

	Kilómetros.
a) Ferrocarril eléctrico de Nagyszeben, de.....	2.400
b) Línea de Budapest á Erzysebetfalva del metro-politano de Budapest.....	4.400
Total.....	6.800

La longitud total de las vías eléctricas urbanas se elevó en un 64,44 por 100 de la longitud total de las vías de tranvías.

Las longitudes de las líneas eléctricas y su potencia están indicadas en el siguiente cuadro, así como el número de viajeros, las mercancías transportadas y el número de trenes:

LÍNEAS	Longitud de vías. Kms.	TRANSPORTADAS		Número de trenes.
		Personas.	Mercancías.	
Tranvía de Budapest....	66,300	49.159.288	"	2.863.617
Metropolitano de Budapest.....	40,753	26.515.216	"	1.597.257
Idem de Francisco José..	3,700	3.030.709	"	216.000
Tranvía de Budapest, Ujpest, Rakospalota...	12,724	3.568.553	125.924	214.501
Tranvía de las afueras de Budapest.....	6,841	751.451	"	156.132
Metropolitano de Fiume..	4,413	1.836.074	"	90.000
Ferrocarril de Miskolcz..	7,300	751.628	"	113.150
Metropolitano de Nagyszeben.....	2,395	154.109	"	28.549
Idem de Pozsony.....	8,002	1.705.401	"	297.669
Idem de Sopron.....	4,575	542.314	"	83.539
Ferrocarril de Szabadka..	10,000	513.249	"	45.927
Idem de Szombathely....	3,026	410.357	"	56.850
Metropolitano de Temesvar.....	10,215	3.663.613	"	304.949
Total.....	180,244	92.101.962	125.924	6.068.140

El número de viajeros transportados ha aumentado en 7.099.813. Si se toma el promedio de los beneficios obtenidos por las diferentes líneas eléctricas, explotadas con un total de 7 locomotoras, 721 coches automotores, 159 coches remolcados y 45 vagones de mercancías, se ve que estos beneficios han ascendido al 7,617 por 100 del capital invertido. Ha habido un aumento de 0,053 por 100 sobre la cifra correspondiente del año anterior. El mejor resultado ha sido obtenido por los tranvías de Budapest que han realizado un 9,60 por 100 de beneficio; el metropolitano de Budapest realizó un 8,05 por 100, el de Fiume un 6,95 por 100, el ferrocarril de Temesvar un 6,24 por 100, el metropolitano de Szombathely un 5,66 por 100, el tranvía eléctrico de Budapest-Ujpest-Rakospalota un 4,95 por 100, y el metropolitano de Pozsony un 4,42 por 100.—H.

SERVICIOS MUNICIPALES (1)

POR

DON FEDERICO ARMENTER

Ingeniero industrial.

Empleo ó destrucción de las basuras.

Al igual que todos los residuos de la vida urbana, deben las basuras domésticas ser extraídas de las habitaciones lo más

(1) Véase el núm. 1.656 de esta REVISTA.

rápidamente posible y antes que entren en fermentación, transportándolas á puntos más ó menos distantes donde queden depositadas en condiciones en que no puedan perjudicar la salud pública ó donde sean transformadas ó destruidas según las circunstancias especiales de la comarca y la posibilidad de utilizarlas como abonos ó en otra forma cualquiera.

El problema no es tan fácil como parece á primera vista, y lo demuestra el que muchas grandes ciudades, y no de las menos importantes, están luchando con las dificultades crecientes de la invasión de las basuras y con la carencia cada día mayor de terrenos donde depositarlas, sin perjuicio para la salud del vecindario. Se han hecho y se hacen estudios de esta cuestión, que tan íntima relación guarda con la higiene pública y privada, así es que figura en todos los programas de los Congresos de Higiene celebrados desde 1889 hasta la fecha, y sin embargo, los dictámenes de las Comisiones especiales de los Congresos de Budapest en 1894, del de Madrid en 1898, del de París en 1900 y del de Bruselas en 1903 á nada concreto han llegado.

Considérese, en efecto, que, según apreciaciones y cálculos basados en el transporte de las basuras domésticas compuestas de restos de cocina, barreduras de las habitaciones y cenizas y residuos de hornillos y estufas, cada 1.000 personas producen al año en

	Toneladas.
Berlín.....	135
París.....	240
Hamburgo.....	182
Londres.....	302
Otras ciudades inglesas.....	350
Lille.....	232
Zurich.....	227
Nancy.....	230

Sea, por término medio, 237 toneladas.

En Nueva York y Bruselas se recogen á la vez las basuras domésticas y las barreduras de las calles (barro, polvo, etc.), con lo cual el peso total producido por año y 1.000 personas es de 536 toneladas en la primera y 490 en la segunda de dichas ciudades.

En Londres las barreduras de las calles representan 250 toneladas anuales y en varias otras ciudades inglesas 150 toneladas.

Tomando un promedio de 400 toneladas anuales por cada 1.000 habitantes, resulta que una ciudad de 500.000 habitantes da cada año un total de 200.000 toneladas de basuras. Su densidad es aproximadamente de 0,600; por lo tanto, su volumen será de uno 335.000 metros cúbicos. Reunidos en un solo punto, formarían un montón de un kilómetro de longitud, 110 metros de ancho y más de tres metros de altura. Júzguese del inmenso peligro que representa para la salud pública esta enorme cantidad de detritus de toda clase descomponiéndose libremente bajo la acción de la lluvia y del sol. Este peligro se hace inminente en épocas de epidemias, llegando á producir verdaderos conflictos. «En Alemania, durante la epidemia del cólera que afligió Hamburgo en 1892, los habitantes de los arrabales rechazaron hacia la ciudad á golpes de segur y de mazos, los carros de basuras. Los montones de basuras, á consecuencia de ello, se esparcían por la ciudad, cuyos habitantes vivían, por decirlo así, en medio de sus propias inmundicias, entre las cuales dominaban los despojos de los hospitales. En vez de ser destruidos los gérmenes infecciosos, constituían un nuevo foco de irradiación y causaban numerosas víctimas.»

