

# **Ciminiere di cattura e purificazione fumi CCPC (brevetto internazionale N. W02014/076724) e successiva invenzione integrativa Torre di filtrazione aria e scambio termico AFTET**

## **RIASSUNTO**

Allo stato dell'arte, i camini industriali e urbani sono una semplice via di uscita dei fumi nell'atmosfera, poiché la purificazione del fumo è realizzata solo in quegli impianti industriali con un sistema di filtraggio incorporato nell'impianto stesso, mentre il raffreddamento del fumo è semplicemente ottenuto da scambiatori di calore che preriscaldano l'aria comburente che fornisce bruciatori e forni. La CO<sub>2</sub> è un gas perfettamente ossidato e quindi non può essere eliminata solo dal filtraggio dell'aria, né ridotta con il filtraggio elettrostatico. Pertanto, i camini industriali e urbani (CCPC) sono i primi impianti che consentiranno di recuperare CO<sub>2</sub> e, se necessario, di completare la riduzione di NO<sub>x</sub> e SO<sub>x</sub>, ceneri e parte del calore disperso nell'atmosfera. La neutralizzazione della CO<sub>2</sub> e della maggior parte dei componenti dannosi per l'ambiente avverrà in altri impianti che seguono la cattura, ma nei camini gran parte del calore può essere trasferito all'acqua attraverso uno scambiatore di calore incorporato nei tubi di scarico opportunamente modificato. L'acqua così ottenuta può essere utilizzata per riscaldare grandi digestori e serre industriali principalmente per la produzione di energia, mentre in ambito urbano,

principalmente per migliorare l'efficienza delle caldaie domestiche, alimentate con acqua preriscaldata. I camini (CCPC) appartengono a un gruppo di brevetti nazionali e internazionali che possono essere combinati in vari modi per ottenere la purificazione globale e l'energia che contribuisce a proteggere l'ambiente restituendo ai sali minerali e ai carbonati di mare. La fig. 8 mostra i camini inseriti in (GSPDPTC): impianto globale di sinergia per depurazione, produzione di biomassa e cogenerazione termoelettrica, basato su numerosi brevetti nazionali e internazionali del richiedente.

## DESCRIZIONE

Il campo tecnico di questa invenzione è la tutela dell'ambiente e il risparmio delle risorse energetiche sia nell'ambito industriale che urbano. La presente invenzione appartiene a un gruppo di invenzioni che mirano a prevenire i fenomeni di acidificazione dell'acqua e dell'atmosfera e il recupero delle risorse energetiche, processi che non possono essere realizzati con gli attuali sistemi di purificazione e produzione di energia. L'invenzione principale è quella che si integra in un unico sistema di tecnologie vecchie e nuove per evitare perdite. La presente invenzione principale è denominata (GSPDPTC): "Impianto sinergico globale per depurazione, produzione di biomassa e cogenerazione termoelettrica". Questa richiesta è dedicata solo alla cattura del raffreddamento di depurazione dei fumi e non al merito di altri processi che rimuovono la CO<sub>2</sub> dal gas di combustione, che saranno descritti in altri impianti di trattamento industriale.

**Lo stato dell'arte** nella tutela dell'ambiente e nella produzione energetica ha trascurato sinergie tra impianti diversi che porterebbero alla depurazione globale dell'ambiente. Le ciminiere sono una scorciatoia che non consente di affrontare e risolvere gravi problemi ambientali, poiché i cicli di combustione, a prescindere del combustibile

utilizzato, non possono concludersi nelle ciminiere attuali che espellono semplicemente i fumi nell'atmosfera, ma devono proseguire con altri trattamenti, affinché nell'ambiente non vadano disperse sostanze tossiche e inquinanti e nello stesso tempo possano essere recuperate risorse come il calore e lo stesso CO<sub>2</sub>, il quale è il principale gas serra. L'attuale stato dell'arte lascia intravedere in un prossimo futuro soluzioni tecnologicamente avanzate, come la cattura del CO<sub>2</sub> dall'ambiente per mezzo di alberi artificiali, o per mezzo dell'alcalinizzazione chimica o elettrolitica di ampie zone di acque marine, oppure direttamente nelle centrali termoelettriche, con le cosiddette tecnologie CCS che sostanzialmente, sono un lavaggio chimico, che riduce il potere calorifero, catturando il CO<sub>2</sub>, ma non lo neutralizza, pertanto è necessario comprimerlo, liquefarlo e interrarlo a circa mille metri di profondità in sacche da individuare scrupolosamente, poiché questa soluzione può provocare pericoli sismici e pericolose fuoriuscite di gas, note come "effetto Nyos" per un episodio simile già avvenuto nel 1986 riscontrabile in diverse pubblicazioni in rete. Tuttavia, la cattura alla fonte per mezzo delle ciminiere (FGCCPC), abbinate ai trattamenti successivi, sarà impareggiabile perché è l'unica che interviene alla fonte con un trattamento completo e senza contro indicazioni. Recuperando anche il calore, ed evitando a SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, e polveri sottili di raggiungere l'atmosfera. Se è vero che questi componenti, teoricamente, possono essere anche trattati separatamente dal CO<sub>2</sub>, è anche vero che nessun trattamento può fermare le grandi emissioni concentrate della produzione fossile di migliaia di MWh. Ci sarebbe qualche speranza se si realizzassero impianti di dimensioni molto inferiori. Gli attuali trattamenti separati non hanno impedito la crescita dell'acidificazione delle acque e dell'atmosfera che non è imputabile soltanto al CO<sub>2</sub>. Il quale, catturato alla fonte, diventerebbe la principale risorsa di difesa ambientale globale.

**La descrizione di questa invenzione** si divide in due parti che illustrano rispettivamente l'applicazione industriale e urbana delle chimneys (CCPC). Entrambe le applicazioni dimostrano che le ciminiere attuali sono l'emblema degli errori commessi dai progettisti degli impianti termici industriali e urbani attuali nella protezione dell'ambiente. Entrambe le applicazioni dimostrano che gli attuali camini sono semplicemente tubi che disperdono inquinanti e calore nell'atmosfera, mentre i camini (CCPC) sono veri e propri impianti sofisticati. I camini (CCPC) svolgono un ruolo rilevante nella protezione dell'ambiente poiché evitano la dispersione di inquinanti e calore nell'ambiente e consentono il loro trasferimento in impianti in grado di trattamenti globali, vale a dire trattamenti di aria e acqua, che non esistono allo stato dell'arte, come accade per i camini (CCPC) stessi. Detti camini (CCPC) possono essere utilizzati anche in futuro, quando si prevede di utilizzare combustibile biologico, al fine di raccogliere calore e fumi in un sistema semplice ed economicamente conveniente per produrre carbonati da inviare al mare e compost per l'agricoltura in congiunzione con impianti globali. In questa applicazione vengono discusse solo le due principali applicazioni: impianto termico industriale ed edificio urbano a più piani. Ma, come detto, nel settore industriale il camino (CCPC) può sostituire quelli degli altiforni, inceneritori, cementifici, cogeneratori, mentre, in ambito urbano, edifici pubblici, ristoranti. Le modifiche richieste ai camini standard per essere trasformate nei nuovi camini qui proposti sono le stesse per entrambe le applicazioni principali, con differenze solo nel loro dimensionamento e accessi per la manutenzione. In questa applicazione internazionale ci concentriamo solo su ciò che è possibile fare direttamente nel camino e sull'uso di acqua calda dai gas di combustione nel recupero della stessa materia.

