



# COMPARACIÓN CONSUMOS

## MÁQUINA DE SECO VS SISTEMA ELECTROLUX

Ahorre con  
**ELECTROLUX PROFESSIONAL un  
40% en consumos de agua,  
electricidad y detergentes**

## COMPARACIÓN CONSUMOS MÁQUINA DE SECO vs SISTEMA ELECTROLUX

La máquina de limpieza en seco es una lavadora + secadora que utiliza un disolvente como bano de lavado. El producto mayoritariamente utilizado es el percloroetileno<sup>1</sup>. Por ese motivo haremos la comparativa entre las máquinas de limpieza en seco con percloroetileno (PER) y el sistema Lagoon de **ELECTROLUX** de lavado al agua.

Los datos aquí presentados se han extraído del estudio titulado "**Minimización de Residuos y Emisiones en las Tintorerías**" de la **Fundación privada Institut Ildefons Cerdà (1996)**, (<http://www.icerda.es/cat/publicaciones.html>) y de los datos aportados por los fabricantes de máquinas de seco y **ELECTROLUX**.

Las máquinas de seco analizadas son de circuito cerrado de última generación.

### MÁQUINA DE LIMPIEZA EN SECO

La máquina objeto de estudio es un equipo de limpieza en seco de calefacción eléctrica y 13 kg de capacidad. Se ha elegido este modelo porque es el más usual en el mercado.

El consumo eléctrico de este tipo de máquina es de 9 kWh por ciclo. Es importante hacer notar que nos referimos a un programa con destilación continua y recuperación de calor del destilador. No obstante, el consumo promedio es superior pues no se consideran las tareas periódicas de mantenimiento del sistema de filtrado.

La máquina de limpieza en seco también consume agua de la red por sus dos serpentines. Uno está ubicado en la cámara de secado y consume agua para disipar el calor del grupo de frío durante la fase de enfriamiento, al final del secado. El otro serpentín se emplea en el condensador ubicado a la salida del destilador que tiene la función de condensar los vapores de PER reciclados por destilación. El consumo de agua es función, básicamente, del rendimiento de los serpentines, que varía ligeramente de un fabricante a otro y de la temperatura de entrada del agua de red, puesto que se emplea para refrigerar. Los consumos en invierno son inferiores puesto que el agua de la red entra a menor temperatura. Las mediciones realizadas en una máquina instalada en la ciudad de Barcelona nos dieron los siguientes resultados: entre 250 (invierno) y 350 (verano) litros por ciclo.

Finalmente, la máquina de limpieza en seco **consume percloroetileno** y **reforzantes de lavado** (detergentes). Según las indicaciones de los fabricantes, el consumo medio de disolvente en una máquina de seco es del 2,5% del peso de prendas lavadas. Es decir, por cada 100 kg de ropa procesada se consumen 2,5 kg de percloroetileno. Este es un consumo teórico que no tiene en cuenta **fugas, goteos, averías, secado deficiente**, almacenamiento, carga y descarga de disolvente, **usos del disolvente** en el desmanchado, ...

Según un estudio presentado por el instituto Cerdà para la producción anual de 102 máquinas de una muestra, el consumo medio fue de 6,07 kg de PER por cada 100 kg de ropa tratada.

Este consumo es emitido de diferentes formas. La parte mas importante del disolvente se encuentra en los fondos de destilación que tienen aproximadamente un 5% en peso de percloroetileno. Pero tambien se emite a traves del agua de contacto. El agua del contacto corresponde al agua condensada durante el secado que proviene de la humedad ambiental del aire en el interior del bombo. Esta varía según la humedad ambiente y la capacidad de la máquina que es función del volumen del bombo. Las máquinas de 13 kg vienen generando una media de 300 ml de agua de contacto por maquinada. El agua de contacto tiene una concentración de percloroetileno de 150 ppm como minimo, si la decantacion es optima.

El resto de emisiones, siempre y cuando no haya fugas, se producen al aire en las operaciones de carga y descarga de la máquina y el disolvente retenido por las prendas, que varia en función del tipo de fibra y del grosor de la prenda. La concentración de disolvente en el aire en una máquina de ultima generación con recuperación de disolvente mediante carbón activo es del orden de 2 g PER/m<sup>3</sup>, pero **consume más electricidad en las tareas de regeneración** del carbón activo.