En Bruselas los depósitos de basuras ocasionaban frecuentes conflictos con los pueblos circunvecinos que todavía no están agregados á la capital, dando lugar á enérgicas reclamaciones que en forma de pleitos, no siempre terminaban favorablemente para la ciudad, obligándole al pago de indemnizaciones y á trasladar con grandes gastos los depósitos de basura.

Todos estos inconvenientes y principalmente la amenaza

constante contra la salud pública que representa la aglomeración de inmundicias en descomposición, ha obligado á las grandes ciudades, cuidadosas de su higiene, á resolver sin más dilación el problema.

Las soluciones, como se comprende, han sido distintas en las diferentes ciudades, porque debían acomodarse á la situación topográfica, á las necesidades de la agricultura, á los medios de transporte, y, en definitiva, á exigencias del presupuesto.

En Inglaterra la mayor parte de las ciudades destruyen sus inmundicias por incineración. En Alemania, Berlín y Hamburgo dieron el ejemplo en este sentido, seguido bien pronto por muchas ciudades importantes, sin contar otras que lo tienen en estudio é indudablemente lo adoptarán.

En Bélgica, Bruselas instaló en 1903 su fábrica de incineración después de un detenido estudio de esta cuestión y un brillante informe del Echevin de Obras públicas M. J. Leuss.

En Francia, país eminentemente agrícola, domina la tendencia á emplear las inmundicias de las ciudades como abono para los campos, modificándolas, elaborándolas ó completándolas según las necesidades de cada caso.

En Milán, centro de una comarca extensísima y de gran riqueza agrícola, las inmundicias de la ciudad tienen aplicación inmediata como abono y son transportadas en todos sentidos, adquiridas á buen precio por los agricultores, evitándose los grandes amontonamientos en las cercanías de la ciudad, tan peligrosos y molestos.

En Génova, en cambio, que carece de grandes extensiones de terrenos cultivados á inmediación de la ciudad, las inmundicias son sencillamente arrojadas al mar.

La ley de restitución al terreno de los elementos que se extraen por el cultivo, parece indicar la conveniencia y la economía resultante de emplear las inmundicias urbanas como abono. Tomando esta ley por bandera, hay una escuela que condena su destrucción por el fuego; sosteniendo que con este procedimiento se privaría á la agricultura de elementos indispensables para su explotación y desarrollo. La composición de las inmundicias domésticas es muy variable de un país á otro, como lo es el régimen alimenticio en las distintas regiones; pero los análisis acusan en todas ellas cantidades variables de ázoe, ácido fosfórico, potasa y cal asimilables por los terrenos, cuya proporción determina su valor en metálico.

En Inglaterra este valor oscila entre 5 y 10 francos la tonelada; en Alemania entre 3,50 (Sur) y 12 francos (Norte). En Bruselas, según M. Peteman, 10 francos; en París, según M. Gerard y Munz, 8,90. En Barcelona ignoro que se hayan practicado análisis de las inmundicias, pero conocida la clase de alimentación que domina, puede estimarse su valor entre 4 y 6 francos.

Estos precios son puramente teóricos y distan mucho de igualarnos los precios en venta, pues contribuyen á su disminución los gastos de transporte, la abundancia de la mercancía y la competencia de otros abonos más ricos y más manejables, especialmente los abonos químicos. Así, en Bruselas, donde la tonelada de inmundicias está evaluada, por sus elementos asimilables, en 10 francos, no podía venderse más que á 0,90 francos y aun sólo una parte, antes de la incineración. En París mismo, donde tienen aplicación á la agricultura en las comarcas limítrofes, el valor de 8,90 francos desciende á 3 francos, aun después de la manipulación que experimentan en las fábricas subvencionadas.

París está en camino de resolver el problema de deshacerse de las inmundicias domésticas (*ordures ménagères*), porque gran parte de ellas tienen empleo; pero es indudable que á medida que vayan aumentando la población y la agricultura las emplee en menor cantidad por la preferencia creciente de otra clase de abonos mejor adecuados á los distintos cultivos, se producirá el conflicto y tendrá que recurrir á la destrucción por incineración.

Hoy por hoy, el Municipio parisién, por vía de ensayo, tiene hecho un contrato por trece años con la *Société générale des Engrais complets* para la instalación de varias fábricas donde se

elaboren las inmundicias y se les dé salida inmediatamente y antes de que entren en fermentación. El Municipio concede á la Sociedad una subvención anual de 70.000 francos. Las fábricas citadas, en número de tres, han sido levantadas en puntos distantes unos 3 kilómetros aproximadamente de la línea de fortificaciones, y están proyectadas para poder elaborar cada una cerca de 250.000 toneladas al año, ó sea lo que corresponde á una ciudad de 600.000 habitantes. Hoy día sólo trabajan diez horas diarias y elaboran unas 250 toneladas.

Las tres fábricas son casi iguales. La de Romainville, que visité detenidamente, consta de una nave de planta baja dividida transversalmente en cuatro partes. En la primera, hay las calderas; en la segunda, la máquina de vapor; en la tercera, la gran trituradora con el elevador de basuras; y en la cuarta, el depósito de utensilios, materiales y accesorios. Junto al local de la trituradora hay la gran tolya que se abre ó cierra á voluntad, y por la cual las inmundicias caen en los vagones ó en los carros que las llevan al punto de consumo. Á lo largo de la fachada anterior de la nave, hay un gran foso de 4,50 metros de ancho por 2,50 de profundidad y en junto 50 metros de longitud, en el cual vienen á verter las inmundicias los carros que las traen de la ciudad.

En el fondo de este foso corren unas telas transportadoras de anchos diferentes, que reciben y transportan donde conviene, las diferentes clasificaciones que de las basuras se hacen por los operarios. El triaje consiste en separar: 1.º Los trozos de vidrio, porcelana y cerámica varia. 2.º Los hierros, latas y metales. 3.º Los tapices, esteras, cestos, maderas y todo lo que puede ser considerado como combustible. 4.º Los trapos y tejidos de toda clase. 5.º La basura propiamente dicha. Cada uno de estos productos, á medida que los obreros los van clasificando y separando, son echados en la tela respectiva que los transporta á un punto determinado donde un elevador los recoge y forma con ellos varias pilas, para darles su correspondiente destino. Los vidrios se venden á las fábricas; las latas se venden para utilizar el estaño y los hierros para la fabricación del sulfato; las materias combustibles sirven para alimentar los hogares de las calderas de la fábrica y los trapos y tejidos útiles se venden á las fábricas de papel, después de un lavado enérgico.