La ciminiera (CCPC) è del tutto simile a una torre piezometrica, anche se nelle applicazioni urbane potrà essere

incorporata nei palazzi, per motivi estetici, all'interno della quale, nella versione industriale, di maggiori dimensioni, è anche prevista anche una scala a chiocciola per la manutenzione (possibile con impianti termici fermi o con flusso dei fumi deviati). Le caratteristiche strutturali che consentono alle ciminiere (CCPC) di svolgere funzioni diverse dalle attuali civili sono le seguenti:

L'estremità, dove ora c'è lo sbocco atmosferico, sarà allargata al massimo per azzerare la velocità cinetica dell'aria, in modo che i fumi possano essere richiamati verso il basso dal o dagli elettroventilatori (eff). Dalle fig. 1, 2, 3, si può notare che tutte le ciminiere industriali e urbane possono essere realizzate in versione (FGCCPC), indipendentemente dal sistema con il quale sono state dimensionate (ventilazione naturale o forzata). Se la canna fumaria è stata ben dimensionata (in base alla portata, densità, temperatura dei fumi, ventilazione naturale o forzata) l'energia che li spinge verso l'alto si esaurisce allo sbocco atmosferico, dove resta soltanto la spinta verso l'alto dovuta alla minore densità dall'aria calda rispetto a quella atmosferica, che può essere facilmente vinta creando una (fgec), flue gas expansion chamber, e creando una depressione in una intercapedine anulare esterna e concentrica alla canna fumaria di uscita dei flue gas, che richiama verso il basso i fumi e anche una parte di aria esterna, attraverso la (fai), fresh air intake. Per motivi architettonici l'intercapedine potrà avere anche forme diverse, purché funzionali, affiancata alla canna fumari e sottoposta a una (fgec). I fumi, richiamati verso il basso, dall'elettroventilatore (eff), sono costretti a passare attraverso (esf), electrostatic filter. Le caratteristiche dei electrostatic filters sono note da almeno cinquanta anni. Essi sono in grado di captare polveri, gas incombusti e ossidi presenti nell'aria, come  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ , CO, che sono composti da molecole prive di carica elettrica, ma tramite un campo elettrico elevato tra gli elettrodi dove transita l'aria a

velocità moderata, vengono caricati elettrostaticamente provocandone la precipitazione sugli elettrodi collettori collegati a terra. I filtri elettrostatici adottano un periodico scuotimento meccanico che consente la precipitazione delle polveri. Senza entrare nei dettagli costruttivi del filtro che possono essere realizzati su misura della camera di espansione (fgec), e importante soprattutto, la funzione di quest'ultima, posizionata all'estremità superiore della canna fumaria. Essa è dotata di una (rm), removable cover, per le grandi operazioni di manutenzione, un solaio superiore (uf), anche esso smontabile, al quale è sospeso il filtro (esf) e un solaio inferiore (lf), sul quale si raccolgono le polveri. Nella versione industriale, fig 1, dove la temperatura dei fumi è molto alta, e la quantità di polveri maggiori, è prevista una rete di aspirazione incorporata nel pavimento, che trasporta le polveri a un (cf), cyclone filter, posizionato su un soppalco all'esterno, che funzionando contemporaneamente al ciclo di scuotimento del (esf) convoglia le polveri in un cassone di raccolta alla base del camino, mentre l'aria calda contenente  $CO_2$ ,  $NO_x$ ,  $SO_x$ , e le polveri più leggere è inviata a un (VSB) vertical limestone and photosynthetic green house (oggetto di un altro brevetto internazionale), che nella sezione calcarea funziona come un grande scrubber, ma con la capacità di estrarre ioni calcio dal materiale calcareo per produrre carbonati e solfati nell'acqua che sottraggono all'ambiente  $CO_2$ ,  $SO_x$ , mentre la sezione foto sinteticasi dedica al trattamento delle acque e alla produzione di biomasse. Nella versione urbana, fig.3, dove la temperatura dei fumi è molto più bassa e le quantità delle polveri sono inferiori, il solaio (lf) non avrà la rete di aspirazione. Le polveri saranno evacuate con il lavaggio temporizzato del pavimento, con acqua a perdere che verrà ripresa dal nuovo sistema depurativo urbano che comprenderà ugualmente i (VSB). In entrambe le fig. 1 and 3 la camera di espansione (fgec), è più ampia dello spazio occupato dal filtro, per cui la velocità dei fumi si azzerà e

l'elettroventilatore oppure gli elettroventilatori (eff), oltre ai fumi, convoglieranno verso il basso anche una percentuale di aria fresca che sarà prelevata dalla presa di aria (fai) e regolata dalla serranda motorizzata (aid). Come si vede dalle fig 1 and 3, la miscela di aria e fumi, ancora caldi, scendendo verso il basso, sono costretti a lambire la superficie dello scambiatore di calore (fgwe) cedendo un'altra parte del calore all'acqua circolante nello stesso. Lo scambiatore di calore (fgwe) è costituito da comuni tubazioni in acciaio inox che iniziano a svilupparsi già all'interno della canna fumaria e successivamente si avvolgono spirale in una intercapedine anulare che circonda la canna fumaria. Come mostrato in fig. 3 e fig. 6, è possibile incorporare il ventilatore elettrico (eff) alla base del tubo di scarico senza essere visibile dall'esterno e senza creare piccole derivazioni che aspirano lo smog urbano che ristagna a terra, principalmente in siti urbani ad alta densità di traffico. Inoltre, come mostrato nel disegno. Fig. 1, per ambienti industriali, e in fig. 3 (sfpcuec) tubi speciali per collegare la camera di espansione dell'unità. La parte superiore del tubo di scarico collegata alla camera di espansione (fgec) può essere dotata di due o più ventilatori elettrici (eff) paralleli al tubo di scarico per migliorare la azione di aspirazione dei ventilatori elettrici (eff) alla base.

Nella versione industriale, di grande dimensione, l'intercapedine anulare è separata dal vano scala da una parete realizzata in pannelli modulari sandwich di poliuretano espanso rivestiti un lamiera inox accoppiati tra loro tramite profili speciali. Nella fig. 1 si può notare che la miscela di aria e fumi depurata e raffreddata viene immessa nel canale (cchwf) dal quale altri elettroventilatori (eff) li aspireranno per immetterli fabbricati sinergici verticali (V LPG). Inoltre, si può notare che nella base della ciminiera possono essere realizzate delle smoke interception damper (sid1) e (sid2) che danno la possibilità di deviare i fumi direttamente nel canale (cchwf) in caso di intervento di

manutenzione al filtro (esf), così come all'estremità superiore, in caso di fuori esercizio degli impianti di recupero del calore e CO<sub>2</sub>, i fumi possono essere emessi in atmosfera, tramite la (fai) fresh air intake and (aid) air inlet dampers.

La fig 3 riporta l'applicazione urbana delle (FGCCPC), che sostituiscono le attuali canne fumarie. Ovviamente, questa applicazione, riferendosi a impianti molto meno potenti degli impianti industriali sono di dimensioni inferiori, non avranno una scala a chiocciola interna, ma ugualmente possono essere dotati di un filtro elettrostatico al quale si può accedere dai terrazzi e dai tetti dei fabbricati o possono essere incorporati nel sottotetto e non essere visibili all'esterno. Anche in questo caso i fumi, catturati, sono convogliati alla base della ciminiera (CCPC) e inviati dagli elettroventilatori (eff) ad altri impianti di depurazione globali urbani. Questo grande impianto urbano si sviluppa sottoterra e cattura dall'ambiente anche lo smog dovuto al traffico automobilistico e con altri sistemi più convenienti dal punto di vista economico il fumo degli attuali camini ma senza recupero di calore. Come si vede dalla fig 8, anche nel territorio urbano saranno inseriti gli impianti (GSPDPTC), per depurare sul posto l'acqua e l'aria insieme. La produzione energetica biologica consentita da questo impianto completo, piccolo o grande, fa parte del processo descritto in altro brevetto internazionale. Quindi, il percorso depurativo dei fumi nelle ciminiere (FGCCPC) è uguale al sistema industriale e si conclude allo stesso modo, poiché anche nel territorio urbano, o nelle immediate vicinanze potranno essere realizzati completi (GSPDPTC) "Global synergy plant for depuration, biomass production and thermoelectric cogeneration".

Dalle fig. 1 and 3 si può notare invece che gli schemi idraulici che precedono e seguono lo scambiatore di calore della ciminiera sono molto diversi. Questo è dovuto, soprattutto alle differenze strutturali tra impianti termici

civili e industriali. Ma essendo il soggetto principale della domanda di brevetto le nuove ciminiere che recuperano i fumi ai fini ambientali ed energetici è corretto rivendicare nello stesso brevetto tutti gli aspetti che scaturiscono dal recupero dei fumi nello stesso tipo di ciminiera, a prescindere dalla dimensione e dal luogo in cui le stesse siano utilizzate, purché si tratti di fumi e di calore, pertanto, esaminiamo separatamente gli schemi idraulici di circolazione delle acque.

Nella fig. "1" è riportato il recupero e riscaldamento delle acque industriali. E' noto che le centrali termoelettriche e gli impianti industriali termici producono grandi quantità di acque calde che usano per i sistemi di raffreddamento di turbine condensatori, laminatoi, macchine di produzione. Queste acque non sono inquinate perché attraversano gli impianti senza contatto diretto con cicli chimici e biologici ma, giustamente, non possono essere scaricate nei corpi idrici a temperature elevate. In Europa il limite massimo di temperatura accettabile allo scarico è 35 °C. Questo limite è molto difficile rispettarlo, nella realtà le temperature di scarico sono superiori e danneggiano gli ecosistemi acquatici.

Senza entrare nel merito di tutte le normative internazionali, possiamo ritenere che se nasce nel mondo un sistema che consente il recupero del calore oggi sprecato, per produrre nuova energia, non solo si potrà recuperare nel mondo una risorsa economica immensa, ma non dovendo scaricare le acque direttamente nei corpi idrici, i costi di raffreddamento industriale si ridurranno e le normative si applicheranno a valle dei nuovi impianti, dopo aver utilizzato il calore per riscaldare digestori e serre di produzione, soprattutto energetiche di origine biologica. La quale è l'unica fonte energetica che può riportare alcalinità ai mari e minerali alla terra.

