

SOCIETÀ ITALIANA  
DEGLI STORICI DELL'ECONOMIA

*Innovazione e sviluppo.  
Tecnologia e organizzazione  
fra  
teoria economica e ricerca storica  
(secoli XVI-XX)*

ATTI DEL SECONDO CONVEGNO NAZIONALE  
4 - 6 MARZO 1993

MONDUZZI EDITORE

ANDREA GIUNTINI\*

# L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA NELL'INDUSTRIA DEL GAS DALL'INTRODUZIONE DELLA LUCE ELETTRICA ALLA PRIMA GUERRA MONDIALE (1883-1914). UN BILANCIO STORIOGRAFICO E ALCUNE IPOTESI DI RICERCA

1. “La luce elettrica che già nei suoi primordi ricorre al gaz per poter generare e spandere la sua irradiazione luminosa, non è al gaz che farà la guerra, ma bensì alle tenebre”<sup>1</sup>. Così all'apparire dell'energia elettrica affermava in occasione dell'assemblea degli azionisti dell'Italgas il presidente della maggiore compagnia produttrice e distributrice di gas in Italia, Filippo Albanelli. La previsione fu del tutto erronea: se è vero che la luce elettrica sconfisse trionfalmente il buio della notte, è anche vero che dal momento in cui esordì nel nostro paese, si scatenò una guerra, che durò un trentennio e che alla fine contò una vittima certa: il gas.

Studiare il settore del gas nei trent'anni indicati significa ripercorrere infatti le fasi di una competizione impari, che costituisce l'elemento centrale per la comprensione del fenomeno dell'innovazione tecnologica in questa industria. La concorrenza con l'illuminazione elettrica rappresenta la ragione fondamentale di una virata completa nell'industria del gas: da quel momento ogni mossa delle società produttrici e distributrici di gas ebbe quest'unico scopo. I due settori entrarono in una competizione serrata e i gasisti risposero colpo su colpo alle innovazioni degli elettrici, imitandone i prodotti stessi; e cercarono parzialmente di riciclarsi, offrendo la propria disponibilità a coprire anche lo spazio che gli elettrici stavano occupando. L'esito della contesa era scontato: ai gasisti

---

\* Istituto di storia economica, Università degli studi di Firenze.

<sup>1</sup> Verballi dell'assemblea generale ordinaria degli azionisti della Società italiana per il gas, 30 marzo 1882 (consultati presso la sede dell'Italgas a Torino).

non fu permesso, quasi da nessuna parte in Italia, di produrre energia elettrica e il loro declino apparve subito inevitabile. Il risultato però fu anche, a partire dal 1883, una serie cospicua di studi ed esperimenti, che condussero ad una trasformazione del settore e ad una sua ricollocazione nell'ambito delle risorse energetiche, al punto che è lecito affermare che poche industrie abbiano subito nello stesso periodo così tanti mutamenti come quella del gas.

2. Se si escludono alcuni volumi monografici e un paio di lavori di sintesi, nei quali peraltro la periodizzazione appare troppo limitata, la storiografia italiana non ha dedicato all'industria del gas un'attenzione particolare. Non è bastata la recente "fioritura di studi sui pubblici servizi e sulle infrastrutture urbane a cavallo fra il diciannovesimo e il ventesimo secolo"<sup>2</sup>, che risale alla seconda metà degli anni '80 e che ancora non ha conosciuto nessun appassimento. Anche i recenti studi sulla municipalizzazione hanno soltanto toccato l'argomento, aggiungendo sì conoscenze su vicende finora ignorate, ma non riuscendo ad emanciparlo in definitiva da una posizione di netta subordinazione, nella sua accezione industriale, nei confronti dei tradizionali settori da un lato; e dell'elettricità dall'altro, se ci si pone invece nell'ottica del problema energetico e della modernizzazione urbana. Anche approcci più nuovi, quello basato sullo studio dei *large technical systems*<sup>3</sup> e l'altro dei *networks*, pur comprendendolo in via teorica entrambi all'interno del proprio ventaglio tematico, non hanno per adesso prodotto ricerche convinte né in Italia né all'estero<sup>4</sup>. L'accresciuto interesse nei confronti della tecnologia, manifestato dalla storia economica italiana e di molti altri paesi negli ultimi tempi, non ha migliorato la situazione.