Las basuras son recogidas por el elevador y conducidas á una enorme trituradora que consume 150 caballos de fuerza, en la cual, no sólo se trituran menudísimamente, sino que se secan y se mezclan íntimamente, convirtiéndolas en una substancia seca pulverulenta ó, por mejor decir, granujienta, de un color gris uniforme. Un elevador recoge este producto y lo vierte en las grandes tolvas, desde las cuales se cargan en los vagones ó vehículos correspondientes.

Con esta preparación se impide, ó cuando menos se retrasa, la fermentación, hasta el momento de emplearlas como abono; el peso de las inmundicias tratadas se disminuye en un 40 por 100 por el agua extraída y pueden ser convertidas fácilmente en un buen abono químico orgánico de mucho valor, adicionándoles los elementos minerales que les falten ó que contienen en proporción insuficiente. Los agricultores de las inmediaciones de las fábricas acuden con sus carros á comprar este producto tal como sale de la trituradora, pagándolo á 3 francos la tonelada.

El número total de operarios empleados en la fábrica es de 45, que ganan 4 francos diarios; la máquina de vapor es de la fuerza de 250 caballos, no empleándose en la producción del vapor más combustible que el que se recoge en la clasificación de las basuras. El coste total de la fábrica con su maquinaria y vías de servicio, no creo exceda de 500 á 600.000 francos. La Sociedad se manifiesta satisfecha de su negocio y estaría dispuesta á rescatar las fábricas en cuanto termine su contrato con la ciudad.

La salud de los operarios no parece resentirse en lo más mínimo de esta clase de trabajo, según manifestó el director de la fábrica; y, en efecto, los que ví, ofrecían buen aspecto y pare-

cian robustos. No se les somete á ningún régimen higiénico especial.

El local está perfectamente ventilado; el foso donde se vierten las inmundicias está cubierto por una amplia marquesina que pone á los operarios clasificadores al abrigo del sol y de la lluvia, permitiendo, en cambio, que el aire circule libremente. No se percibe ningún mal olor, á pesar de que visité la fábrica en el momento en que llegaban de la ciudad los carros de basuras y las iban descargando en el foso.

Desde luego resulta con este procedimiento evitado el amontonamiento de las basuras y la consiguiente infección de la atmósfera. Es el más lógico en todo país agrícola, porque devuelve á los campos sus elementos fertilizantes, y el más económico para la ciudad, pues el gasto es insignificante, aun suponiendo que deba subvencionarse una entidad cualquiera que se encargue de la extracción y utilización de las basuras.

Donde no sea posible el empleo como abono de todas las basuras en su estado natural, ó más ó menos laboradas, entonces no hay más medio que deshacerse de ellas como en Génova, cuando el mar está próximo, ó destruirlas por incineración.

Este procedimiento ha sido objeto de numerosos estudios y de acerbos críticas. Los primeros han demostrado que las inmundicias arden sin necesidad de añadirles combustible alguno; que es completa la desinfección de las inmundicias que salen del horno y que los hornos pueden ser establecidos, sin inconveniente, cerca de los lugares habitados.

Esto último es de una importancia capital, pues el transporte de las inmundicias á puntos demasiado distantes ocasionaría dispendios considerables, sin contar el inconveniente de que un servicio tan importante radicara fuera del término municipal.

Las críticas han versado principalmente sobre la insalubridad de los gases procedentes de los hornos, sobre el hedor que puede percibirse alrededor de éstos, y sobre el destino que se dé á la gran cantidad de cenizas resultado de la incineración.

Respecto de lo primero, los ensayos realizados en 1893 por M. Elaerts, químico de la fábrica de gas de Bruselas, dan por término medio:

Ácido carbónico.....	0,6
Oxígeno.....	6,0
Óxido de carbono.....	1,6
Vapor de agua.....	1,5
Amoníaco.....	Nada.
Hidrógeno sulfuroso.....	Idem.

Otros análisis verificados y comprobados con otros reactivos, han dado:

	1.º	2.º	3.º	4.º
Ácido carbónico.....	0,8	0,6	1,2	1,1
Oxígeno.....	4,8	4,6	4,6	4,5
Óxido de carbono.....	1,2	1,0	1,6	1,3
Amoníaco.....	Nada.			

En cuanto al mal olor que pueda desprenderse de la fábrica de incineración, yo he permanecido mucho tiempo en la de Hamburgo y en la de Bruselas, y ni en una ni en otra he percibido más que un olor de chamusquina, que no llegaba á ser desagradable. En un dictamen presentado al Ministro de Agricultura de Bélgica, dice el relacionante que jamás ha percibido el hedor infecto que, según le habían asegurado, se desprendía noche y día de la chimenea. Aun oliendo los gases á la salida misma del horno, sólo ha podido percibir un ligero olor de paja quemada.

Por lo que toca al tercer punto, ó sea el empleo de las cenizas, nótese que éstas representan en peso cerca del 40 por 100 de las inmundicias tratadas, y, por lo tanto, su transporte puede, en efecto, ofrecer algún inconveniente y desde luego representar gastos de alguna importancia. Sin embargo, como se dirá al

describir la fábrica de incineración de Bruselas, se hace con ellas una clasificación que separa cierta cantidad que tiene valor y se vende fácilmente, pudiendo su importe cubrir los gastos ocasionados para desprenderse de las que no tienen ningún valor.

Como he dicho antes, las principales ciudades de Inglaterra incineran sus basuras. En el continente se va extendiendo el sistema, habiendo sido Hamburgo la primera ciudad que, en 1895, hizo la instalación más completa y en más grande escala.

La ciudad de Bruselas inauguró en 24 de Julio de 1903 su fábrica de incineración, y como ha tomado por modelo la de Hamburgo introduciendo en ella numerosas reformas, aprovechándose de la experiencia adquirida, creo preferible describir la de aquella ciudad, aunque sea mucho menos importante que la de Hamburgo.