Nella fig. 1, l'acqua calda prodotta dagli impianti termici, si è supposta scaricata in un (hwcb), hot water covered basin.

Questi bacini oggi non esistono, né sono coperti perché il calore non viene recuperato. Il sistema di trasferimento delle acque da questo bacino allo scambiatore di calore (fgwe) della ciminiera è semplicissimo: una o più elettropompe (hwlp) hot water lift pump, sollevano le acque direttamente a (fgwe) flue gas water exchanger che segue tutto il percorso dei fumi e le scarica nel (cchwf), covered channel for hot water and fumes, tramite una (fcv) flow control valve, comandata attraverso una sonda di temperatura che aumenterà la portata proporzionalmente alla temperatura rilevata. The covered channel (cchwf) provvederà a distribuire acque calde e fumi dove serviranno per il processo depurativo ed energetico.

Nella fig. 3 è riportato lo schema idraulico urbano che non entra nelle abitazioni e nei locali pubblici, ma si limita a modificare il sistema esterno agli edifici di alimentazione delle acque alle caldaie collegandosi agli impianti autoclavi esistenti, i quali sono costituiti, in genere, da almeno un (apt), atmospheric pressure tank, plus (etcw), expansion tanks for cold water, that is pressurized with air and one or plus (cwlp), cold water lift pump. Nel nostro caso dobbiamo aggiungere nuovi elementi a questi componenti come illustrato nello schema. In particolare, dobbiamo aggiungere un (ethw), expansion tanks for hot water, one (hwcp), hot water circulating pump, one (cwcp), cold water circulating pump, one (ac). air compressor; inoltre dobbiamo aggiungere le tubazioni necessarie per i collegamenti tra lo scambiatore di calore (fgwe) the expansion tank (ethw) e i nuovi collegamenti, fatti vedere ingranditi nelle figure 4 5, dove è importante notare la posizione delle valvole unidirezionali (uv) e, soprattutto che le caldaie sono alimentate da una rete (bws), boiler water supply, che è alimentata dal serbatoio pressurizzato (ethw) alla stessa pressione della linea dell'acqua fredda (cws), per mezzo del comune compressore (ac) che ripristina i cuscini di aria quando in uno dei due serbatoi l'acqua sale al massimo livello. La nuova rete (bws) non è altro che lo stesso scambiatore (fgwe) che prolunga il

proprio percorso ritornando al serbatoio (ethw). L'acqua consumata da questo circuito chiuso che alimenta solo le caldaie viene reintegrata automaticamente dal serbatoio (etcw) tramite la valvola unidirezionale che lo collega a (ethw). Da questo serbatoio, tramite la pompa (hwcp), hot water circulating pump, si alimenta l'acqua che entra nella ciminiera (FGCCPC) e segue tutto il percorso dei fumi, avvolgendosi a spirale sulla canna fumaria interna, formando in questo modo lo scambiatore fgwe, dal quale si staccano le diramazioni che distribuiscono l'acqua riscaldata alle singole utenze, che possono essere le (db), domestic boiler, oppure (pfb), public facility boiler, oppure da eventuali e unità radianti condominiali per servizi comuni (vani scala, androni etc) che deviano il percorso dello scambiatore e ritornano alla spirale di riscaldamento che termina il percorso nel serbatoio di espansione (ethw). Lo scopo di questo circuito è, soprattutto, quello di alimentare con acqua preriscaldata dal calore dei fumi, oggi sprecato, le acque che entrano nella caldaia per essere riscaldate, riducendo il salto termico e quindi i consumi energetici proporzionalmente. Infatti, l'energia consumata per il riscaldamento è data dalla semplice formula  $E = cs \cdot m \cdot (T_{finale} - T_{iniz})$ , dove  $cs$  è il calore specifico dell'acqua e  $m$  è la massa. Questo significa che se riduciamo il salto termico nella caldaia del 25 % riduciamo anche il consumo energetico della stessa percentuale. Non è male, se si considera che le ciminiere (FGCCPC), nascono soprattutto per risolvere problemi ambientali. Certamente bisogna considerare che ci sarà il consumo degli elettroventilatori (eff) ma questi potranno essere gestiti da sonde di rilevazione delle temperature, inverter per la regolazione dei giri; saranno agevolati anche dalle stesse caldaie dotate di ventilazione forzata e da deflettori che razionalizzeranno i percorsi dell'aria e dei fumi per ogni singola applicazione.

Breve descrizione dei disegni. Nella divulgazione dell'invenzione è stato descritto il principio di

funzionamento del camino (CCPC), qui dopo che riportiamo, in ordine alfabetico, l'elenco completo degli acronimi che compaiono nei disegni su (CCPC)

Legenda: (ac) compressore d'aria; (af) filtro dell'aria; (ags) fanghi di agitazione; (ahu) unità di trattamento dell'aria; (aiuto) serrande di ingresso aria; (aout) uscita dell'aria; (acwhs) sistema di riscaldamento dell'acqua di arrivo; (asc) collettore di fanghi anaerobici; (annunci) soluzione detergente anionica; (apt) serbatoio a pressione atmosferica; (arte) tunnel di rigenerazione anionica, (come) fogna di arrivo; (avhe) scambiatore di calore; (aw) acque reflue agricole; (aws) fornitura di acqua alcalina; (bcf) filtro a ciclone da biogas; (bc) compost insaccato; (bcsvp) stagni sovrapposti coperti biologici; (bmh) tramoggia per biomassa; (bmpc) trasportatore pneumatico biomi; (bmc) collettore di biomassa; (bioc) collettore di biogas; (brse) cestello e rack elefatore; (bws) fornitura di acqua della caldaia; (casrb) rack e cestini per area coperta; (CCPC); catturare il camino di purificazione di raffreddamento; (cf) filtro a ciclone; (clp) pompa di sollevamento condensa; (CMC02) trasporto collettore miscela compressa di aria e CO2; (crt) tunnel di rigenerazione cationica; (csc) canale di raccolta pietre; (ct) serbatoio di condensa; (cwhb) cestini sospesi a ruote calcaree; (cwlp) pompa di sollevamento acqua fredda; (cchwf) canale coperto per acqua calda e fumi; (cws) fornitura di acqua fredda; (db) caldaia domestica; (dlh) tramoggia di carico del digestore; (dwb) corpo idrico a valle; (dst) serbatoio smud di distribuzione; (dwt) serbatoio di acqua desalinizzata; (ebCO2) elettroblower per CO2; (ebbio) elettroblower per biogas; (efa) elettroventola per aria; (eff) elettroventilatore per fumi; (esf) filtro elettrostatico; (emr) cremagliera motorizzata attrezzata; (ethw) serbatoi di espansione per acqua calda; (ecc.) serbatoi di espansione per acqua fredda; (fai) presa d'aria fresca; (fcv) valvola di controllo del flusso; (fvhe) scambiatore di calore a vapore fumi; (fgec) camera di espansione fumi; (fgwe) scambiatore di