Vi è dunque spazio per più tipi di ricerche, pur nella convinzione che la dinamica dei punti di svolta cruciali della storia del gas nel nostro paese possa essere data per scontata nelle sue linee generali. La chiave di lettura si può spostare dunque dagli studi di carattere monografico, in aumento grazie anche alla nuova sensibilità storica che molte aziende stanno acquisendo e che si concretizza in sistemazione ed apertura di archivi e in commesse a studiosi per volumi celebrativi di taglio scientifico, a quelle che s'inseriscono nella "fioritura" di studi sui pubblici servizi e sulle infrastrutture urbane, cui ci riferivamo poc'anzi. Ma rimangono a disposizione degli studiosi anche il taglio più tradizionale di storia dell'industria, il meno praticato finora, ed infine l'analisi del mutamento tecnologico. Va da sé che puntare l'obiettivo esclusivamente sul fattore tecnologico non intende in nessun modo diminuire l'importanza di altri

<sup>2</sup> F. CONTI, *Crescita urbana e infrastrutture in Italia e in Europa. Studi sull'industria del gas fra Otto e Novecento*, in "Italia contemporanea", 1992, 186, p. 103. Per gli scritti in tema di storia dell'industria del gas in Italia si rimanda a questa ben articolata riflessione bibliografica. Per quello che concerne invece l'estero, molte indicazioni sono rintracciabili anche in: A. BELTRAN, J.P. WILLIOT, *Le noir et le bleu. 40 ans d'histoire de Gaz de France*, Paris 1992.

<sup>3</sup> Non se ne ha traccia per esempio in R. MAYNTZ, T.P. HUGHES, *The Development of Large Technical Systems*, Frankfurt am Main-Boulder 1988; né si è parlato di gas nei convegni organizzati negli ultimi anni intorno a questo concetto.

<sup>4</sup> Va segnalata comunque la presenza dei due citati Alain Beltran e Jean Pierre Williot nei recenti volumi *European Networks, 19th-20th Centuries. New Approaches to the Formation of a Transnational Transport and Communications System*, Milano 1994 ("Proceedings of the Eleventh International Economic History Congress, Milan, September 1994") e *Les réseaux européens transnationaux, XIX<sup>e</sup>-XX<sup>e</sup> siècles: quels enjeux?*, Nantes 1995, entrambi a cura di A. CARRERAS, M. MERGER e A. GIUNTINI.

elementi, pure fondamentali per lo studio di questo settore: l'organizzazione aziendale e i rapporti fra le imprese, la legislazione, il nuovo ruolo dei municipi in epoca giolittiana e il problema della municipalizzazione, le tariffe, la questione operaia, l'approvvigionamento del carbone, il contesto e il decoro urbano non sono che alcuni di tali elementi, citati peraltro senza una precisa intenzione classificatoria, dai quali è impossibile prescindere.

3. La vicenda italiana del gas è nota. Intorno agli anni '40 del secolo scorso le prime città cominciarono a sostituire la vecchia illuminazione ad olio con quella a gas; ad unificazione avvenuta le maggiori realtà urbane della penisola erano dotate di uno o più gasometri e anche molte delle città medie e piccole si erano ormai incamminate verso questa direzione. Il gas era nel frattempo penetrato stabilmente anche nelle officine sotto forma di fonte energetica per un numero crescente di motori.

Il trentennio che separa i primi esperimenti di illuminazione elettrica dalla Grande guerra è cruciale per il gas. Fino a quel momento l'industria del gas aveva vissuto un periodo di crescita continua e di profitti sempre più alti per gli investitori, in massima parte stranieri. Dopo quella data si apre un'epoca nuova per il gas: l'aumento del prezzo del carbone, l'intensificarsi degli usi alternativi, un progressivo disimpegno del capitale straniero e di lì a pochi anni le prime scoperte di giacimenti di gas naturale segnano profondamente questa industria, imprimendole una traiettoria completamente diversa da quella precedente.