Está situada la fábrica de Bruselas en el muelle de Willebroeck, inmediato á la ciudad, en un terreno rectangular de 4.770 metros cuadrados de superficie con 53 metros de fachada en cada uno de los muelles y 90 metros de profundidad. Consta de una nave con cubierta metálica de 38 metros de longitud, 36 metros de ancho y 12,25 metros de altura bajo tirantes. Dentro de esta nave hay dos baterías de hornos Horsfall de 12 celdas cada uno, dejando entre sí un espacio libre de ocho metros para el servicio de las celdas interiores, y un paso de cinco metros á cada uno de los lados, para el de las celdas exteriores.

Cada uno de estos grupos está asentado sobre una plataforma de cemento armado de 9,68 metros y 0,40 de espesor, sobresaliendo de las fundaciones propiamente dichas 1,15 por cada lado. La excavación alcanza una profundidad de 0,80 metros, quedando para los cimientos de ladrillo un espesor de 0,40.

La batería de hornos Horsfall, está formada por dos series de seis celdas, dos á dos opuestas, dejando entre aquéllas un espacio de dos metros de longitud destinado á la cámara del ventilador, con lo cual se logra tenerlo en el centro de cada grupo, comunicando con los hornos por los diferentes conductos á este fin destinados.

En el eje longitudinal de cada grupo se halla dispuesto el conducto de humo común á las 12 celdas y á los lados de éste y paralelamente al mismo dos canales de circulación de aire. Los tres se prolongan hasta las paredes laterales, en las cuales hay las correspondientes puertas de registro para visitarlos. El conducto de humo tiene 1,93 metros de altura y 1,22 metros de ancho; y los conductos laterales de ventilación ó circulación de aire tienen 1,23 metros alto por 0,76 ancho. Todo el macizo de los hornos está consolidado por armazones de hierro en sus frentes y reunidos por tirantes en toda su longitud.

En la cara delantera existen las puertas del hogar, del cenicero y del registro para examinar los conductos superiores de humo en cada hogar. En dicho frente existe una larga campana de aspiración del polvo y gases que se desarrollan y desprenden del hogar al abrir las puertas del mismo, al hacer la limpia de las parrillas y la descarga de las escorias incandescentes. Los ventiladores aspiran todo el polvo y gases producidos, conduciéndolos á los conductos de aire. Sobre la plataforma que cubre los hornos existen una serie de registros destinados á enfriar la superficie superior del horno.

Un armazón metálico, sobresaliendo del plano de los hornos, sostiene una caja de cemento armado en forma de depósito para contener 250 metros cúbicos de materias combustibles ó basura, capacidad más que suficiente para contener las recogidas en un día.

El conducto de humo, que se prolonga hacia la chimenea, está dispuesto de manera que á voluntad pueda conducir los gases calientes, producto de la combustión, ya directamente á aquélla pasando por el colector de polvo, ya á los hogares de los generadores de vapor, distribuyéndolos por medio de registros, según las necesidades del trabajo. Cada grupo de calderas funciona, pues, empleando como combustible los gases calientes procedentes de los hornos crematorios en la cantidad que con-

venga para producir el vapor necesario para el movimiento de los diferentes aparatos. Las calderas, que también tienen empa-rrillado para funcionar con carbón, son en número de cuatro en dos grupos, uno para cada grupo de hornos, que pueden trabajar completamente independientes cada una de ellas ó acopladas, para alimentar las dos máquinas, tipo marino, que ponen en movimiento los dinamos correspondientes, dinamos que forman también dos grupos eléctricos independientes. Estas vienen destinadas á producir la energía eléctrica necesaria para todos los aparatos de la fábrica, pues tanto las grúas de puente para levantar los carros llenos de basura y vaciarlos en el depósito superior de los hornos, como los ventiladores, el aparato triturador y cadenas elevatorias de los residuos, están movidas eléctricamente; el alumbrado de la fábrica es alimentado también por la corriente eléctrica.

Como ya se ha indicado, en la fábrica de Bruselas, al igual que en la de Edimburgo, se han añadido los colectores de polvo en número de dos al extremo de los conductos de humo, entre éstos y la chimenea, teniendo un diámetro interior de 4,87 metros. Se comprenderá la utilidad de estos colectores considerando que en las experiencias de Edimburgo en una semana se recogieron cerca de dos toneladas de polvos impalpables que hubieran pasado á la atmósfera por la chimenea. Los colectores comunican con esta última, que tiene una altura de 50 metros con un diámetro de dos metros en el vértice. Cada una de las calderas tiene una superficie de calefacción de 90 metros cuadrados.

La sala de máquinas, situada entre las de las calderas, contiene los dos grupos simétricos constituidos por máquinas de vapor verticales *Compound* á condensación por mezcla, cuya potencia es de 100 caballos para cada una, unidas directamente á dinamos de 67 kilovatios, ó sea produciendo una corriente de 305 amperios á 220 voltios, con la velocidad de 180 revoluciones por minuto. En esta misma sala está colocado el cuadro de distribución con los correspondientes aparatos de medida y seguridad.

Los ventiladores de los hornos instalados, como se ha dicho, entre los mismos y también independientemente uno de otro, son movidos por su correspondiente electromotor, que puede desarrollar $7\frac{1}{2}$ caballos, dando 1.360 vueltas y produciendo una presión de 75 milímetros de agua, proporcionando tres metros cúbicos de aire por segundo. Las máquinas y aparatos destinados al tratamiento de las escorias procedentes de los hornos, son las siguientes:

Una *torre de extinción* destinada á apagar las escorias encendidas, formada por un armazón metálico de longitud suficiente para contener entre el mismo dos vagonetas. Encima de éstas se establece una pera de aspersión proyectando el agua en forma de lluvia sobre las escorias incandescentes y cuyo vapor producido se desprende por una chimenea colocada sobre la torre.

Dos *trituradores* iguales, capaz cada uno para triturar en caso necesario toda la producción diaria de escorias. Cada uno tiene un peso de 11.200 kilogramos, absorbiendo una fuerza de ocho caballos vapor á 200 vueltas por minuto.

Las correspondientes *cadenas de canjilones* para elevar las escorias ya trituradas y conducir las por medio de un canal á los *trommels cilíndricos* de 12,50 metros de longitud y un metro de diámetro, divididos en tres compartimentos cuyas mallas son de diferente espesor para clasificar en tres tamaños las escorias. Están provistos de envolventes exteriores metálicas para retener el polvo.