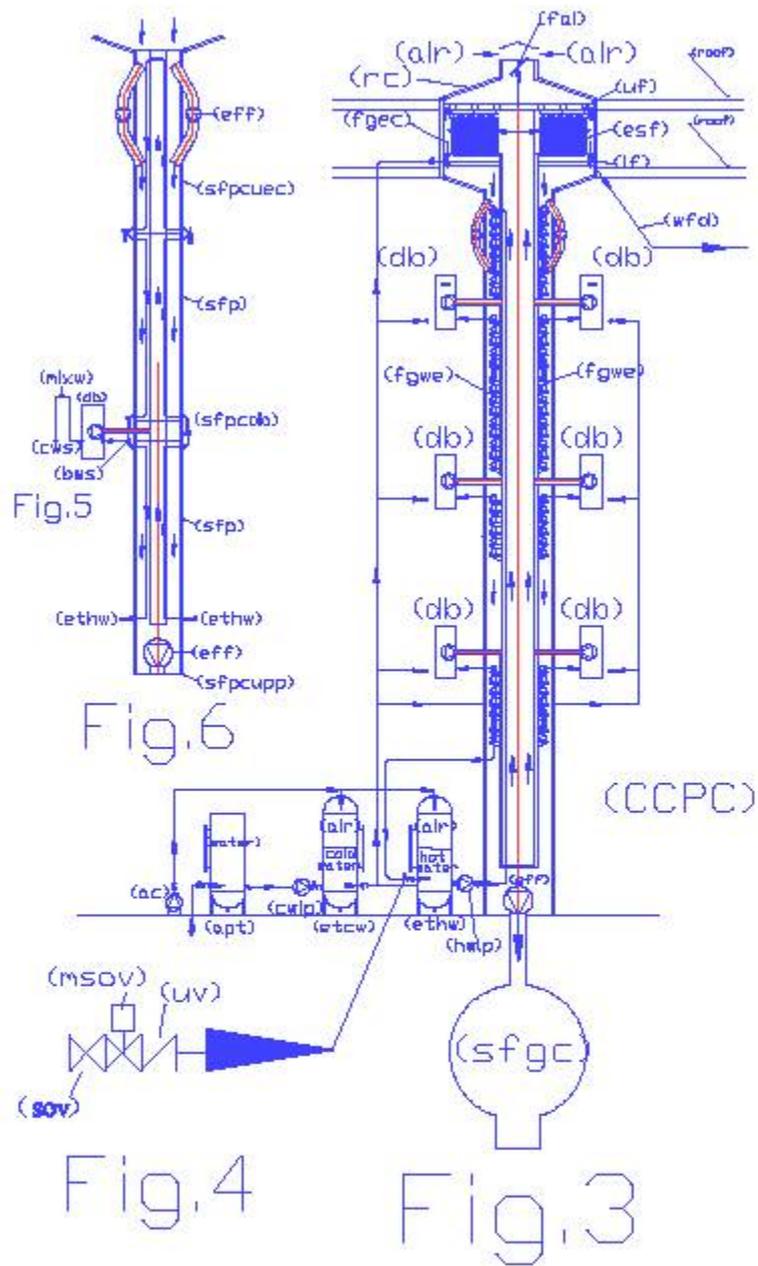
gas di scarico; (fbcvp) stagno verticale coperto biologico finale; (fgfs) sistema di filtrazione dei fumi; (gf) pavimento grigliato; (gw) parete di vetro; (GUED) depurazione ambientale urbana globale; (hwb) bacino d'acqua calda; (hwp) tubi per acqua calda; (hwcb) bacino coperto di acqua calda; (hwcp) pompa di circolazione acqua calda; (hwfc) canale di acqua calda e fumi; (hwlp) pompa di sollevamento acqua calda; (hws) fornitura di acqua calda; (lf) piano inferiore; (lbh) tramoggia massi calcarei; Compositore disidratatore digestore lineare (LDDC); (mgg) mini serra per vetri; fotobioreattori (pbpma) per la produzione di microalghe; (pcbio) biomassa di trasporto pneumatico; (plv) pioggia; (pfb) caldaia per impianti pubblici; (pvum) modulo urbano verticale purificatore; (pwdv) valvola di scarico dell'acqua purificata; (pwo) uscita acqua purificata; (rfwt) tunnel di lavaggio finale in resina; (rm) copertina rimovibile; (rcpld) pannello di controllo stradale con mini tramoggia di dosaggio calcare incorporata; (rrpwl) recupero acqua piovana e linea di galleggiamento purificata; (rrt) tunnel di rigenerazione della resina; tunnel di lavaggio delle resine (rwt); (rww) resine acqua di lavaggio; (rwhb) cestini sospesi con ruote in resina; (se) vano scale e ascensore; (sfgc) collettore di gas di combustione; (sfp) canna fumaria standard; (sfpcdb) canna fumaria speciale per il collegamento della caldaia domestica; (sfpcuec) tubo fumi speciale per collegare la camera di espansione dell'unità; (sfpcupp) canna fumaria speciale per il collegamento di impianti di depurazione sotterranei ;. (sh) tramoggia fanghi, (sk) lucernario; (sid 1-2) serranda intercettazione fumi; (sle) estrazione del fango di pozzetto; (slp) pompa di sollevamento fanghi; (SOV); valvola di intercettazione; (spa) pompe sommerse per fanghi anaerobici; (ssl) colono nella linea di fognatura; (STAMCO2) serbatoio di accumulo atmosferico miscela di aria e CO2; (STCMCO2) miscela compressa di accumulo di aria e CO2; (stt) trasporto del nastro fangoso; (cucchiaino) pannelli solari trasparenti; (ttst) fango del serbatoio di transito da ispessire; (rwv), valvola di ricircolo dell'acqua; (TEPbio), centrale

termoelettrica alimentata a biogas; (TEPfos) centrale termoelettrica alimentata a combustibili fossili; (tucCO2) addensante collettore sotterraneo di CO2; (uf) piano superiore; (upwb) corpo idrico a monte; (uv) valvola unidirezionale; (vcmlg) serra calcarea meccanizzata coperta verticale; (vclmg) serra meccanizzata calcarea a copertura verticale; (vahe) scambiatore di calore; (vm) mixer verticale; (vmcpg) serra di produzione coperta meccanizzata verticale; (VSB) edificio sinergico verticale; (wb) corpo idrico; (wba) bacino d'acqua da alcalinizzare; (wbc) bacino di raffreddamento ad acqua; (wbp) bacino d'acqua da depurare; (wfd) pompa di sollevamento dell'acqua di scarico del pavimento di lavaggio (wlp); (wodc) canale di troppo pieno e drenaggio dell'acqua; (wot) vassoio di troppo pieno; (ws) approvvigionamento idrico; (wss) fornitura addolcita dall'acqua.

Il disegno "1/5" mostra la fig. 1 che è la sezione completa di un camino di un grande impianto termico industriale, che può essere non solo una centrale termoelettrica, ma anche un'acciaiera, una cementeria o un inceneritore. In dettaglio, si può notare l'ingresso del gas di combustione e dell'acqua (ws), l'uscita del gas di combustione dal (CCPC) attraverso il ventilatore elettrico (eff) e dell'acqua calda attraverso la valvola (fcv), che entrano nel canale coperto comune (cchwf), da dove l'acqua calda alimenta i digestori (LDDC) e il gas di combustione fornisce le sezioni (vcmlg) del (VSB). La Fig. 2 mostra l'ingrandimento della camera di espansione (Fgec), in cui è visibile il percorso dell'aria che entra nel camino e il fumo che fuoriesce dal tubo di scarico.



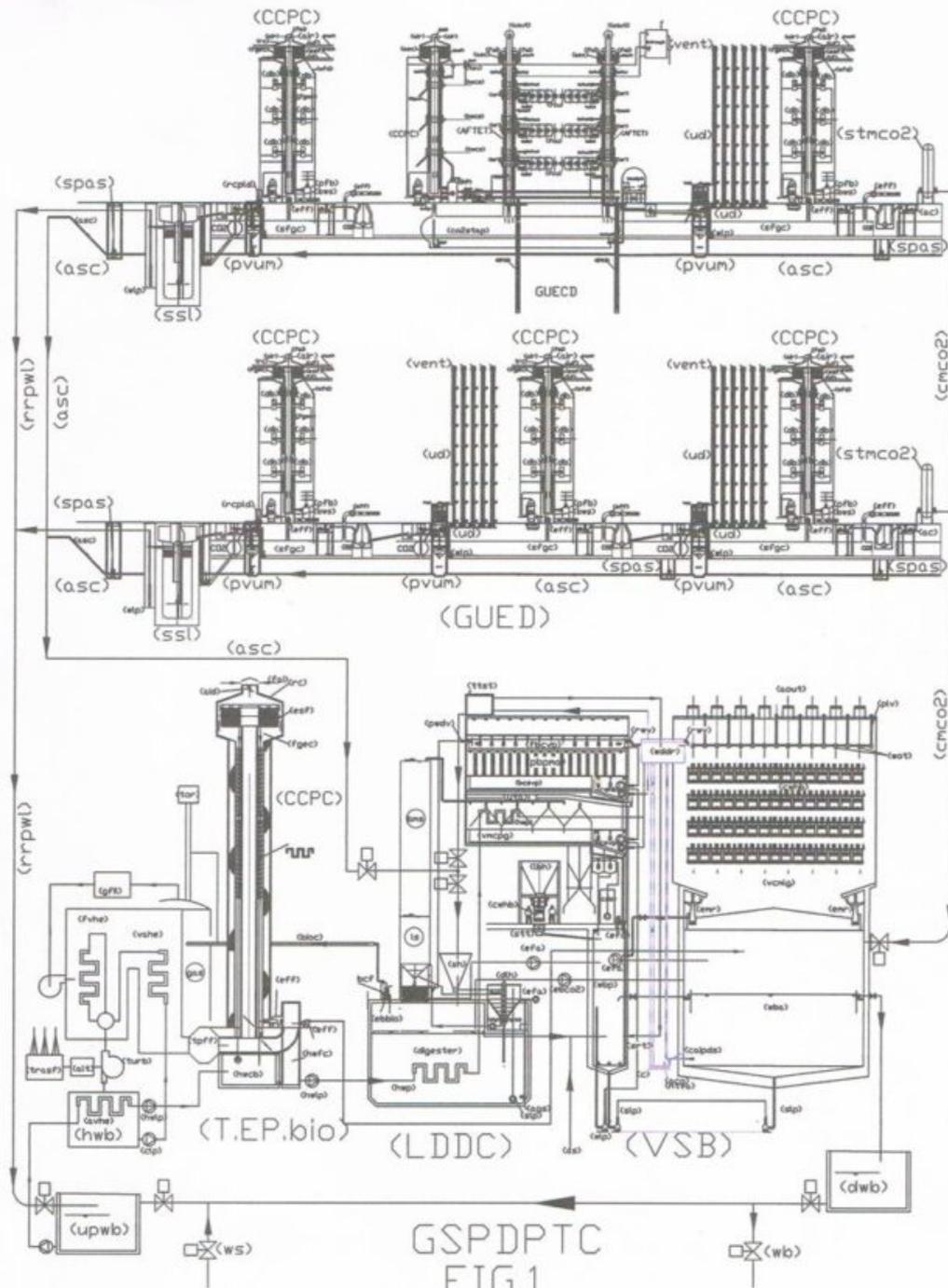
acqua) e recuperare il calore perso dal fumo nelle piante domestiche. La Fig. 4 mostra i dettagli della connessione tra serbatoi pressurizzati di acqua fredda e calda, mentre la Fig. 5 mostra la connessione separata degli utenti domestici (bws e cws) per sfruttare l'alimentazione di acqua preriscaldata delle caldaie. La Fig. 6 mostra come si può ottenere l'industrializzazione dei tubi di scarico con intercapedine e scambiatore di calore incluso standard che possono essere accoppiati tra loro tramite connessioni maschio / femmina o flangiati: (sfp) tubo di scarico standard con cavità e scambiatore di calore costruiti, e pezzi speciali per il collegamento alla caldaia domestica: (sfpcdb), tubo fumi speciale con intercapedine e scambiatore di calore costruiti per collegare la caldaia domestica. Le caldaie a gas moderne con condensazione dei gas di combustione sono quelle che garantiscono le migliori prestazioni.