Negli anni '80, proprio quando il settore raggiunse la sua piena maturità apparve dunque la luce elettrica, che si propose con esiti favorevoli fin dall'inizio di sostituire l'illuminazione a gas. Fu quindi la concorrenza dell'elettricità a indurre un riorientamento dell'intera industria del gas, i cui successi all'epoca le permettevano già di vivere di rendita e ne avevano rallentato considerevolmente la capacità innovativa. Il bisogno primario divenne a quel punto "provvedere ad una strategia di riduzione dei costi generali e di investimenti selettivi volti a ridurre i costi diretti piuttosto che ad espandere la quota di mercato"<sup>5</sup>. Sotto il profilo tecnologico questo significava che era necessario soprattutto trovare nuovi processi produttivi. Molti di questi, anzi senz'altro la maggior parte, provenivano dall'estero; la loro applicazione da parte delle imprese operanti nel nostro paese fu quasi sempre immediata. La presenza massiccia di investitori e tecnici altamente qualificati, e talvolta anche di operai, di altre nazionalità aiutò evidentemente un tale processo di pressoché automatica introduzione di ogni tipo di novità. La ricerca dei passaggi salienti dell'innovazione tecnologica nell'industria del gas nel corso di quei trent'anni costituisce dunque la chiave per interpretare il modello di sviluppo della struttura di questa industria.

È infine interessante notare in che misura l'innovazione tecnologica prenda piede all'interno delle aziende. In pratica non esiste concorrenza fra le imprese, che gestiscono la produzione e la distribuzione del gas, ma fra queste e quelle elettriche. Ciò provocò piuttosto un'immediata imitazione da parte delle imprese del gas, che cercarono in molti casi di trasformarsi e farsi produttrici esse

---

<sup>5</sup> R. GIANNETTI, *Maturità e declino del gas illuminante (1880-1920)*, in V. CASTRONOVO, G. PALETTA, R. GIANNETTI, B. BOTTIGLIERI, *Dalla luce all'energia. Storia dell'Italgas*, Roma-Bari 1987, p. 132.

stesse anche di elettricità. Il comportamento delle imprese del gas nella fase della concorrenza con le imprese elettriche rappresenta uno degli elementi di maggior interesse ai fini della comprensione della questione complessiva del mutamento tecnologico in questa industria nel corso dei trent'anni analizzati.

4. La scelta delle fonti per una ricerca di questo tipo si presenta tutto sommato ampia. La produzione a stampa, in particolar modo di opuscoli, risulta assai copiosa. Gli opuscoli rappresentano una ricchezza straordinaria; scritti per lo più da tecnici attivi nelle officine sparse per tutto il paese, permettono di venire a conoscenza di ogni innovazione proposta e, anche se non sempre, applicata.

Se a questo materiale spetta la palma del più redditizio ai fini di una ricerca sul mutamento tecnologico, vanno altresì apprezzate anche le “Conferenze amichevoli fra i gasisti d'Italia”, che si succedono con regolarità dal 1882. Inoltre il Corpo delle miniere inizia nel 1891 una rilevazione annuale relativa all'industria del gas e la prosegue fino al 1915, quando viene interrotta per effetto della nuova legislazione in materia di disciplina del lavoro, che sottraeva al Corpo delle miniere la vigilanza nelle officine del gas. L'unità di rilevazione era l'officina; vengono così indicate le quantità prodotte con il rispettivo valore del gas illuminante, del coke da gas e del catrame, le quantità distillate di carbon fossile e di oli, la forza motrice, numero e potenza in HP dei motori che venivano distinti secondo il tipo, e il numero degli addetti, divisi secondo il sesso e l'età. Dal 1895 il Ministero delle finanze sottopone ad imposta il consumo di gas per usi domestici e dal 1908 il Ministero rileva anche il consumo di gas non soggetto ad imposta; i dati non riguardano solo il gas illuminante, ma qualsiasi gas ottenuto dalla distillazione del carbon fossile e degli altri oli minerali o ricavato dal suolo. Nel 1910 l'Associazione nazionale industriali del gas inizia una serie di rilevazioni, oggetto delle quali sono le vendite di gas, la produzione di coke, catrame, benzolo e solfato ammonico e il consumo di fossile per distillazione.

L'ultima delle fonti a stampa da ricordare è rappresentata dalla rivista “Il gaz”, pubblicata a Venezia a partire dal 1901 per cura di Vittorio Calzavara, profondo conoscitore del settore del gas in quanto direttore dell'officina di quella città di proprietà della Società civile veneta per l'industria del gaz ed elettricità e al contempo consulente privato molto ascoltato. Almeno fino allo scoppio della Grande guerra la funzione dei direttori delle officine ai fini della circolazione delle conoscenze relative all'applicazione delle innovazioni tecnologiche è del tutto centrale; quella di Calzavara in Italia lo fu in modo particolare<sup>6</sup>. La rivista di Calzavara è in grado di proporsi come miniera di informazioni di carattere tecnico di sorprendente utilità.