Cada conjunto posee un motor eléctrico de 16 caballos á 750 revoluciones por minuto, con las indispensables transmisiones, funcionando completamente independiente del otro.

Debajo de los *trommels* están establecidos los *silos* en número de tres por grupo, para almacenar las escorias según los diferentes tamaños: de 0 á 5 milímetros, de 5 á 20 y de 20 á 60; las de tamaño superior, que no pasan á través de las mallas de los *trommels*, se vierten por medio de los correspondientes con-

ductos en vagonetas que las transportan á los trituradores para someterlas nuevamente á su acción.

El fondo de los silos tiene la forma de tolvas para descargar las escorias donde convenga.

El polvo que se produce, tanto en los trituradores como en las cadenas de los canjilones, *trommels* y tolvas de descarga de los productos clasificados, es aspirado por un ventilador único, movido por un motor eléctrico de 20 caballos y transportado á una torre de aspersión del polvo, en donde recibe un chorro de agua pulverizada. La mezcla se reúne en una balsa de mampostería de donde es sacada por medio de palas y el agua sobrante se dirige al conducto general de desagüe de la fábrica.

El edificio del taller de trituración y clasificación ha sido construido completamente de cemento armado.

El alumbrado de la fábrica es eléctrico y se verifica por medio de diez lámparas de arco de ocho amperios y multitud de incandescentes.

Los carros empleados en el transporte de las basuras tienen una cabida de 2,5 metros cúbicos.

La cantidad de basuras que pueden sufrir la incineración por horno, varía de una á otra época del año en razón á la mayor combustibilidad de las basuras, que es mayor en verano que en invierno, pudiendo ser tratadas, como máximo, por horno 10 toneladas en veinticuatro horas en verano, y funcionando en invierno á razón de seis toneladas, tratadas en igual tiempo.

El precio de coste de la tonelada de basura incinerada viene á ser de 1,50 francos, hecha abstracción del interés del capital empleado en la instalación y de los gastos generales.

Cálculos que han servido para establecer la fábrica de incineración de basuras de Bruselas.

Se ha calculado sobre el número de habitantes de la ciudad en 1902, ó sea 187.000, y á razón de 400 toneladas anuales por 1.000 habitantes.

Cada batería de 12 celdas puede incinerar en veinte horas 110 toneladas de basura, ó sea al año 80.000 toneladas.

El resultado de la incineración se calculó, por término medio, en 25 por 100 de escorias, 15 por 100 de cenizas y 60 por 100 de productos gaseosos.

Estos gases, tomados en el gran colector central, ó sea á la salida inmediata de los hornos, debían constar, según resultado de gran número de ensayos practicados en Hamburgo, de:

Ácido carbónico.....	5	por 100
Óxido de carbono.....	0,03	
Oxígeno.....	14,92	
Ázoe.....	80,05	

Total..... 100

La temperatura de estos gases en el mismo colector central, según observaciones hechas en Oldham con un pirómetro termoelectrico durante varias horas, acusan una temperatura media de 895° centígrados con una mínima de 632° y una máxima de 1.024° centígrados.

Según observaciones de los Sres. William Thomson y del profesor Archibald Baar, estos gases, después de pasar por un generador multitubular Babcock y Wilcox, salían á la temperatura de 371° centígrados, y haciéndoles atravesar un economizador tubular, habían bajado á 290° con cuya temperatura llegaban á la chimenea.

El puente móvil para el servicio de los hornos, se ha calculado para vaciar 35 carros de basura por término medio y 56 al máximo. La longitud media de recorrido del puente cargado es de 12 metros, la del carro á lo largo del puente de 15 metros, la altura de elevación del carro de 5 metros y el tiempo necesario

para ejecutar una maniobra, ciento cincuenta segundos. Los motores son eléctricos y en número de tres, de corriente continua á 220 voltios. El motor de elevación desarrolla 12 caballos á 875 revoluciones; el de avance del puente, cinco caballos y el de avance del carro dos y medio caballos de potencia media á 800 revoluciones por minuto.

En esta fábrica no se hace ninguna clasificación previa de las basuras que deben incinerarse; desde los carros pasan directamente al horno, y los productos calcinados que salen de éste son los que, según se ha dicho, experimentan la clasificación mecánica en los *trommels*. Sepáranse en éstos los objetos metálicos y otros análogos y la masa restante se clasifica, como se ha dicho antes, en tres tamaños. La fábrica no encuentra medio de desprenderse de los objetos metálicos; vende como abono las cenizas de cero á cinco milímetros y emplea las restantes para terraplenar los terrenos bajos, formar diques á lo largo de los canales ó en el firme de las carreteras, para lo cual sirven perfectamente dichas escorias á causa de su extraordinaria dureza.

El número de operarios empleados es muy variable por serlo también la cantidad y calidad de inmundicias que se tratan durante el año. En invierno la cantidad es un 30 por 100 mayor que en verano. Como la fábrica está unida á la *Ferme aux boues*, ó sea el local destinado á limpieza pública, los operarios pasan de una á otra sección según las necesidades del servicio. Puede estimarse, sin embargo, en 35 su número, por término medio.

El coste de los edificios y de la maquinaria ha ascendido á unos 780.000 francos, y con las obras adicionadas desde su inauguración hasta la fecha, puede estimarse en un millón de francos.

Esta fábrica fué establecida con el solo y exclusivo objeto de destruir las basuras domésticas y de las calles, sin propósitos de utilización industrial ni de obtención de beneficios. El calor desarrollado por la combustión de las basuras produce el vapor que alimenta los motores, y la fuerza desarrollada en éstos, convertida en energía eléctrica, sirve para poner en movimiento toda la maquinaria afecta á las diferentes operaciones de la incineración. Como en realidad esta maquinaria no absorbe toda la fuerza producida, la restante sirve para iluminar toda la *Ferme aux boues* y para dar movimiento al taller de reparación, á las bombas, etc. El único ingreso que se obtiene, es el que resulta de la venta de las cenizas núm. 1 como abono.

En Colonia, la basura procedente del servicio domiciliario se lleva á grandes depósitos, situados á 7 ú 8 kilómetros de distancia de la ciudad, donde al cabo de un año es vendida á particulares.

