

CAPÍTULO XI

DIVERSOS GASES DE ALUMBRADO

1. Historia y generalidades.—2. Composición del gas de leña.—3. Fabricación del gas de leña.—4. Mecheros para el gas de leña.—5. Gas de turba y productos de su destilación.—6. Producción y composición del gas de turba.—7. Gas de agua y su fabricación.—8. Gas platino de Guillard.—9. Gas de agua carburado.—10. Gas de aceite.—11. Gas del churre.—12. Gas de aceite de esquisto.—13. Gas de aceite de parafina.—14. Gas de petróleo.—15. Gas de resina.

1. HISTORIA Y GENERALIDADES. Como se ha dicho en la página 469, el ingeniero francés *Felipe Lebon d'Humbersin* se ocupó desde 1796 en preparar gas de alumbrado con leña, valiéndose de su termolámpara. Pero ese aparato, que á la vez difundía luz y calor, hubo de abandonarse pronto, porque el poder del gas alumbrante así producido era débil y no podía competir con el gas de hulla, que apareció poco tiempo despues. No se conoce un solo ejemplo del empleo de ese gas de leña para el alumbrado regular. *J. Dumas* dice con razon que la termolámpara no podía alcanzar buen éxito á causa de su manejo difícil, ó á causa de la poca intensidad de la luz que producía. Los gases que en ella se formaban, consistían solamente en hidrógeno protocarbonado y en óxido de carbono que,

como sabemos, no tienen más que un débil poder luminoso. En 1849, *M. v. Pettenkofer*, de Munich, tuvo ocasion de reanudar los experimentos relativos á la fabricación del gas de leña; y halló que la opinion de *Dumas* era enteramente exacta, y sobre todo, que á la temperatura de la carbonización de la leña sólo se producen gases que no pueden ser de utilidad para el alumbrado, toda vez que á más del ácido carbónico y del óxido de carbono no se forma sino gas de ciénagas y nada de hidrocarburos pesados. Pero si en el acto de la carbonización de la leña se eleva la temperatura de los vapores que toman nacimiento, se produce mayor cantidad de gas y se efectúan descomposiciones acompañadas de la formación de hidrocarburos pesados, de modo que el gas de leña es un

tal caso mucho más rico en esos cuerpos que el gas de hulla.

Habría debido lograrse tiempo há la fabricación de un gas luminoso con la leña, ya que los vapores de ésta se forman á una temperatura muy baja á 150 grados. A esa temperatura no se desprenden de la hulla gases ni vapores. Para comprender bien el modo de formarse el gas de leña, conviene ante todo establecer una distinción entre la temperatura á la cual la leña se descompone en carbon y vapores (la temperatura de carbonización) y aquella en que los vapores producidos se convierten en *gas de alumbrado permanente*. Con la hulla (la resina y el aceite) se obtiene en las retortas ordinarias de las fábricas un gas de alumbrado que se puede emplear inmediatamente, porque los vapores tienen en el acto de su formación una temperatura mucho más alta que los que se desprenden de la leña: y por esa razon no tienen necesidad más que de calentarse poco para convertirse en gas de alumbrado. En otros términos, esa diferencia dimana de que para la hulla las temperaturas de *carbonización y formación* del gas de alumbrado están mucho más aproximadas la una á la otra que para la leña. Por ese motivo los aparatos que convienen en la preparación del gas con hulla no pueden servir en la fabricación del gas de leña. Entre los cuerpos ricos en carbono é hidrógeno que preexisten en el alquitran de leña, los hay que pueden destilarse (variando su punto de ebullición de 200

á 250 grados) sin sufrir descomposición química á una temperatura mucho más alta, que aquella en que se forman á costa de la leña. A ellos principalmente es debido el poder luminoso, y deben descomponerse á una temperatura más alta todavía en gases permanentes ricos en carbono. Para preparar el gas de leña se necesita una capacidad en la que se efectúe la descomposición de esa primera materia, es decir, una retorta que tenga la forma de las de gas ordinarias, y al lado de esa capacidad ó retorta, otra capacidad, el *generador*, para la transformación de los vapores producidos primeramente en gas de alumbrado. Antiguamente se circundaba la retorta en que debía carbonizarse la leña, con tubos mantenidos al rojo, por los cuales habian de circular los vapores para ser convertidos en gas de alumbrado; pero ahora se han abandonado por regla general esas retortas complicadas, y se utilizan otras más sencillas aunque mayores. Estas últimas retortas son muy espaciosas con relacion á una carga de leña (=60 kilogramos), y podrían contener fácilmente una cantidad tres veces mayor.