L'unico archivio fra i non molti consultabili e utile a livello nazionale è quello dell'Italgas di Torino, solo parzialmente sistemato finora, ma senz'altro fondamentale per ogni ricerca su questa industria.

La fonte costituita dai brevetti invece è meno tradizionale, anzi per ora nes-

---

<sup>6</sup> È sua la trattazione del tempo in assoluto più completa sul gas: V. CALZAVARA, *L'industria del gaz illuminante*, Milano 1899; e suoi sono alcuni utilissimi libretti sullo stato di alcuni servizi, fra cui il gas, grosso modo nella stessa epoca: Id., *Indicatore tecnico-commerciale delle officine gaz, elettricità, acquedotti, telefoni d'Italia*, pubblicato a Venezia una prima volta nel 1908 e poi di nuovo, aggiornato, nel 1911.

suno se ne è servito per il settore del gas. L'esempio più recente, al quale dunque può risultare conveniente rifarsi, è costituito da un lavoro condotto sul settore elettrotecnico<sup>7</sup>. Il "Bollettino delle privative industriali", divenuto poi "Bollettino della proprietà intellettuale", pubblicazione mensile edita dal Ministero di agricoltura, industria e commercio e disponibile dal 1895, consente di conoscere gli attestati di privativa, concessi nel mese precedente alla pubblicazione, suddivisi in categorie.

5. Non sono significativi i progressi nel campo della tecnologia nell'industria del gas nel periodo precedente il 1890, anno dell'invenzione da parte di Auer della famosa lampada, che da lui prese il nome. Durante i primi decenni della vita dell'industria del gas aveva un senso il detto che i dividendi si ottenevano nella sala di distillazione; ed in questa fase in effetti si concentrarono le innovazioni in questo periodo. All'inizio del Novecento la prospettiva mutò profondamente: non era più il momento della distillazione quello decisivo ai fini dei profitti delle società ed anche l'innovazione tecnologica si spostò verso altri obiettivi.

Va comunque ricordata ed adeguatamente sottolineata l'introduzione avvenuta nel 1875 dei forni a gasogeno Siemens, che trasformarono radicalmente la tecnica di produzione del gas, chiudendo la prima fase della vita di questa industria, quella caratterizzata dalla combustione diretta. L'adozione del forno riscaldato con il gas del gasogeno costituisce la base, che ha permesso in seguito l'introduzione di ogni metodo innovativo nel campo della distillazione. Siemens applicò ai gasogeni il sistema a rigenerazione, che attraverso dei recuperatori permetteva un'economia di combustibile che nel 1880 veniva valutata nell'ordine del 23%<sup>8</sup>.

Ebbero un ruolo altrettanto rilevante i forni a storte inclinate del francese Coze, la cui applicazione risale al 1888. Inizialmente le storte avevano un'inclinazione di 30-33° poi di 45°, il che permetteva di ottenere il pieno carico della storta. È vero che l'inventore delle storte inclinate era stato l'inglese Murdoch, ma fu Coze ad immaginare un sistema di forno a storte con apparecchi di carica in grado di facilitare una considerevole riduzione di spese di manodopera e di fabbricazione. Le storte inclinate infatti obbligavano ad una spesa di primo impianto inferiore agli altri tipi di storte e più basse erano anche le spese di gestione; inoltre permettevano la costruzione di forni più grandi e non richiedevano la presenza di un operaio particolarmente qualificato ed alleviavano in generale la fatica dei lavoratori. In compenso l'aumento notevole delle dimensioni del forno provocò serie difficoltà nel mantenere una distribuzione uniforme delle temperature<sup>9</sup>.

I forni a storte inclinate costituirono il primo passo verso una radicale trasformazione nella tecnica dei forni<sup>10</sup>. Il passo successivo, compiuto però diversi

<sup>7</sup> M. VASTA, *Innovazioni e sviluppo economico: l'uso dei brevetti nell'analisi del settore elettrotecnico italiano nel periodo 1895-1914*, in "Rivista di storia economica", 7 (1990), 1, pp. 47-73.

<sup>8</sup> GIANNETTI, *Maturità e declino* cit., p. 145.

<sup>9</sup> Accadeva infatti che degli anelli risultassero molto caldi in corrispondenza di certe zone della storta e viceversa alcuni troppo freddi con pregiudizio del materiale, di cui il forno era costruito, e con un aumento preoccupante di depositi catramosi nelle colonne montanti.