Il disegno "3/5", fig. 7 mostra lo schema di un impianto sinergico globale per depurazione, produzione di biomassa e cogenerazione termoelettrica) in cui è presente la versione industriale comprendente: 1 (TEPfos), 2 (CCPC fos), 3 (VSB), 4



“depurazione ambientale urbana globale” integrato nel sistema GSPDPTC, sopra descritto, in cui è presente la versione urbana comprendente: 1 (CCPC), 2 (VSB), 3 (LDDC), 4 (TEPbio) che producono fossili e bioenergia, calore, fumo, CO<sub>2</sub> e acqua inquinata. Il calore urbano (CCPC) va a (db) caldaia domestica, il calore urbano (TEP) e il suo (CCPC) va a (LDDC); CO<sub>2</sub> urbana dai TEP e (db) s va a (VSB). (VSB) produce biomassa, che viene trasferita a (LDDC) e acqua alcalina che viene inviata al sistema fognario, che sarà molto diversa dall’attuale sistema perché non produce idrogeno solforato, ma purifica l’acqua e cattura CO<sub>2</sub> e smog . (LDDC) produce solidi e liquidi digeriti, nonché biogas che viene trasferito a (TEPbio). Il solido digerito viene utilizzato per l’agricoltura mentre il liquido digerito viene trasferito in (VSB). Questo ciclo può continuare indefinitamente con una coesistenza di combustibili fossili e sistemi biologici per produrre energia pulita, compost per l’agricoltura e acqua alcalina per ridurre l’acidificazione degli oceani. Per ottenere le massime prestazioni da tutto il sistema è necessario cambiare il “modulo verticale urbano purificatore” (pvum) fornito in Gued, in modo che non solo debba essere collegato insieme al collettore di fanghi anaerobici (asc), ma deve anche essere posizionato sotto una “mini serra di vetro (mvg), all’interno della quale ci sarà una piccola sezione (vclmg) che viene utilizzata per ossidare e alcalinizzare le acque e neutralizzare la CO<sub>2</sub> senza ricorrere all’uso di ossido di calcio. Ciò non è sempre possibile a causa di limiti di spazio nei vecchi centri urbani, ma può essere posizionato ovunque ci sia spazio, come un letto o una rotonda. Nella Figura 8, riportiamo (pvum) con (mvg) o un “Pannello di controllo stradale con mini tramoggia di dosaggio del calcare incorporato “(rcpld).



**LEGEND**  
 GSPDPTC (GLOBAL SYNERGY PLANT FOR WATER AND AIR DEPURATION BIOMAS PRODUCTION, THERMO ELECTRIC COGENERATION)  
 acg (alternating current generator); aout (air outlet); asc (anaerobic sludge collector); bcsvp (biological covered superimposed ponds);  
 bns (biomass silo); c (collector); calpds (caploid axial intubate pump with dual suction pump); CCPC (capture cooling purifier chimney); cmco2  
 (collector transport compressed mixture of air and co2); dlh (digester loading hopper); dwb (downstream water body); fbcvp (final biological  
 covered vertical pond); gas (gasometer); ebco2 (electroblower for CO2); ebbio (electroblower for biogas); efa (electric fan for air); emf  
 (equipped motorized rack); esf (electrostatic filter); GUECD (global urban environmental depuration); htva (hydraulic turbine with vertical axis);  
 hwp (hot water pipes); LDDC (linear digester dehydrator composter); ls (line silo); ngg (mini gazing greenhouse); pbpa (photobioreactors  
 for the production of microalgae); piv (pluvial for water rain); pvum (purifier vertical urban module); pdvd (purified water drain valve); rrv  
 (recycle water valve); rrpwl (recovery rawwater and purified water line); slp (sludge lift pump); spas (submergible pump for anaerobic sludge);  
 srt (supply reservoir tube); ssl (settler in sewer line); vncpg (vertical mechanized covered production greenhouse); VSB (vertical synergetic  
 building); tist (transit tank of sludge to be thickened); TEPbio (thermoelectric plant fueled with biogas); vcnlg (vertical covered mechanized  
 limestone greenhouse); upwb (upstream water body); wba (water basin to be alkalize); wbp (water basin to be purified); wddr (water  
 distribution and disconnection reservoir); wlp (water lift pump); wot (water overflow tray).

Il disegno "5/5" fig. 9 mostra un diagramma di un modulo verticale urbano purificatore originale (pvum), previsto in un trattamento globale delle acque reflue urbane con "pannello di controllo stradale con mini tramoggia di dosaggio calcare

incorporato" (rcpld). Questo sistema può essere utilizzato nella purificazione urbana globale, dove non c'è spazio sulla superficie per ottenere la soluzione mostrata in fig.10. Infatti, (rcpld) può essere vantaggiosamente sostituito da un "mvg)" mini vetri per serre "che incorpora una sezione (vcmlg) serra meccanizzata ricoperta di calcare verticale, sovrapposta al (pvum). Questo sistema è più efficiente nell'aria e nell'acqua depurative locali, che sono rese alcaline neutralizzando la CO<sub>2</sub> senza consumare ossido di calcio. Nelle aree urbane il sistema Gued + GSPDPTC, a livello locale, funziona nel modo seguente: Il camino rileva l'inquinamento atmosferico in uscita da caldaie e fornaci, avendo purificato i fumi con il filtro elettrostatico e recuperato il calore per migliorare le prestazioni termiche della caldaia domestica (db ), i fumi vengono rilasciati nel "collettore dei gas di combustione" (sfgc) dal quale la miscela di aria e CO<sub>2</sub> attraverso vari "filtri dell'aria" e "compressori d'aria" (ac) la comprime in "serbatoio di stoccaggio" (STCMCO<sub>2</sub>) e in una rete (CMCO<sub>2</sub>) da cui possono prelevare entrambe le sezioni di ossidazione del locale (pvum) che i bacini VSBs di ossidazione (wba) e (wbp) che sfruttano la pressione e l'ossigeno per ossigenare l'acqua, mentre la CO<sub>2</sub> emessa da ossigenata le acque, costrette a scalare le serre locali e il VSB (vcmlg), vengono assorbite per produrre carbonati nelle stesse acque che ricadono nei rispettivi bacini. In (pvum) può anche consumare i nutrienti, come il fosforo e l'azoto mediante la fotosintesi consentita dalla superficie stagnante e ossigenata, poiché l'acqua trattata ha forzato fuori da un tubo salendo fino ad almeno 100 cm per raggiungere il livello di tracimazione. Anche in (pvum) le acque sono alcalinizzate nella serra toccando i vassoi (wot) e attraversando i cesti pieni di materiale calcareo (cwhb) di (vcmlg), sebbene tutto sia in miniatura, in (pvum) avvengono gli stessi processi di purificazione di grandi dimensioni VSB.