No hay grandes diferencias con relacion á la cantidad y calidad del gas dado por las diferentes especies de madera. Las diferencias en la cantidad fueron puestas en evidencia por las investigaciones de *W. Reissig*, que empleó para preparar gas de leña el álamo blanco (1), el tilo (2), el alerce (3), el sauce (4), el pinabete (5) y el pino (6)

		METROS CÚBICOS.	de gas purificado y		KILÓGRAMOS.
			9'90 de carbon.		
50 kilogramos	(1) dieron	17'72	—	—	—
50	(2) —	18'6 á 20'2	—	—	y 9 á 11
50	(3) —	16'50	—	—	y 12'50
50	(4) —	10'80	—	—	y 9'00
50	(5) —	19'44	—	—	y 9'00
50	(6) —	16'92	—	—	y 9'20

2. COMPOSICIÓN DEL GAS DE LEÑA. El gas no purificado contiene grandes cantidades de ácido carbónico, como lo demuestra el análisis

hecho por *v. Pettenkofer* sobre el gas preparado con leña de pino despojado en lo posible de la resina.

Hidrocarburos pesados.	6'91
Gas de ciénagas.	11'06
Hidrógeno.	15'07
Acido carbónico.	25'72
Oxido de carbono.	40'59
En un volúmen de hidrocarburos pesados	

había 2'28 de vapor de carbono. El ácido carbónico se elimina con cuidado del gas bruto por medio del hidrato de cal. El gas de leña depurado tiene, según las investigaciones de *Reissing*, la composición siguiente:

	(1)	(2)	(3)	(4)
Hidrocarburos pesados.	7'24	7'86	9'00	7'34
Hidrógeno.	31'84	48'67	29'76	29'60
Gas de ciénagas.	35'30	21'17	20'96	24'02
Oxido de carbono.	25'62	22'30	40'28	39'04
	100'00	100'00	100'00	100'00

3. FABRICACION DEL GAS DE LEÑA. Respecto á la marcha que hay que seguir para la fabricacion del gas, nos limitaremos á dar las siguientes indicaciones: La leña que debe emplearse para la destilacion, leña de pino ó de pinabete, se lleva á un aposento que está situado detrás del horno de las retortas, y que se calienta por medio del humo conducido del horno por un canal colocado bajo el suelo del aposento mencionado. La leña permanece en esa estufa por espacio de 24 horas. La retorta se carga con 50 ó 60 kilogramos de leña y se cierra como de costumbre. En hora y media queda terminada la destilacion, y despues de la eliminacion del ácido carbónico por la cal se obtienen á lo menos 16 metros cúbicos de gas alumbrante. En la mayor parte de las localidades en que se fabrica el gas de leña, se prefiere desde algun tiempo destilar con la leña cierta cantidad de boghead escocés ó de carbon hojeado en Bohemia.

4. MECHERO PARA EL GAS DE LEÑA. El diámetro de los orificios de los mecheros destinados á hacer arder el gas de leña debe tenerse en mucha consideracion, porque el peso específico de este gas no es generalmente inferior á 0'70, mientras que las más de las veces el del gas de hulla no alcanza á 0'50. La densidad de los gases ejerce una gran influencia sobre la forma y el desarrollo de las llamas que producen. Cuanto más ligero es un gas, tanto más fácilmente se es-