<sup>10</sup> Il maggior impianto di questo tipo in Italia era quello di San Celso a Milano dell'Union des

anni dopo, fu costituito dai forni verticali, caratterizzati anch'essi da un'elevata capacità di garantire economicità alla produzione ed in più di evitare i difetti, legati alla distribuzione delle temperature, evidenziati dalle storte inclinate. Fu il tedesco Bueb a realizzarli per primo nel 1906; in Italia tale sistema fu adottato prima dall'officina di Genova e poi da quella di Trieste. Alla base dell'introduzione delle storte verticali stava l'esigenza di trasferire nel gas almeno una parte dell'energia calorifica destinata a rimanere nel coke; dopo molte esperienze il mezzo più semplice per risolvere il problema in oggetto si dimostrò quello di mandare vapore nella carica delle storte, come si fece prima con i forni Bueb e poi nel processo di distillazione continua.

Il recupero del calore in sostanza funzionò da punto di riferimento per ogni ricerca innovativa nel settore della distillazione nell'arco dei primi quindici anni del Novecento. In termini di razionalizzazione della produzione i risultati conseguiti furono di portata notevole. Fino ai primi anni del secolo buona parte delle officine italiane possedeva ancora i vecchi forni a griglia, che consumavano 25-30% in più di combustibile e richiedevano parecchi operai adibiti espressamente alla loro cura oltre a non distillare completamente il carbone. I forni verticali furono a loro volta perfezionati dai forni a camera e poi dal gasogeno unico<sup>11</sup>. Essenziali conquiste vennero fatte registrare nello studio dei materiali refrattari, che permettendo l'adozione di temperature molto alte, resero possibili tali miglioramenti.

Di rilievo furono anche gli interventi attuati fra la fine degli anni '80 e l'inizio di quelli '90 a sostegno del trasporto e dello scarico dei carboni, interventi effettuati con sistemi meccanici, che offrirono ottimi risultati in termini di consistenti risparmi e di migliorate condizioni igieniche del lavoro. La manipolazione nella sala dei forni infatti costituiva una delle fatiche maggiori per gli operai gasisti, in più era svolta ad alte temperature. La pala fu prima sostituita dal cucchiaio da carico, metodo però che ancora esigeva l'intervento di ben tre uomini. Con la macchina di De Brouwer si cominciò a lanciare i carboni e non più a collocarli nella storta come col cucchiaio, ottenendo ritmi regolari ed una diminuzione dello sforzo necessario da parte degli operai<sup>12</sup>. La questione del caricamento e dello scaricamento delle storte continuò ad occupare un ruolo cruciale ai fini dell'innovazione tecnologica in pratica fino alla guerra<sup>13</sup>.

---

Gaz, che acquistò le storte dalla società lionese Lachomette. Il direttore tecnico Carlo Bunte scelse il sistema della Graham, Morton e C. di Leeds. Nel 1902 nello stabilimento erano occupati 300 operai italiani e 60 inglesi; erano adibite alla produzione 32 batterie di forni a storte inclinate della lunghezza di oltre 6 metri (*Il più grande impianto di storte inclinate in Italia*, in "Il gaz", 1 (1902), 10, pp. 417-421 e 11, pp. 467-472; *Il più grande impianto di storte inclinate in Italia*, ibid., 2 (1903), 17, pp. 721-726; e *Forno simboli a modifica del forno Graham-Morton*, ibid., 18, pp. 769-770).

<sup>11</sup> A. WEIDHAAS, *Impianti moderni di ricuperazione del calore dei gaz bruciati e loro applicazione nell'industria del gas*, ibid., 10 (1911), 137, pp. 1905-1909; e R. DE MARPILLERO, *Verso l'adozione del gazogeno unico*, ibid., 141, pp. 1985-1986.

<sup>12</sup> P. BOLSJUS, *La macchina caricante De Brouwer*, ibid., 1 (1902), 10, pp. 423-425; e L.G. MAGGIONI, *Sala di forni a completa installazione meccanica De Brouwer nell'officina a gaz di Versailles*, ibid., 3 (1904), 31, pp. 1288-1290.

<sup>13</sup> Altre macchine vennero ideate all'estero ed introdotte in Italia: *Le macchine per caricare e scaricare le storte della Casa "Eitle"*, ibid., 4 (1905), 38, pp. 54-58; *Macchina per scaricare le storte sistema I. West*, ibid., 39, pp. 91-92; e *Macchina per caricare le storte. Sistema Carl Francke*, ibid., 8 (1909), 86, pp. 765-769.