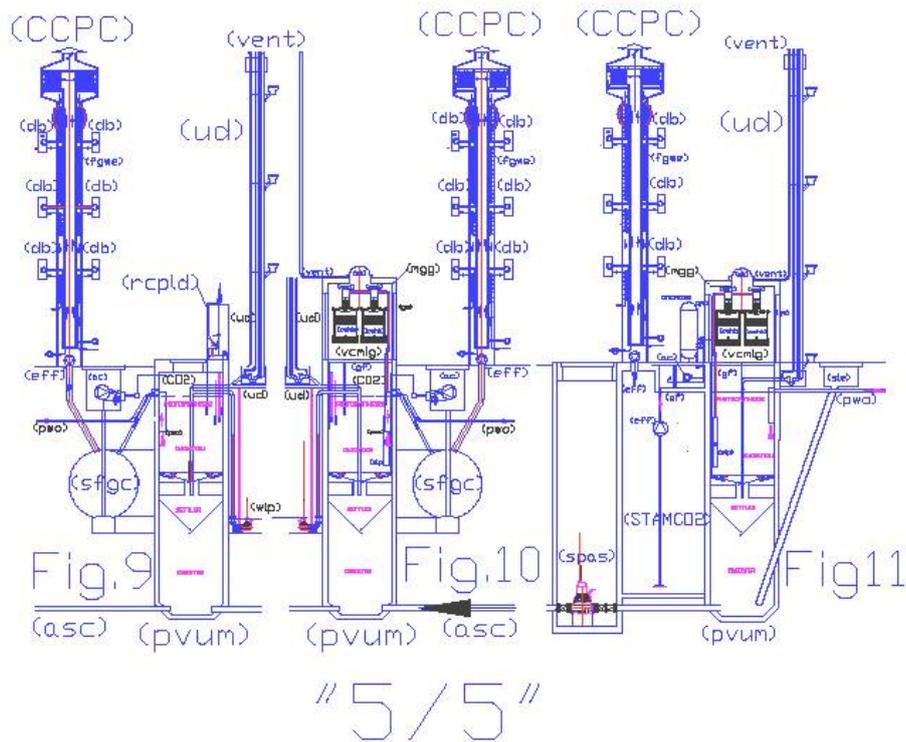
La Fig. 11, mostra che le principali funzioni di ossidazione, fotosintesi e alcalinizzazione e purificazione dei gas di

combustione possono avvenire anche in case e aziende o blocchi industriali da sistemi di purificazione centralizzati, supportando i camini (CCPC) a (pvum) con (mgg) e (vcmlg), ma aggiungendo un serbatoio di stoccaggio per la miscela atmosferica di aria e CO<sub>2</sub> (STAMCO<sub>2</sub>), un serbatoio di stoccaggio di aria compressa e CO<sub>2</sub> (STCMCO<sub>2</sub>) con la sua filtrazione (af) e il compressore d'aria (ac). I fanghi prodotti dai blocchi (pvum) vengono estratti per mezzo di un camion cisterna attraverso l' "estrazione dei fanghi della coppa" (slitta) e portati a (LDDC).

**The drawing "5/5" fig. 9** shows a diagram of an original (pvum) purifying urban vertical module, expected in a global urban sewage treatment with "road control panel with mini limestone dosing hopper incorporated"(rcpld). This system can be used in global, urban purification, where there is no space on the surface to achieve the solution shown in **fig.10**. Infact, (rcpld) can be advantageously replaced by a (mgg) "mini green house glazing" incorporating a section (vcmlg) vertical limestone covered mechanized green house, superimposed on the (pvum). This system is more efficient in local purifying air and water, which is made □□alkaline by neutralizing CO<sub>2</sub> without consuming calcium oxide. In urban areas the system Gued + GSPDPTC, locally, works in the following way: The chimney catches the exit air pollution from boilers and furnaces, having purified the fumes with the electrostatic filter and recovered heat to enhance the thermal performance of domestic boiler (db), the fumes are released in "settling flue gas collector" (sfgc) from which the mixture of air and CO<sub>2</sub> through various "air filters" and "air compressors"(ac) compress it in "storage tank" (STCMCO<sub>2</sub>) and in a network (CMCO<sub>2</sub>) from which they can fetch both sections of oxidation of local (pvum) that the VSBs basins of oxidation (wba) and (wbp) that exploit the pressure and the oxygen to oxygenate the water, while the CO<sub>2</sub> issued by oxygenated waters, forced to climb the local greenhouses and VSB (vcmlg), is absorbed to produce carbonates in the same waters that fall within their

respective basins. In (pvum) it can also consume the nutrients, such as phosphorus and nitrogen by means of photosynthesis permitted by stagnant and oxygenated surface, since the treated water forced out of a tube going up to at least 100 cm to reach the level of overflow. Even in (pvum) waters are alkalized in the greenhouse by touching trays (wot) and crossing the baskets filled with calcareous material (cwhb) of (vcmlg), although everything is in miniature, in (pvum) happen the same purification processes of large VSB.

**Fig. 11**, shows that the main functions of oxidation, photosynthesis and alkalization and the flue gas purification can happen even in homes and businesses or industrial blocks from centralized purification systems, supporting chimneys (CCPC) to (pvum) with (mvg) and (vclmg), but adding a storage tank for the atmospheric mixture of air and CO<sub>2</sub> (STAMCO<sub>2</sub>), storage tank mixture of compressed air and CO<sub>2</sub> (STCMCO<sub>2</sub>) with its filtration (af) and air compressor (ac). The sludge produced by (pvum) blocks are extracted by means of a tanker truck through “sump sludge extraction” (sle) and taken to (LDDC). 



"5/5"

■  
**Applicabilità industriale.**

Da quanto riportato sopra, sembra molto strano che i camini come (CCPC) non esistano già oggi, ma ci sono solo semplici tubi che emettono fumo nell'aria. Dai disegni e dalle spiegazioni è facile comprendere l'importanza strategica di ciò che si afferma qui nelle più grandi applicazioni industriali, perché è molto più difficile catturare a terra l'energia del calore senza sostenere la naturale ascesa al cielo che funge da primo raffreddamento. A livello industriale, non possiamo parlare di commercializzazione, ma a livello tecnico nessun impianto termico dovrebbe evitare l'uso di (CCPC), anche se oggi è quello che è successo. I risultati sono sotto i nostri occhi. Proviamo a immaginare l'ambiente se i centri termoelettrici, gli inceneritori, le acciaierie, le cementerie e tutte le industrie riportassero a terra il fumo e facessero passare attraverso i lavapavimenti calcarei e il VSB. Lo stesso vale per i numerosi tubi di scarico urbani e, in tali casi, può essere previsto uno sfruttamento commerciale, come descritto nel disegno n. "2/4", ma sarebbero

necessari componenti aggiuntivi per raccogliere gli inquinanti catturati da (CCPC). Tali componenti dovrebbero essere strutturali e i progettisti di edifici pubblici dovrebbero occuparsene. Tuttavia, anche le soluzioni strutturali richiedono tecnologie che possano avere uno sfruttamento commerciale inaspettato. I camini (CCPC) appartengono a questa categoria e questa è la motivazione di tale richiesta PCT.

Rivendicazione principale.

1) Camino (CCPC) per la cattura, il raffreddamento e la purificazione del fumo, per applicazioni sia urbane che industriali, caratterizzato dal fatto che all'estremità superiore, dove, normalmente, c'è l'uscita nell'atmosfera, una camera di espansione dei fumi ( fgec), che consente di rallentare, fino a annullare, la velocità del fumo, che, senza energia cinetica, viene deviata prima nel filtro elettrostatico e poi verso il suolo (lf) attraverso una depressione creata da uno o più soffiatori elettrici (eff), che forza il fumo a passare attraverso grandi fori nel piano inferiore (lf) e nell'intercapedine anulare che gira intorno al tubo di scarico, dove toccano lo scambiatore di calore (fgwe) dando un po 'di calore all'acqua circolante; anche l'aria esterna che entra nella camera di espansione (fgec) dalla presa d'aria esterna regolata dalla serranda (aiuto) contribuisce al raffreddamento; i grandi camini industriali sono costruiti in cemento armato, mentre i camini delle aree urbane con doppia camera isolata in acciaio inossidabile; nei camini industriali la polvere catturata dai filtri elettrostatici viene evacuata da un filtro a ciclone (cf), mentre nelle aree urbane i camini da un semplice lavaggio del pavimento.

Italian Patent demand of industrial invention n. CE2014A00003 dated 13/05/2014.