capa y se difunde por el aire; y cuanto más pesado, tanto más difícilmente corre, y su ascenso por el aire se efectúa con tanta más lentitud. Un gas ligero no podrá, al salir, apartar y desalojar el aire ambiente, en tanto que un gas pesado penetrará más fácilmente el aire atmosférico que lo circunda, y se mezclará con él en mayor proporcion. Para que esa mezcla no alcance un grado pernicioso para el poder iluminante, el orificio de los mecheros de gas de leña debe ser mucho más ancho que el de los mecheros de gas de hulla. El gas de leña que arde bajo una presión un poco fuerte en mecheros del gas de hulla, que están calculados para un consumo de 70 á 100 litros por hora, da en general una llama que apenas alumbraba, mientras que el mismo gas quemado en mecheros provistos de orificios anchos desarrolla un poder iluminante que sobrepasa al del gas de hulla ordinaria. Según los esperimentos ejecutados en 1855 por *v. Liebig* y *Steinheil* (siendo la cantidad de los gases consumidos por hora igual á 126 litros).

El gas de hulla=10'84 bujías de cera normales.
El gas de leña=12'92 — — —

Por consiguiente, la relacion del poder luminoso del gas de leña y del gas de hulla es por término medio=6 : 5.

Las ventajas de la preparacion del gas de leña son evidentes; la carbonizacion de la leña se encuentra reunida á la fabricacion de

una materia iluminante, y el gas de leña llena por completo la condicion de la baratura, porque toma origen de un producto que tiene escaso valor y es fácil de utilizarse, el carbon de leña. La leña da en igualdad de peso mucho más gas que la hulla y sobre todo en un tiempo mucho más corto, y la intensidad del poder luminoso está en favor del gas de leña. Además, ese último tiene la gran ventaja de estar completamente exento de amoniaco y combinaciones sulfuradas, de modo que cuando arde jamás puede dar nacimiento el ácido sulfuroso. Comparando el precio á que resulta el gas de hulla con el del gas de leña, se ha visto que sobre todo en los puntos donde pueden adquirirse 100 kilogramos de leña de pino ó de pinabete con más baratura que 100 kilogramos de hulla de gas, el alumbrado de gas con leña es más ventajoso. El capital de instalacion y su interés están tambien en favor de alumbrado del gas de leña. Los aparatos necesarios para la preparacion con leña exigen tambien un espacio menor que el necesario para la fabricacion del gas de hulla, y se necesitan muchas menos retortas, porque la destilacion de la leña se efectúa mucho más rápidamente. En 24 horas una retorta de 300 metros cúbicos de gas de leña y 120 metros cúbicos de gas de hulla. Pero debe señalarse como inconveniente del alumbrado por gas de leña la gran cantidad de cal que exige la purificacion del gas, y el gran gasto que necesita la preparacion preliminar de este agente depurador.

El alquitran de leña (cuya cantidad se eleva á 2 por ciento del peso de la leña seca) y el vinagre de leña (100 partes de leña dan 0'50 á 0'75 de acetato de calcio seco) se utilizan tan ventajosamente como la localidad permite. En algunas fábricas se quema el primero bajo las retortas, cuando no se le puede dar mejor empleo.

El uso del gas de leña para el alumbrado público ó privado se ha generalizado bas-

tante en Alemania y Suiza y en las comarcas civilizadas en que hay grandes selvas.

5. GAS DE TURBA Y PRODUCTOS DE SU DESTILACION. Cuando se somete turba á la destilacion seca, se obtiene del mismo modo que con la hulla, gas, un líquido, alquitran y carbon (carbon de turba). Así, por ejemplo, *Vohl* obtuvo destilando 100 partes de una turba secada al aire (turba cenagosa del canton de Zurich):

Gas.	17'625
Alquitran.	5'375
Producto líquido.	52'000
Carbon.	25'000
	100'000

Los productos de la destilacion seca de la turba son:

Hidrocarburos líquidos y sólidos.	{	Acete de turba de un peso específico de 0'820.
		Acete pesado de un peso específico de 0'885.
		Parafina.
Bases.	{	Amoníaco.
		Etilamina.
		Picolina.
		Lutidina.
		Anilina.
Acidos.	{	Cespitina.
		Acido carbónico.
		Hidrógeno sulfurado.
		Acido cianhídrico.
		— acético.
		— propiónico.
		— butírico.
— valerianico.		
Productos gaseosos.	{	— fénico.
		Hidrocarburos pesados.
		Gas de ciénagas.
		Hidrógeno.
		Oxido de carbono.