Uno dei problemi di più difficile soluzione fu quello dei contatori e delle perdite, che si mantennero a lungo intorno al 15-20%. Da un lato la canalizzazione non sempre in condizioni di efficienza, dall'altro le numerose frodi perpetrate dai privati ai danni delle società, indussero queste ultime a cercare rispettivamente rimedi nella consistenza dei tubi e dall'altra parte nell'opposizione di esattori più severi e soprattutto nell'installazione di nuovi contatori, fra i quali il successo maggiore arrise a quelli a pagamento anticipato<sup>14</sup>.

6. La chiave di volta della concorrenza con l'elettricità stava nel trovare un metodo che riducesse il consumo del gas, fornendo al contempo la stessa intensità luminosa delle lampadine. Un'innovazione del genere fu messa a punto dal chimico austriaco Carlo Auer von Welsbach (1858-1929), che brevettò nel 1885 la reticella incandescente a gas. Auer scoprì che certi ossidi di terre rare (cerio, torio, zinconio, ittrio e lantanio) una volta riscaldati assumevano un forte potere luminoso. La sua lampada era costituita da una reticella di cotone o di altra fibra tessile imbevuta di quegli elementi, che al contatto del calore della fiamma emetteva una luce vivissima. Nelle lampade ad incandescenza il gas non emetteva luce propria, ma illuminava scaldando e rendendo incandescenti le reticelle. Era la presenza degli idrocarburi a decidere della qualità del gas: metà del potere calorifico del gas di carbone era dovuta al metano e più di due terzi agli idrocarburi in genere.

La novità dunque non era valutabile soltanto in termini di progresso tecnologico in senso stretto, ma investiva completamente lo stesso modo di classificare il gas. Da questo momento infatti l'elemento decisivo divenne la temperatura del gas e non più il suo potere luminoso. Dipendendo la luce ad incandescenza dalla temperatura del gas a becco e limitandosi pertanto lo scopo ad una semplice questione di riscaldamento, ne conseguì che il potere illuminante passò in secondo piano rispetto al potere calorifico.

L'innovazione di Auer ribaltò completamente l'impostazione dei contratti di concessione di illuminazione, nei quali non si includeva più alcuna modalità concernente la luminosità del gas ed i mezzi per misurarla, bensì il calorimetro prese il posto del fotometro ed anziché con candele tipo il gas venne valorizzato in calorie. La concorrenza con l'elettricità fece lievitare l'importanza dei metodi fotometrici. Si svilupparono così molte ricerche nel campo della fotometria, che portarono all'approfondimento dei metodi esistenti, fra i quali il più applicato era quello di Dumas e Regnault, e all'adozione di nuovi. Poi alle ricerche fotometriche andò progressivamente associandosi la misurazione della pressione del gas e l'analisi chimica: si verificava cioè la percentuale di ciascuno dei componenti del gas. Insieme con le ricerche si procedette anche alla revisione ed al coordinamento delle leggi sulle misure oltre che alla disciplina della fabbricazione degli strumenti metrici destinati al commercio con prescrizioni generali conformi ai nuovi sviluppi dell'industria del gas<sup>15</sup>.

<sup>14</sup> E fra questi al Simplex: *Il contatore Simplex*, ibid., 3 (1904), 28, pp. 1192-1194.

<sup>15</sup> Il r. decreto 24 marzo 1892, n. 200 fissava il regolamento per la fabbricazione dei pesi e delle misure, requisiti ai quali dovevano soddisfare anche i misuratori del gas. Tale regolamento restò in vigore un decennio, durante il quale si registrarono nuovi progressi nell'industria della fabbricazione metrica, che portarono al r. decreto del 12 giugno 1902, n. 226, con il quale furono sanciti i progressi ottenuti.

La reticella incandescente Auer rappresentò una rivoluzione formidabile nel campo dell'illuminazione a gas poiché permise il passaggio da una fiamma flebile ad una luce cinque volte più intensa a parità di consumo di gas; il sistema stesso di misura del gas fu rivoluzionato. La novità inoltre rese accessibile un vastissimo campo di nuove applicazioni. Fu grazie all'invenzione di Auer che il gas, pur avviandosi verso una fase di inarrestabile declino, mantenne il suo ruolo nel campo dell'illuminazione fino ai primi anni del Novecento. Accolto in un primo momento con diffidenza dalle società del gas, in quanto che il nuovo metodo assicurava un ampio risparmio più ai comuni che alle società stesse, dal 1892 s'impose con successo.

