vez, por lo que de no considerar este factor se incurriría en un sobredimensionamiento de las centrales generadoras.

A continuación se muestra la siguiente tabla en la que se relacionan los valores tipo, en intervalos, de los parámetros anteriormente mencionados, ya que en general, su obtención real requeriría de un estudio detallado de todas las instalaciones municipales.

Nº Habitantes	Alumbr. Público (Kw/hab)	Semáf. (W/hab)	Edificios y otras dependencias (kW/hab)	Otros y Temporales (kW/hab)
0-10.000	0,032	0,00	0,063922	0,05892
10.000-20.000	0,020	0,34	0,040145	0,019477
20.000-adelante	0,018	0,18	0,0338	0,002106

Tabla 29.- Potencias demandadas en los distintos grupos de consumos eléctricos según poblaciones.  
Fuente: Agencia Andaluza de la Energía y elaboración propia.

En el caso del alumbrado público, la potencia instalada no debe diferir de la máxima potencia demandada, sobre todo una vez optimizados estos consumos. Con los valores mostrados en la tabla anterior y las curvas de carga correspondientes a este grupo de suministros, es inmediato obtener la curva horaria de demanda de energía para los distintos días tipo.

En el caso de los edificios y otras dependencias municipales, no se aconseja aplicar el mismo método que con el alumbrado público o los semáforos, ya que en la tabla anterior no aparecen disgregados los edificios según sus usos. Por tanto, la forma de proceder será agrupar a los edificios y/o dependencias según sus usos, y cuantificar entonces máxima potencia demandada como suma de todos los edificios de cada grupo. En este proyecto, la cuantificación de esta potencia se realizará a partir de la facturación eléctrica. Con ésta se podrá optimizar la potencia contratada, que será un buen indicativo de la máxima potencia demandada.

Los consumos Otros/Temporales no son optimizados (al menos en los procedimientos de auditoría energética recomendados por IDAE y Agencia Andaluza de la Energía). El procedimiento seguido para incluirlos en la cuantificación de la demanda ha sido el de prorratear el consumo anual de este grupo para los distintos periodos de tiempo considerados en este proyecto.