Las quejas van siendo cada vez más numerosas contra el hedor y otras molestias emanadas de estos depósitos, de manera que va haciéndose difícil encontrar terrenos para los mismos. Estos inconvenientes determinaron á la Administración de Sanidad pública, al inaugurarse el servicio de incineración de las basuras en Hamburgo, á verificar experiencias con basuras de la ciudad de Colonia en aquel establecimiento, para poder determinar su combustibilidad, experiencias que dieron satisfactorios resultados.

Con ocasión de estos trabajos y en vista de las proposiciones hechas por la Administración, fué nombrada una comisión que ha visitado los diferentes establecimientos de esta clase existentes en Inglaterra y otros países, para la destrucción de las basuras. Ha visitado también el *Müllschmelze*, de Berlín, y el edificio de la *Haus-Müllverwertungs-Gesellschaft*, de Munich. El informe de esta comisión es decididamente favorable á la introducción en Colonia de la incineración de las inmundicias como el mejor medio de deshacerse de ellas.

Las bases que han servido á la ciudad de Colonia para formar concepto acerca de cuestión tan importante para la limpieza de las ciudades y que ha creído conveniente deber seguir, están consignadas en la Memoria de la indicada Comisión, y que dice así:

«Mientras que en un principio Inglaterra ha partido del solo punto de vista de la destrucción de las basuras para la construcción de establecimientos de esta índole, en estos últimos tiempos ha ido adquiriendo cuerpo la idea de sacar partido del calor producido por la incineración de aquéllas, aprovechándolo en la producción de vapor.

»El concepto del provecho que se puede sacar de esta operación, debe basarse de momento sobre los establecimientos más modernos y mejor instalados de su clase.

»En las antiguas instalaciones de Inglaterra, no se tuvo en cuenta la utilidad que podía sacarse; las establecidas en estos últimos años son las únicas que están en condiciones de aprovecharse de estas ventajas.

»Partiendo del principio de aprovechar el calor producido por la incineración de las basuras para vaporizar el agua, resulta de multitud de pruebas realizadas, que el valor calórico de las basuras es por término medio un octavo del del carbón de Westfalia ó está en la relación de 1 á 2,5 con el lignito de Frechen, y sabiendo que en cada horno se pueden quemar ocho toneladas basura (término medio) en veinticuatro horas, ó sean 333,5 kilogramos por hora (en Hamburgo durante un ensayo fueron quemados 8.247 kilogramos de basura procedente de Colonia, de calidad mediana y escogida de 86 calles), se podría producir en cada horno 300 kilogramos de vapor por hora.

»Al tratar de instalar un establecimiento de esta índole en Colonia, se deberá tener en cuenta desde luego la manera de aprovechar este calor, y del resultado que se obtenga juntamente con la economía en la supresión de acarreos, se podrán deducir los beneficios probables de la implantación del mismo.

»Para juzgar de la importancia de los beneficios que pueden obtenerse en una instalación de esta naturaleza, nos basaremos en los siguientes datos:

»La experiencia prueba que se producen 0,5 kilogramos de basura diarios por habitante. Por de momento la extracción se verifica sólo en la ciudad propiamente dicha, que consta de unos 240.000 habitantes, resultando, á pesar de ello, que deben tratarse 120 toneladas diarias.

»Si el aumento de la población sigue en la proporción en que se ha mantenido hasta la fecha, en la parte de ciudad situada en la orilla izquierda del río, sólo con los barrios adyacentes, en veinte años deberá contarse una población de 540.000 habitantes, lo que obligará á quemar 270 toneladas de basura diarias. Para esta cantidad, suponiendo una capacidad en cada horno de 8 toneladas en veinticuatro horas, se necesitarán 34 celdas, sin contar las de reserva. Para lograr el objeto que se ha propuesto, es preciso repartir este trabajo entre tres establecimientos, uno situado al Oeste, otro al Norte y otro al Sur.

»Como de momento no deberán destruirse más que 120 toneladas, sobre ellas basaremos los cálculos para la instalación de un establecimiento que pueda realizar este trabajo. El establecimiento, que situaremos al Oeste de la ciudad, para mejor satisfacer así las necesidades de la misma, deberá constar de 16 hornos, con la posibilidad de aumentarlos hasta 20, quedando para los establecimientos que deberán construirse más tarde al Norte y al Sur 16 y 12 hornos, respectivamente, para tener la instalación completa.

»En el primer establecimiento se quemarán por hora $\frac{120.000}{24}$ = 5.000 kilogramos de basura.

»Si se cuenta que un kilogramo de la misma produce un kilogramo de vapor, obtendríamos una producción de 5.000 kilogramos de vapor por hora. Como para estar seguros de esta producción conviene hacer aún más ensayos, es prudente para nuestros cálculos tomar sólo una producción de 4.000 kilogramos de vapor por hora.

»Para un consumo de 10 kilogramos de vapor por caballo-hora en máquinas bien construidas, se obtiene una fuerza efectiva de $\frac{4.000}{10}$ = 400 caballos-vapor.

»Para ello es preciso disponer dos máquinas de 200 caballos para la explotación y una de igual potencia para tenerla de reserva.

»Como la producción de vapor es continua durante las veinticuatro horas del día y no se puede emplear para la explotación de los tranvías más que durante algunas horas del día y aun durante éstas de una manera bastante irregular, es preciso almacenar la fuerza obtenida en las horas que no tiene empleo, mediante acumuladores de plomo que para este objeto deberán ser de dimensiones considerables.

»Para fijar la economía del vapor obtenido por la incineración de las basuras, es preciso tomar como tipo una central generatriz, lo mejor instalada posible, destinada á la explotación de los tranvías, que ponga en relación la incineración de las basuras con la producción del vapor y almacenamiento de la fuerza producida. Resulta de los cálculos para una estación generatriz que trabaje ventajosamente con una fuerza de 400 caballos sin estar en relación con un establecimiento de incineración, que son precisas 4.375 toneladas de carbón al año, comprendido el necesario para la calefacción, que á 13 marcos tonelada, importan 56.875 marcos. De este valor deben deducirse los gastos que importa el poner en relación la estación generatriz con el establecimiento de incineración y que hacen subir los gastos de establecimiento y de explotación.