I successivi interventi riguardarono la robustezza della reticella: si cercò cioè di ottenerne di sempre più resistenti all'urto e in grado di sopportare più ore di riscaldamento. Così al posto delle sottili fibre di cotone adoperate all'inizio si fecero strada altre fibre, in grado di assicurare una maggior resistenza e quindi una costanza di luminosità. Nel 1897 Buhlmann usò una fibra di ramiè per realizzare una reticella Auer; in seguito venne anche il turno dell'amianto e della seta artificiale, ma i due esperimenti non ottennero l'effetto sperato.

Il becco Auer fu più volte migliorato; l'obiettivo principale consisteva nell'ottenere una miscela di gas e di aria omogenea. In quest'ottica furono introdotti i becchi rovesciati, che superarono ben presto in rendimento quelli diritti grazie al risparmio procurato e al fatto che riuscivano a garantire un irradiazione uniforme della luce<sup>16</sup>.

7. L'avvenire di questa industria dunque risiedeva nella somministrazione di gas di grado e di prezzo bassi, ma di alto potere calorifico. Con l'inizio del secolo e con l'aumento del prezzo dei carboni più pregiati il gas a buon mercato offriva maggiori possibilità di applicazione e offriva un'illuminazione migliore del gas di alto potere illuminante. Se la lampada di Auer era servita a migliorare la luminosità dei becchi, restava sempre spazio per una battaglia a livello di costi. In questo contesto si spiega il successo del gas misto, ottenuto cioè con l'aggiunta di gas d'acqua o con la carburazione con i vapori di benzolo.

In realtà si cominciò già intorno al 1890 ad arricchire il gas di carbone, che non soddisfaceva alle condizioni stabilite dalla legge, con vapori di idrocarburi molto volatili, come lo spirito di petrolio e il benzolo<sup>17</sup>, i quali in ragione del loro alto potere illuminante aumentavano quello del gas mediante un'aggiunta di vapori che non si condensavano più una volta mescolati col gas. L'utilizzo crebbe soprattutto nelle lampade portatili<sup>18</sup> e negli impianti isolati.

Il gas d'acqua si produceva facendo passare del vapore sul coke o sull'antra-

<sup>16</sup> E. KRAMER, *Becco capovolto per illuminazione a gaz ad incandescenza e sospensione della reticella ad incandescenza*, in "Il gaz", 4 (1905), 41, pp. 162-163; *Il becco a gaz "Liais" a fiamma rovesciata*, ibid., 43, p. 239; *I becchi rovesciati*, ivi, 5 (1906), 49, pp. 8-9; *Processo della combustione nei becchi rovesciati a incandescenza a gaz*, ibid., 6 (1907), 72, pp. 344-348; J.G. WOBBE, *Ricerche sull'effetto dei riflettori applicati alle lampade ad incandescenza a gaz rovesciate e diritte*, ibid., 8 (1909), 92, pp. 947-950; e *Confronto fra i becchi ad incandescenza diritti e quelli rovesciati a bassa pressione*, ibid., 10 (1911), 129, pp. 1751-1752.

<sup>17</sup> Il benzolo era l'olio leggero di litantrace distillato fra gli 80 e i 180 gradi.

<sup>18</sup> Il gas portatile venne scoperto dal tedesco Blau; serviva per fornire le località prive di gasometro essenzialmente per l'illuminazione. Si otteneva distillando olio o altro materiale grasso e veniva compresso in cilindri analoghi a quelli usati per il trasporto dell'ossigeno.

cite incandescenti; un sistema del genere, dovendosi rinnovare l'incandescenza del carbone, funzionava necessariamente in modo intermittente. Il vapor d'acqua a contatto col carbonio ad alta temperatura si scindeva nei suoi elementi, idrogeno ed ossigeno, per formare una miscela in volumi eguali di idrogeno ed ossido di carbonio. Tale reazione avviene quando il carbonio è a 1.200 gradi mentre temperature più basse (600 gradi) permettono di ottenere una miscela di idrogeno, ossido di carbonio ed anidride carbonica e quindi un gas dal potere calorifico più basso del precedente.