También es importante mencionar que la máquina de seco realiza el secado en un circuito cerrado de condensación mediante bomba de calor. Por lo que **utiliza HCFCs** como fluido térmico. Estos compuestos son mucho menos dañinos para la capa de ozono que los CFCs usados anteriormente, pero aun asi tienen un efecto sobre la **destrucción de la capa de ozono**.

En régimen normal de funcionamiento no se emiten a la atmósfera, solo en caso de avería/fuga. **Una avería** en el circuito de secado también **implica emisión de percloroetileno a la atmósfera** al quedar la ropa húmeda.

## SISTEMA ELECTROLUX

El proceso de tratamiento de ropa **ELECTROLUX** se realiza mediante dos máquinas: una lavadora y una secadora industriales. Estos equipos consumen electricidad y agua, y emiten las aguas residuales del lavado que contienen la suciedad de la ropa y los restos de detergentes.

La máquina que más energía consume es la secadora y se puede instalar a calefacción eléctrica o a gas. Con objeto de poder comparar procesos lo mas similares posibles se ha seleccionado la version eléctrica.

Para tratar 14 kilos de ropa es necesario realizar dos ciclos de lavado ya que aunque la máquina sea de esa capacidad, para el tratamiento de ropa delicada la carga de la máquina es del 50% con objeto de evitar el efecto mecánico por el rozamiento entre las prendas.

El consumo proporcionado por el fabricante es de 108 litros de agua por ciclo, lo cual nos da un total de 216 litros. Esta agua se vierte directamente al alcantarillado y contiene los restos de **detergentes biodegradables** (pueden consultarse las fichas de seguridad de los detergentes en <http://www.laundrysystems.electrolux.es/> ) y la suciedad de la ropa. La cantidad y calidad del vertido es similar al del lavado doméstico aunque ligeramente inferior, ya que los equipos industriales tienen un rendimiento superior. Los procesos de lavado delicado se realizan a temperatura bajas (máximo 35°C) por lo que el consumo eléctrico es bajo, del orden de 0,5 kWh por ciclo (temperatura del agua de red 15°C). En el secado, si la calefacción de la máquina es eléctrica, únicamente se consume energía de este tipo. En el proceso **ELECTROLUX**, a diferencia de la lavandería industrial, el objetivo de la secadora no es tanto secar la ropa como abatanarla para esponjarla. Las secadoras vienen dotadas de un sistema electrónico de control de la humedad. La ropa no se saca completamente seca sino con el grado de humedad natural de la fibra.

En la secadora, al estar la ropa prácticamente seca, el peso es inferior y no existe la limitación del efecto mecánico por rozamiento, por lo que las **cargas** son **completas**.

El fabricante solamente proporciona datos de secado de ropa desde el 50% de humedad hasta el 0%, que para una máquina de 14 kilos es de 7,7 kWh. En el sistema **ELECTROLUX** el **consumo** será **muy inferior** por dos razones, en primer lugar la humedad de entrada es inferior al 50%, ya que la ropa se tiende durante varias horas y en segundo lugar, la ropa no se puede secar hasta el 0% porque encogería. Si realizamos una extrapolación basándonos en los tiempos de los procesos de secado, 27 minutos hasta 0% de humedad y 10 minutos como máximo en un proceso **ELECTROLUX**. El consumo eléctrico del secado sería de **3 kWh**.



## COMPARATIVA DE CONSUMO POR KILO DE ROPA

Consumo por kilo de ropa tratada	Màquina de seco Percloroetileno	Sistema ELECTROLUX Lavado al agua
<b>Agua</b>	<b>19,2 litros</b>	<b>15,4 litros</b>
<b>Electricidad</b>	<b>0,69 kwh</b>	<b>0,29 kwh</b>
<b>Detergentes</b>	<b>4-8 ml</b>	<b>15-20 ml</b>
<b>Percloroetileno</b>	<b>60 gramos</b>	<b>---</b>

## COMPARATIVA DESTINO DE LAS EMISIONES

Destino de las emisiones	Màquina de seco Percloroetileno	Sistema ELECTROLUX Lavado al agua
<b>Agua</b>	<b>Alcantarillado público</b>	<b>Alcantarillado público</b>
<b>Electricidad</b>	<b>Atmósfera como <math>\Delta T</math></b>	<b>Atmósfera como <math>\Delta T</math></b>
<b>Detergentes</b>	<b>Fondos de destilación</b>	<b>Alcantarillado público</b>
<b>Percloroetileno</b>	<b>Fondos de destilación<sup>2</sup></b> <b>Agua de contacto</b> <b>Atmósfera</b> <b>Prendas</b> <b>Suelo (fugas)</b>	