»Mientras que en una estación generatriz en relación con un establecimiento de incineración para funcionar durante veinticuatro horas, los gastos de explotación, no comprendidos los de producción del vapor, pero incluidos el interés y amortización del capital, suben á 47.800 marcos, los de una estación generatriz particular con diez y siete horas de trabajo, son de 31.850 marcos.

»La diferencia de 9.950 marcos es en perjuicio de la primera instalación, luego debe restarse de los gastos de combustible, que importan 56.875 marcos, quedando un beneficio en favor de aquel procedimiento de 46.925 marcos, ó, en números redondos, de 47.000 marcos.»

En Zurich (163.748 habitantes), he podido visitar la fábrica de incineración más moderna del continente. Fué inaugurada el 10 de Mayo de 1904. La producción de los hornos fué desde un principio mayor para las basuras de verano de lo que previamente se había fijado, de tal manera que hasta principios de Noviembre las basuras de toda la ciudad, excepción hecha de las de aquellos barrios en que se sacan con más frecuencia, pudo ser fácilmente destruida por el fuego. En conjunto fueron quemadas hasta fines del año 1904:

	Toneladas.
Basuras domésticas	9.453
Desperdicios de fábricas	65
Basuras de las calles	22
Total	9.540

Esta fábrica fué proyectada desde un principio para emplear la energía eléctrica producida por la combustión de las basuras, en varios servicios públicos, y muy especialmente en la tracción de los tranvías, cuya explotación se verifica en Zurich por administración. Los cálculos están basados, próximamente, en los mismos datos que más arriba se mencionan para Colonia; y los resultados obtenidos hasta el presente vienen á confirmar su exactitud. Por no estar normalizado todavía el servicio de incineración ni haberse extendido á todas las basuras de la ciudad en la fecha de mi visita, no pude ver funcionando, ni estudiar prácticamente, como hubiese deseado, tan útil y provechosa aplicación de la incineración.

He aquí los datos más importantes sobre este servicio:

MESES	BASURAS — Tone- ladas.	PRODUCTOS		Duración de la incineración — Horas.	Producción de los hornos en 24 horas. — Kilo- gramos.	Consumo de carbón por las calderas. — Kilo- gramos.
		Escorias. — %	Cenizas. — %			
Mayo-Agosto	4,221,8	— *	— *	— *	— *	— *
Septiembre... ..	1,165,5	24,5	8,2	2,575	10,848	—
Octubre.....	1,393,7	23,3	8,5	3,500	9,264	210
Noviembre.....	1,451,9	23,8	9,1	4,746	7,368	—
Diciembre	1,299,4	30,5	11,0	4,523	6,888	—
Totales.	9,540,0			15 344		210
Promedio de los meses de Septbre. á Diciembre.	1,329,8	25,5	9,2	3,836	8,592	52,8

* Ignorado.

Para la conservación del fuego en las cajas de los hornos, después que las paredes de mampostería fueron secadas y llevadas al color rojo, no fué nunca necesario más que las basuras. Las escorias fueron utilizadas al principio para terraplenar los alrededores del establecimiento; más tarde, en la construcción de caminos y para rellenar los terrenos del Limmatthal, propiedad de la ciudad. Las cenizas son un buen abono. Una pequeña parte de las mismas fué vendida; las restantes empleadas como abono en los prados comunales. La fuerza eléctrica producida acciona los motores de los ventiladores y las bombas de condensación, é ilumina la fábrica, el patio y las oficinas del establecimiento. Una parte del vapor producido por el calor de los gases, sirve para la calefacción de las oficinas y de los baños. La fuerza sobrante no pudo ser utilizada, pues los aparatos de transporte y transformación de la energía no están aún instalados.

Esta instalación es en un todo semejante á la de Bruselas, no notándose diferencia esencial en la disposición de los diferentes aparatos; sólo el ventilador, único para todos los hornos, está situado á alguna distancia de los mismos, en un pequeño edificio aparte.

El vapor producido en las calderas y recalentado en un aparato *ad hoc*, pone en movimiento unas turbinas de vapor sistema Parsons, acopladas directamente á las dinamos.

He tenido ocasión de examinar en la Exposición de Lieja un tercer sistema por el cual se hace una clasificación previa de las basuras, utilizando una parte de ellas, por su transformación, en productos de aplicación agrícola ó industrial, y destruyendo la parte restante por incineración. Participa, pues, este sistema de los dos descritos y quizás reúne las ventajas de ambos sin tener sus inconvenientes. Se presta mejor al modo de ser de los varios países (con ó sin agricultura), y es aplicable con mayor motivo en aquellas localidades en que las basuras no son autocombustibles, ó lo son poco.

Empleando un procedimiento mecánico perfectamente higiénico, se obtiene de las basuras:

1.º Trapo y papel. 2.º Metales. 3.º Cok. 4.º Escorias y cascos. 5.º Materias orgánicas, huesos, etc. 6.º Basuras frescas.

Como complemento de esta clasificación, los metales son tratados por un separador magneto eléctrico, que aparta el hierro de los demás metales. Las escorias y cascos se someten á otra clasificación para separar los vidrios, piedras, etc. El cok sirve de base á la incineración para la producción de la fuerza. Las materias orgánicas procedentes de despojos vegetales y animales se utilizan como abonos; los vegetales frescos, convenientemente preparados, se emplean como alimento del ganado. Las restantes basuras, junto con el cok, se destinan á la incineración, y el calor obtenido por ellas es suficiente para alimentar los motores del establecimiento, quedando en todo caso suprimidos los amontonamientos.

Aunque no haya tenido ocasión de verlo funcionar, á guisa de complemento de la presente noticia, haré mención del procedimiento Arnold, muy en boga en los Estados Unidos, y que consiste en tratar las basuras por el vapor á 155 grados, dentro de grandes calderas verticales, herméticamente cerradas, de unos 10 metros cúbicos de capacidad, llamadas digestores. Por esta operación, que dura de seis á siete horas, las materias animales y vegetales experimentan una profunda modificación; algunas de las primeras se hacen solubles, las albuminoides se coagulan, y las materias grasas son arrastradas por el agua procedente de la condensación del vapor. Una vez terminada la operación, se hace pasar el agua de condensación cargada de grasas á un cilindro, y, abriendo la puerta inferior del digestor, salen las basuras cocidas que se llevan á una prensa donde se les extrae otra cantidad de agua y grasa que se reúne á la primera. Luego se hace secar la materia sólida y se lleva finalmente á las muelas donde se convierten en polvo fino, sin olor y utilizable como abono.