Fu sperimentato dalla società Light and Coke Company attiva negli Stati Uniti, dove il gas d'acqua veniva distribuito in molte grandi città mescolato al gas di carbon fossile al fine di arricchirlo. Si dimostrò un utilissimo complemento alla produzione del gas di carbone e guadagnò ampia popolarità, non solo perché forniva un facile mezzo di aumentare il potere illuminante del gas, ma anche perché rappresentava un ripiego nei casi di improvvisa domanda di gas; ed infine poiché era reputato più igienico.

In Europa il gas d'acqua si diffuse grazie agli apparecchi Strache, con i quali si raggiungeva la completa gassificazione del carbone. Il primo impianto in Italia a gas d'acqua fu quello del Comune di Broni, costruito nel febbraio del 1902. Utilizzato inizialmente solo per usi industriali a causa dell'alto prezzo, in seguito agli esperimenti di Dellwik e Fleischer, che riuscirono a ridurre il periodo transitorio del soffiamento del carbone, ottenendo dunque una perfetta incandescenza del combustibile e una maggior durata del periodo di decomposizione del vapore e quindi della formazione del gas, fu possibile estenderne l'impiego a numerose altre applicazioni; va comunque detto che l'uso prevalente rimase quello industriale.

La ricerca di sostituti del gas di carbon fossile spinse molte ricerche verso il possibile sfruttamento anche del benzolo, come si è accennato, del petrolio e dell'alcool per la produzione di gas. I metodi studiati furono molti; quello che nei primi anni del secolo sembrò decisivo ai fini della sostituzione del carbone sempre più caro fu l'alcool, la cui applicazione però era limitata ad installazioni non superiori ai 500 beccucci, ma in compenso richiedeva impianti più semplici di quelli tradizionali. Nei fatti questo nuovo gas non riuscì a proporsi come un concorrente, bensì come un succedaneo del gas di carbone.

8. È noto come con i primi anni del Novecento gli usi domestici del gas si espandano notevolmente in tutta Europa; anche in questo settore ricerche ed esperimenti si moltiplicarono con successo. Si diffuse così assai rapidamente l'abitudine di cucinare col gas prima nelle comunità poi anche nelle case. Le difficoltà iniziali legate all'impossibilità di regolare la fiamma furono superate quando nel 1902 venne costruito un beccuccio, nel quale gli orifizi di uscita del gas potevano essere aumentati o diminuiti con un leggero movimento di rotazione impresso al pezzo centrale del beccuccio stesso<sup>19</sup>. Oltre che in cucina il gas venne sempre più utilizzato come fonte di riscaldamento domestico: il metodo che s'impose presto fu quello a termosifone. Sempre intorno ai primi anni del secolo, che sono quelli centrali per l'innovazione tecnologica in questo particolare settore, venne inventato anche il ferro da stiro a gas.

<sup>19</sup> *I progressi della tecnica nelle cucine a gaz*, in "Il gaz", 1 (1902), 7, pp. 312-313.

9. Rientra a pieno titolo in una trattazione del genere anche un accenno, seppur breve, alla questione dei sottoprodotti. Fra questi merita attenzione, fra gli altri, il cianuro, estratto dal gas e usato all'epoca principalmente nelle miniere aurifere del Sudafrica e per la produzione del blu di Prussia. Insieme con il cianuro vanno ricordate le acque ammoniacali necessarie per la fabbricazione del solfato d'ammoniaca, sfruttato all'epoca come concime. L'ammoniaca veniva separata attraverso lavaggi d'acqua, i liquidi così ottenuti venivano distillati e l'ammoniaca raccolta. La preparazione del solfato ammonico obbligava a costi elevati per l'acquisto dell'acido solforico e per la manutenzione degli apparecchi necessari; Karl Burkheiser inventò allora un apparecchio in grado di semplificare e rendere più economico il processo di recupero.

Infine il catrame, e i suoi molti derivati, il cui recupero venne facilitato dall'introduzione del condensatore Reuter nella versione di Bolz. I primi esperimenti di utilizzo del catrame per la costituzione del manto delle sedi stradali si diffusero intorno all'inizio del secolo. Il catrame e le acque di condensazione colavano insieme in una grande cisterna dove venivano separati attraverso un processo di disidratazione. Dalla distillazione del catrame si ricavano oli leggeri ed oli pesanti, utilizzati per la conservazione del legno ed in particolare delle traversine ferroviarie; e nell'industria degli esplosivi e delle materie coloranti, fra cui la fucsina e la malveina.