## Juan Prado López

Doctor en Ciencias Químicas  
Sales Manager ELECTROLUX LAUNDROLSYSTEMS

1.- Según los Bomberos de Navarra en su web <http://www.bomberosdenavarra.com/sua/tecnicos/t24/24.htm> el percloroetileno "se conoce también con el nombre de tetracloroetileno, etileno perclorado, tetraeteno, tetracloroeteno, tetracloruro de etilo, perclene, perchloroethylene, perchlorethylene o con las siglas PERC o PCE. El número ONU para su identificación es el 1897.

Su fórmula química es  $C_2Cl_4$  y es uno de los tres disolventes organoclorados básicos (junto con el cloruro de metileno y el tetracloruro de carbono), de uso muy frecuente en la actualidad.

En España es sintetizado por ERCROS, destinando a la exportación gran parte de la producción. Se comercializa con el nombre de Perkimia, (o como producto genérico) con una riqueza del 99%, teniendo apariencia de líquido incoloro con olor a éter/cloroformo. Sus usos principales son como desengrasante para metales (industrias de automóviles y siderurgia) y en las tintorerías para limpieza en seco (es uno de los productos más utilizados en estos establecimientos).

No inflamable e insoluble en agua tiene mayor densidad que éste por lo que tiende a hundirse en él. Poco volátil (valor de presión de vapor de 13,7 mmHg y punto de ebullición a 121°C), desprende gases tóxicos al reaccionar con el agua o aumentar la temperatura. Estos vapores son más densos que el aire por lo que tienden a acumularse en las partes bajas creando una atmósfera tóxica.

Desde 1992 forma parte de la lista de sustancias peligrosas controladas en la normativa de vertidos al mar, y está incluido dentro de los llamados contaminantes orgánicos persistentes o COP. En nuestro país la legislación medioambiental de varias CCAA considera como máxima concentración de PERC permisible en ambiente las 50 p.p.m. Normas internacionales consideran residuo peligroso el agua con más de 0,7 p.p.m. de PERC.

Resulta tóxico por inhalación, ingestión y contacto. En el etiquetado para transporte y almacenamiento según el Reglamento de mercancías peligrosas lleva el número 6.1 (materia tóxica que hay que tener aislada de productos alimenticios y objetos destinados al consumo).

En este sentido su nivel IPVS (concentración inmediatamente peligrosa para la vida y la salud o dosis máxima a la que podemos exponernos 30 minutos sin síntomas graves ni efectos irreversibles para la salud) es de 150 p.p.m. El TLV-TWA (umbral límite de su concentración en el aire a la que pueden exponerse regularmente los trabajadores sin sufrir efectos adversos) es de 25 p.p.m., siendo su umbral de olor en torno a 5-50 p.p.m.

(factor de conversión de p.p.m. a mg/m<sup>3</sup> es  $\approx 6,78$ )

Sus síntomas en caso de intoxicación son irritación de mucosas, depresión progresiva del sistema nervioso central (euforia, embriaguez, narcosis, coma con depresión respiratoria) y daño sobre el hígado, riñón y visión.

Se aconseja a los profesionales en caso de accidente evitar el contacto con el producto mediante el uso de trajes, guantes, gafas y botas de protección química y en caso de emergencia o si se desconoce la concentración en aire usar equipos de respiración autónoma, minimizando el empleo de agua para evitar el desprendimiento de más vapores."

2.-El lavado en seco genera unos residuos muy contaminantes que hay que reciclar. Hay una directiva europea, la 1999/13/CE que se traspone a España mediante el Real Decreto 117/2003. La ejecución de este Real decreto depende de las CCAA que lo cumplen de manera muy desigual.

## Bibliografía y links:

<http://www.bomberosdenavarra.com/sua/tecnicos/t24/24.htm>

<http://www.greenpeace.org/raw/content/argentina/contaminacion/la-verdad-sobre-la-limpieza-en.pdf>

<http://www.icerda.es/cat/publicaciones.html>

[http://noticias.juridicas.com/base\\_datos/Admin/rd117-2003.html](http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/rd117-2003.html)