**Torre per filtrazione aria e scambio termico con pozzo geotermico.**

## Riassunto

Le recenti invenzioni delle pompe di calore a gas GHP (gas heat pump), lo sfruttamento dell'energia geotermica a bassa entalpia, le ciminiere CCPC (capture cooling purification chimney), moduli depurativi verticali urbani PVUM (purifying vertical urbans modul), inducono a rivedere i criteri di progettazione degli impianti di riscaldamento e condizionamento urbani. Il ciclo di assorbimento acqua-ammoniaca che si realizza in GHP, consente la produzione contemporanea di acqua calda sanitaria e il condizionamento estivo o invernale direttamente dal metano con grandi risparmi energetici e impiantistici. L'abbinamento di GHP alle ciminiere CCPC (che recuperano il calore e il CO<sub>2</sub>, filtrano i fumi), richiedono la modifica degli attuali impianti di riscaldamento e condizionamento per sfruttare meglio queste invenzioni, in gran parte sconosciute. Oggi è possibile realizzare un nuovo sistema di riscaldamento e condizionamento che impiega oltre alle GHP e le CCPC, anche le torri di scambio termico AFTET (air filtration and thermal exchange tower) e i pozzi geotermici GPCG (geothermal pit coated with gres) che, insieme, costituiranno l'elemento di scambio termico intermedio tra le GHP e gli ambienti urbani e industriali. Con questo sistema sarà più economico il raffrescamento che il riscaldamento e quindi potremo parlare di condizionamento estivo e invernale sostenibile. Queste innovazioni non solo sono possibili ma anche convenienti, essendo più economico recuperare l'energia esistente che produrre la nuova. Servono tre volumi inerziali di acqua che fungono anche da scambiatori di calore, nella CCPC, AFTET e **GPCG**. Il primo per ridurre il salto termico necessario alla produzione di acqua calda sanitaria, gli altri due per ridurre il  $\Delta T$  delle acque e l'aria di condizionamento. GPCG scambia il calore con l'energia geotermica a bassa entalpia. I nuovi impianti di condizionamento urbani, alimentati a gas metano o bio metano, come si vede dai disegni, si possono inserire nel sistema depurativo globale: GHP+CCPC+AFTET+GPCG+PVUM = GUECD

(global urban environmental conditioning and depuration).  
GMLED+ PVUM + CTE + CCPC +VSB + LDDC+ GASOMETER = GSP (global synergic plant) that produce biometano per alimentare GHP, fertilizzanti per il suolo e acque alcaline per il mare.

## Legenda

**(aaev)** adjustable air exhaust vents = bocchette regolabili di estrazione aria esausta; **(ac)** air compressor = compressore per aria; **(ae)** air extraction = aria di estrazione; **(aec)** air expansion chamber = camera di espansione aria; **(afaf)** additional fan and air filter = ventilatore addizionale con filtro aria; **(AFTET)** air filtration and thermal exchange tower = torre di filtrazione aria e scambio termico; **(aid)** air inlet dampers = serranda di regolazione aria in entrata; **(aout)** air outlet = uscita aria; (apt) atmospheric pressure tank; **(asc)** anaerobic sludge collector = collettore uscita fanghi anaerobici; **(caf)** central air filter = filtro aria principale; **(CCPC)** capture cooling purification chimney = ciminira di cattura e depurazione fumi; **(cfcu)** channeled fan coil unit = ventilconvettore canalizzabile; **(CO2stap)** CO2 storage tank atmosphere pressure = serbatoio di stoccaggio CO2 alla pressione atmosferica; **(cwlp)** cold water lift pump = pompa di sollevamento acqua fredda; co2 compressor = compressore per CO2; **(etrwap)** expansion tank and refill of water at atmospheric pressure = serbatoio di espansione e reintegro acqua a pressione atmosferica; **(dp)** drainage pump = pompa di drenaggio; **(efai)** electric fan for air inlet = elettroventilatore per aria di immissione; **(efae)** electric fan for air extraction = elettroventilatore per aria di estrazione; **(eff)** electric fan for fumes = elettroventilatore per fumi; **(esf)** electrostatic filter = filtro elettrostatico; **(ethw)** expansion tanks for hot water = serbatoio di espansione per acqua calda; **(etcw)** expansion tanks for cold water = serbatoio di espansione per acqua fredda; **(ew)** external wall = parete esterna; **(fai)** fresh air intake = presa di aria

esterna; **(fgwe)** flue gas water exchanger = scambiatore di calore fumi acqua; **(GHP)** gas heat pump; **(fcu)** fan coil unit = ventilconvettore; **(GPCG)** geothermal pit coated with gres = pozzo geotermico rivestito in gres; **(GUECD)** global urban environmental conditioning and depuration; **(gwrp)** geothermal water recirculation pump = pompa di ricircolo acqua geotermica; **(hwlp)** hot water lift pump = pompa di sollevamento acqua calda; **(hws)** hot water recovery supply = alimentazione acqua calda di recupero; **(hwcs)** hot water consume supply = alimentazione acqua calda di consumo; **(paw)** purified and alkalinized water = acqua depurata e alcalinizzata; **(pawe)** purified air water exchanger = scambiatore di calore aria pulita acqua; **(pcws)** public cold water supply = alimentazione pubblica acqua fredda; **(PVUM)** purifying vertical urbans module = modulo depurativo urbano verticale; **(pwo)** purified water output = uscita acqua depurata; **(rp)** return pipe = tubo di ritorno; **(rw)** removal wall = parete smontabile; **(rwm)** rock wool mattress = materasso in lana di roccia; **(sov)** shutoff valve; **(sp)** supply pipe = tubo di alimentazione; **(spsect)** standard piece for heat exchange chimney or tower = pezzo standard per ciminiera o torre scambiatrice di calore; **(ssect)** standard connection for heat exchange chimney or tower = collegamento standard per ciminiera o torre scambiatrici di calore; **(sfpcuec)** special piece for connection to upper expansion chamber = pezzo speciale per connessione alla camera di espansione superiore; **(sfpchcu)** special piece for connection to heating or cooling unit = pezzo speciale per collegamento a unità di riscaldamento o condizionamento; **(tco2pt)** transport CO2 pressurized tank = serbatoio di trasporto CO2 pressurizzato; **(tpcwsr)** t piece for connection water supply and return = pezzo a t per collegamento acqua di alimentazione e ritorno; **(uv)** unidirectional valve; **(wfd)** washing floor drain; = scarico acqua di lavaggio pavimento; **(pwcp)** principal water circulation pump = pompa di circolazione acqua principale **(wr)** water return = ritorno acqua; **(wsh)** water supply for humidification = alimentazione acqua per umidificazione.

## **Descrizione.**

Questa invenzione si collega a una pendente domanda di brevetto italiana (CE2012A000008)

e a quattro PCT requests (PCT/IT2013/000314-15-16-17) riguardanti un sistema globale di protezione ambientale "Global synergy plant for depuration, biomass production and thermoelectric cogeneration" GSPDPTC, di cui la parte riguardante l'ambiente urbano utilizza l'acronimo GUED (global urban environmental depuration). Le novità di questa invenzione sono, le torri scambiatrici di calore AFTET e i pozzi geotermici GPCG, che consentono insieme alle ciminiere CCPC, già depositate, un migliore sfruttamento delle risorse energetiche, ma abbinate al sistema depurativo dei fumi, dell'aria e delle acque urbane.

Il sottosuolo, nei primi 100 metri di profondità, in generale, ha una temperatura di 12-14°C. Tale temperatura è costante durante l'anno, per cui è utilizzabile come fonte di scambio termico sia per il riscaldamento sia per il raffrescamento degli ambienti interni. Il circuito esterno agli ambienti da condizionare è costituito da GHP+CCPC+AFTET+GPCG. Consente la circolazione delle acque ma anche quello dell'aria e dei fumi, con relativa depurazione, il recupero del CO<sub>2</sub>, e si può collegare anche ai moduli depurativi verticali urbani (PVUM), descritti in altre domande di brevetto pendenti. Molti di questi compiti sono affidati alle torri AFTET: via di fuga per l'aria depurata dei fumi di combustione e del CO<sub>2</sub>, filtrare l'aria di rinnovo, riscaldarla o raffreddarla, alimentare con acqua calda o refrigerata gli impianti interni, costituiti, soprattutto, da ventilconvettori alimentati ad acqua. Infatti, pur non rivendicando gli impianti interni, non si può non ricordare che la capacità di trasmissione dell'energia termica è proporzionale alle portate di acqua e di aria che la trasportano. Rinunciare al contributo dell'aria, consentito dai ventilconvettori per

riscaldare gli ambienti comporta maggiori risorse energetiche, ma soprattutto, il condizionamento estivo si ottiene senza costi aggiuntivi, e con minori costi di esercizio rispetto al riscaldamento, come di seguito descritto.