6. PRODUCCION Y COMPOSICION DEL GAS DE TURBA. El aparato que se usa para preparar gas de turba, es semejante al que sirve para la preparacion del gas de leña *W. Reissig*, que hizo durante mucho tiempo esperimentos sobre la fabricacion del gas de turba, se sirvió de una turba de las cercanias de Munich, que daba muy poca ceniza y contenia de 13 á 15 por ciento de agua; 100 kilogramos dieron en promedio 20 metros cúbicos de

gas. Como en la madera, el desprendimiento del gas se produce al principio rápidamente; pero en general la destilación es más regular en la turba. De los experimentos y análisis de *Reissig* resulta que el gas de turba puede obtenerse de muy buena calidad. Un gas de turba purificado ofrecía la siguiente composición:

I Hidrocarburos pesados.. . . .	9'52
Gas de ciénagas.. . . .	42'65
Hidrógeno.. . . .	27'50
Oxido de carbono.. . . .	20'33
Acido carbónico é hidrógeno sulfurado.	indicios.
	100'00

El análisis de otro gas preparado con turba de superior calidad dió los resultados siguientes:

II Hidrocarburos pesados { Etileno = 9'52 Ditetrilo = 3'64 } = 12'16	
Gas de ciénagas.. . . .	33'00
Hidrógeno.. . . .	35'18
Oxido de carbono.. . . .	18'34
Acido carbónico é hidrógeno sulfurado.. . . .	0'00
Azoe.. . . .	0'32
	100'00

7. GAS DE AGUA Y SU FABRICACION. El procedimiento empleado para la producción del gas de agua consiste esencialmente en hacer pasar vapores acuosos por retortas de hierro ó de barro, llenas de carbon de leña ó de cok calentado al rojo. Al contacto de esos cuerpos el agua se descompone formando una mezcla gaseosa, que consiste esencialmente en hidrógeno, óxido de carbono, ácido carbónico é hidrógeno protocarbonado (este último en corta cantidad). El gas despojado del ácido carbónico por la cal y casi enteramente compuesto de óxido de carbono y de hidrógeno, por más que no sea luminoso, se ha empleado para el alumbrado: 1.º, según el procedimiento de *Gengembre* y *Gillard*, que consiste en fijar en el orificio de los mecheros, pequeños cilindros de platino que pronto se elevan hasta el rojo, á causa de la llama y comunican á ésta propiedades alum-

brantes; y 2.º, según un método consistente en impregnar (carburar) el gas de vapores ricos en carbono. Este último procedimiento es el más usado: la idea en que se funda fué emitida por *Jobard*, de Bruselas (1832). Teniendo el hidrógeno un coeficiente de difusión muy elevado, se exhala muy fácilmente por las juntas y pequeñas grietas de los tubos de conducción, inconveniente que ofrece tanto más peligro cuanto que ese gas no puede, como el de alumbrado, conocerse inmediatamente por el olor.

Las indicaciones relativas á la composición del gas de agua son muy diferentes: así, dicen *Jacquelin* y *Gillard*, que el gas obtenido por ellos es una mezcla de hidrógeno y ácido carbónico, que despojada de este último por medio de la cal, se compone esencialmente de hidrógeno. Otros sostienen con más fundamento que su gas encierra óxido de carbono é hidrógeno. Los resultados que *Langlois* consiguió, están de acuerdo con esta última opinión. Para formar 1 molécula de óxido de carbono se necesita otra de vapor de agua, cuyo hidrógeno queda libre:



Si entonces el vapor de agua encuentra óxido de carbono á una temperatura más elevada todavía que la del rojo oscuro, que es necesaria para la reacción precedente, el óxido de carbono quita (conforme lo ha comprobado *Verver* con experimentos), en circunstancias favorables, el oxígeno del vapor de agua para transformarse en ácido carbónico, en tanto que queda libre otra cantidad de hidrógeno: $CO + H^2O = CO^2 + H^2$.