El procedimiento de Metz, empleado también en América, es bastante complicado y tiene por objeto, como el de Arnold, extraer las grasas y utilizar lo restante como abono. Las basuras son clasificadas, desecadas luego en cilindros calentados por el vapor; trituradas y sometidas, por fin, en aparatos extractores los cuales son también calentados por vapor, á la acción de un chorro de nafta que arrastra las grasas. Los residuos son luego molidos y clasificados. Según los ensayos en grande escala realizados en los Estados Unidos, de 100 toneladas de basuras se han extraído abonos por valor de 800 francos, y 160 francos de grasas vendidas á las fábricas de jabón.

No es posible poder afirmar *a priori* cuál es el sistema aplicable á Barcelona. Con lo que antecede puede formarse cabal concepto de los dos sistemas tipos: el que se ensaya en París con buen éxito, ó sea la-utilización de las inmundicias domésticas para la producción de abonos de inmediato empleo en la agricultura, y el que funciona en muchas capitales de Europa y que próximamente recibirá su última y más perfecta aplicación en la ciudad de Colonia.

Añádese á éstos el sistema mixto presentado en la Exposición de Lieja. Todos resuelven el problema higiénico, ó sea la desaparición de los depósitos de basuras con su séquito de peligros y de complicaciones; y todos, aunque no en igual grado, según las localidades, ofrecen ventajas bajo el punto de vista económico. En el primer concepto, es indudable que cualquiera de los sistemas sería beneficioso para Barcelona, pues aquí, como en Bruselas, como en Colonia, como en todas partes, empiezan á tocarse los inconvenientes de los estercoleros y de los depósitos extendidos por todo el ámbito del término municipal, los cuales no pueden ni deben continuar. En el segundo concepto, ó sea en el económico, sólo la formación de un proyecto bien estudiado en todos sus detalles, podría decidir la preferencia en favor de uno ú otro sistema, logrando quizás que lo que es hoy partida de gastos se convirtiese en fuente de ingresos.

Cloacas.

La organización de una buena red de cloacas es lo que ejerce influencia más bienhechora y eficaz en la salubridad de las ciudades.

Para calificar como bueno un sistema de cloacas debe responder á varias condiciones, todas ellas muy esenciales. En primer lugar su distribución debe estar en correlación directa con la de las vías públicas á fin de evitar en absoluto atravesar los grupos de edificación.

Sigue luego en importancia la sección, que debe ser proporcionada á la categoría de la ramificación, al número de edificios que debe servir y á la declividad.

El declive viene obligado muchas veces por las cotas del terreno; pero es indispensable que sea suficiente para comunicar á las aguas la velocidad necesaria para que arrastren consigo

los detritus de toda clase que las impurifican. En cambio, no debe ser tan grande que pueda corroer la solera de la alcantarilla. Las relaciones que ligán estos diferentes factores pueden verse en los excelentes tratados que se han publicado sobre la materia.

La impermeabilidad de las cloacas es también condición esencial: no sólo por lo que afecta á su duración, sino para evitar la infección del subsuelo.

La cantidad de agua en circulación disponible es de tal importancia, que determina la eficacia del alcantarillado.

La ventilación de las cloacas es también necesaria para efectuar su limpieza y conservación.

La mayor parte de las grandes capitales tienen su red de cloacas establecida con arreglo á estos principios, sin perdonar gastos y algunas con verdadero lujo. Han adoptado el sistema de *tout à l'égout*, reconocido por todos los higienistas como el más perfecto y como el que mejor responde á las exigencias de la salubridad de las ciudades. El modelo tipo es el alcantarillado de París.

(Continuará.)

COJINETES DE BOLAS EN LOS CARRUAJES DE FERROCARRIL

Desde el año 1903 se ha emprendido en Alemania una serie de ensayos acerca del empleo de los cojinetes de bolas en los ejes de los vagones para el servicio de los ferrocarriles. *La Revue générale des Sciences*, de 30 de Junio del corriente año, da sobre este particular las siguientes indicaciones:

Los vagones que han servido para los experimentos pesan 18 toneladas en vacío y de 30 á 33 toneladas en carga, cuya carga está repartida sobre tres ejes. En un principio los cojinetes de bolas no se aplicaron más que á los ejes centrales; más adelante se aplicaron también á los ejes extremos.

En Noviembre último, los ejes centrales así dispuestos, habían recorrido próximamente 160.000 kilómetros y los ejes extremos de 90.000 á 120.000 kilómetros. Los ensayos practicados permitieron establecer que á una velocidad de 40 kilómetros por hora, el esfuerzo de tracción se disminuye en un 12 por 100 para el arrastre de los vagones y en un 15 á 20 por 100 para la arrancada. Cuando se llega á velocidades más elevadas, tales como las de 90 á 100 kilómetros por hora que alcanzan los trenes rápidos, la mayor parte del esfuerzo se emplea en vencer la resistencia del aire; un 20 por 100 apenas de la potencia absorbida se consume por el rozamiento de los ejes. La economía obtenida por los cojinetes de bolas, aun quedando la misma en valor absoluto, se reduce entonces á un 2 por 100 próximamente, con relación al esfuerzo total, que se consume en su mayor parte en vencer la resistencia del aire á la velocidad de 100 kilómetros, mientras que entra muy poco en cuenta á la velocidad de 40 kilómetros.

De todas maneras, los cojinetes de bolas ofrecen para las grandes velocidades la ventaja, muy apreciable, de reducir considerablemente el calentamiento de los ejes; y desde el punto de vista de la reducción del esfuerzo de tracción, proporcionan una economía muy apreciable en los trenes de mercancías, ó cuando, como ocurre con los tranvías eléctricos, los carruajes tienen que arrancar con mucha frecuencia y rapidez.

Esto es lo que se ha demostrado de un modo indiscutible en los experimentos hechos en Berlín, en Hannover y en Wurtemberg, sobre los ferrocarriles del Estado prusiano.—H.