La transformación del ácido carbónico en óxido de carbono por absorción de otra molécula de carbono, no puede efectuarse sino en el caso en que el ácido carbónico producido no se estraiga del aparato con una rapidez suficiente, y quede en contacto con el carbon rojo por espacio de algun tiempo. Según el procedimiento de *Tessie du Molay*

y *Marechal*, que puso en práctica la *New-York Oxygen Company*, se prepara el gas de agua calentando carbon con hidróxido de calcio en retortas de hierro: $C + 2Ca(OH)^2 = 2H^2 + 2CaCO^2$. En verdad, el gas de agua tiene un gran porvenir, por más que los procedimientos de alumbrado por el hidrógeno indicados hasta ahora hayan tenido mal éxito.

8. GAS PLATINO DE GILLARD. En 1846 *Gillard* instaló en Passy una fábrica de gas, en la que preparó por descomposición del agua gas hidrógeno destinado á servir para el alumbrado. Esa fabricación se fundaba primitivamente en la descomposición del vapor de agua en una retorta de gas llena de alambres; calentábase al rojo la retorta, y por medio de un dispositivo particular era posible restablecer inmediatamente y en el mismo sitio la actividad que el alambre habia perdido por efecto de su oxidación. Sin embargo, *Gillard* encontró muchas dificultades que le obligaron á cambiar de sistema, y así substituyó el carbon al hierro. Para depurar el gas, rico en ácido carbónico obtenido de ese modo, se le hace pasar por carbonato de sodio cristalizado, que se convierte en bicarbonato. El gas arde con un mechero de *Argand* provisto de gran número de agujeritos; la llama se rodea con una tela de alambre de platino de mediano espesor, que al cabo de poco tiempo se eleva al rojo y pone luminosa la llama del gas. En Paris este gas se denomina *gas platino*.

Es muy puro, inodoro y naturalmente arde sin producir negro de humo. Por esa razón se introdujo en los talleres y almacenes de la joyería de *Christofle* y *C.^{ia}*, de Paris. Su poder luminoso es mayor que el del gas de hulla (según *Girardin*, la proporción es como 130 : 122). Nada deja que desear la hermosura de la llama; y ese modo de alumbrado es por extremo agradable, á causa de la gran fijezza é inmovilidad completa de la luz, que se deben á la circunstancia de ser un cuerpo

sólido llevado hasta el rojo candente, el que da margen á la irradiación de la luz y no á una llama vacilante, como la que produce el gas carburado. Según las indicaciones de *Verver*, empleábanse en Narbona para la producción de 1 metro cúbico de gas, 320 gramos de carbon de leña, y para la calefacción, 1,410 de hulla.

9. GAS DE AGUA CARBURADO. En sus investigaciones sobre el aceite que se forma al comprimir el gas de alumbrado preparado con aceite, *Faraday* descubrió que cuando el gas de ciénagas, que por sí solo alumbraba poco, se pone en contacto con dicho aceite, arde con una llama vivamente luminosa. *Lowe* se apoderó de esta observación y propuso ya en 1832 impregnar el gas de hulla ordinario con vapores de aceite de alquitran ó de petróleo, á fin de aumentar su poder iluminante; y al propio tiempo indicó la manera de producir con vapor de agua y cok una mezcla de óxido de carbono é hidrógeno, que secundada por los vapores de los hidrocarburos mencionados, se trasformaba en gas de alumbrado. Más adelante *Jobard*, de Bruselas, emprendió de nuevo el estudio de esa cuestión, y comunicó el resultado de sus experimentos al ingeniero francés *Selligie*, que á consecuencia de profundas investigaciones sobre el mismo objeto, se hizo cargo de la cosa con verdadero entusiasmo y fué el primero en emplear el gas de agua carburado para el alumbrado al por mayor. Para carburar el gas de agua *Selligie* empleaba aceite de esquistos estraído por destilación seca de esquistos margosos bituminosos, de la misma manera que aun hoy se estraee el aceite de esquisto en Reutlingen y otras localidades. El aparato empleado por *Selligie* para la producción del gas se compone de una batería de tres retortas que de continuo se mantienen al rojo. Dos de esas retortas están llenas de carbon. Una corriente de vapor de agua penetra en la primera dando allí nacimiento á óxido de carbono é hidró-