La quantità di calore trasmessa nell'unità di tempo a un volume "V" di acqua "Qs" in kW, si calcola con la seguente formula:

(1)  $Q_s = V \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta T / t$ , dove "t" è il tempo in secondi; "ρ" è la densità del fluido termovettore utilizzato; "Cp" è il calore specifico dell'acqua (4,187 kJ/kg); ΔT è il salto termico dell'acqua espresso in gradi Kelvin (K). Il tempo "t" necessario ad accumulare energia termica nella fase di partenza dell'impianto è stabilito dalla formula inversa alla (1):  $[t = V \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta T / Q_s]$ . Per ridurre questo tempo riducendo il ΔT necessario accumulando una parte dell'acqua nel sottosuolo tramite il pozzo GPCG che, ha una temperatura costante nell'arco dell'anno, e distribuiamo il resto negli scambiatori (paw) incorporati in AFTET. L'espressione che definisce lo scambio termico è quella del Fourier:

(2)  $Q = A_p \cdot \Delta T \cdot \Delta t \cdot h$ , in cui: Q = calore scambiato [J]; h = coefficiente di scambio termico  $[W/(m^2K)] = q/A_p \cdot \Delta T$ ; q = flusso di calore scambiato nell'unità di tempo)  $[J/s=W]$ ; A<sub>p</sub> = area della superficie di scambio termico  $[m^2]$ ; ΔT = differenza di temperatura [K]; Δt: intervallo di tempo [s]. Tutti i componenti del circuito svolgono funzioni di scambio termico:

**A) Pompa di calore a gas GHP.** Dal commercio, è un'unità ad assorbimento acqua-ammoniaca alimentata a gas metano in pompa di calore per produzione di acqua calda sanitaria e contemporanea di riscaldamento fino alla temperatura in mandata di 65°C e di acqua refrigerata anche a temperature negative. Composta da un circuito termofrigorifero ermetico, scambiatore di calore con funzione di evaporatore, scambiatore di calore con funzione di condensatore/assorbitore, sistema di

recupero del calore di condensazione lato fumi, dotata di termostato limite, valvola di sicurezza contro la sovrappressione, pressostato e termostato fumi, bruciatore, scheda elettronica con microprocessore per il controllo di tutte le funzioni, misuratore di portata, flussostato acqua, centralina controllo fiamma.

**B) La ciminiera CCPC**, già depositata con le domande di brevetto nazionale e internazionale citate, è del tutto simile a una torre piezometrica. L'estremità, dove ora c'è lo sbocco atmosferico, sarà allargata al massimo per azzerare la velocità cinetica dei fumi, in transito. In questa camera la riduzione della velocità dei fumi consentirà la cattura di ceneri, polveri, CO, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> per mezzo di filtri elettrostatici a forma di corona circolare, che saranno attraversati, dall'interno all'esterno a una velocità inferiore 1 m/s. (le polveri e i gas, come gli ossidi NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, CO, sono composti da molecole polari prive di carica che nei filtri elettrostatici, tramite un campo elettrico elevato tra gli elettrodi dove transita l'aria a velocità moderata, vengono caricati elettrostaticamente provocandone la precipitazione sugli elettrodi collettori collegati a terra). Queste particelle, nella fase di scuotimento del filtro, cadono sul fondo e per mezzo di un velo di acqua temporizzato sono convogliate in sacchi drenanti. Il CO<sub>2</sub> che ha una molecola apolare, non può essere catturato dai filtri elettrostatici, ma perdendo velocità ascensionale nella camera di espansione, essendo più pesante dell'aria, e con l'aiuto della depressione creata nella camera anulare, dai ventilatori (eff), porta verso il basso quest'aria calda, ricca di CO<sub>2</sub>, che cede il proprio calore nella risalita alle pareti della canna fumaria e nella discesa ai fasci tubieri in essa contenuti (fgwe), fig 2. L'aria, il CO<sub>2</sub> e le particelle sfuggite al filtro elettrostatico saranno trasportate nel serbatoio (CO<sub>2</sub>stap) posto alla base della ciminiera. La ciminiera CCPC non partecipa direttamente ai cicli di riscaldamento e

condizionamento ma recupera i fumi e il calore in essi contenuti, preriscalda l'acqua di consumo sanitaria (hcws), riscalda l'aria comburente (ca), alimenta tramite (CO2stap) il CO<sub>2</sub> ai (pvum), inseriti nel processo di depurazione globale GSPDPTC (PCT/IT2013/000316).

**C) La torre AFTET** nella forma e nella sostanza è molto simile alla CCPC sostituisce gli sfiati di aria previsti nel progetto originale di depurazione globale urbana (GUED = global urban environmental depuration). Come si vede dai disegni 1/2 e 2/2, incorpora lo sfiato che espelle nell'atmosfera l'aria depurata dei fumi, separata dal CO<sub>2</sub>, per effetto del maggior peso di questo. Come la ciminiera è dotata superiormente di una camera di espansione (aec), dove entra l'aria presa dall'ambiente esterno attraverso le (fai). Quest'aria sarà filtrata dal filtro (caf), che può essere anche diverso dal filtro elettrostatico, ma come nelle (CCPC), è riscaldata o raffreddata dai fasci tubieri incorporati nella camera anulare concentrica alla canna centrale. La canna centrale della AFTET può essere realizzata in acciaio, come il fascio tubiero (pawe) per agevolare lo scambio di calore, mentre la parete esterna, coibentata con doppia camera, potrà essere realizzata anche in polipropilene, Lo scambio termico che avviene lungo la colonna della torre: tra l'aria depurata dai fumi catturati da (CCPC), l'aria estratta dagli (efae), che salgono nel tubo centrale, l'aria immessa da (fai) che scende nella camera anulare e lambisce lo scambiatore (pawe) insieme all'aria immessa da (efa),(afaf),(efai), e successivamente, risale attraverso la canna centrale, per il tiraggio naturale, Consente recuperi termici sia all'aria che entra negli ambienti, sia all'acqua contenuta in (pawe), che richiedono meno energia per il riscaldamento o raffreddamento.

**D) Il pozzo geotermico (GPCG)**, collegato a (GHP) e (AFTET), si basa sullo scambio termico con il sottosuolo. Detto "λ" il coefficiente di conducibilità termica del materiale

costituente la parete del pozzo, la cui unità di misura si ricava dalla stessa legge di Fourier  $(w/m^2) / (K*m) = w/mK$ . Una delle formule usate per il calcolo dello scambio termico attraverso tubi rivestiti è la seguente:

(3)  $Q = [3,17*(t_2 - t_1)] / [(1/\lambda_1) \log (d_2/d_1) + (1/\lambda_2) \log (d_3/d_2)]$ . Dove  $Q$  è il calore scambiato in  $Kw/m*h$ ;  $\lambda_1$  e  $\lambda_1$  sono le conducibilità termiche del tubo e del rivestimento;  $d_1$  e  $d_2$  i diametri interni ed esterni del tubo;  $d_2$  e  $d_3$  i diametri interni ed esterni del rivestimento (m). Il pozzo geotermico previsto è realizzato con un tubo di qualsiasi diametro, tappato sul fondo, in acciaio inox, rivestito esternamente in fabbrica con gres ceramico per mezzo del processo di trafilatura. Questo tubo viene assemblato in opera mediante saldatura solo dal lato interno, man mano che viene calato nello scavo. Dal lato esterno, si utilizza la comune giunzione per tubi in gres ceramico senza bicchiere tipo VT, con manicotti in acciaio inox. Dopo il montaggio la bocca del pozzo viene chiusa con una flangia cieca, nella quale viene saldato tronchetto di tubo per il collegamento all'impianto di circolazione delle acque, che comprende la pompa di calore GHP e la torre AFTET. Questo viene completamente riempito con acqua di acquedotto (con eventuale antigelo). L'acqua, circola alla pressione idrostatica stabilita dalla posizione di (etwap) e lambisce la superficie interna in acciaio inox ( $\lambda_1=17w/mK$ ) che all'esterno ha il gres ceramico ( $\lambda_2 = 1,0 w/mK$ ) scambiando il calore con il sottosuolo circostante. La pompa di circolazione (wrp) costringe l'acqua a risalire attraverso il tubo interno, rivestito in polietilene ( $\lambda= 0,12 w/mK$ ). Con questa soluzione GPGC aumenta la superficie di scambio e il coefficiente di trasmissione verso il suolo e si riducono la superficie e il coefficiente di scambio verso il tubo di risalita dell'acqua per non creare un corto circuito tra l'acqua che esce con quella che entra nel pozzo. Lo scambio di calore con il terreno è utile, soprattutto, nella fase di avviamento dell'impianto, contribuendo a riscaldare o raffreddare l'acqua

dell'intero circuito con l'aiuto del  $\Delta T$  tra l'acqua e il sottosuolo. Ma quando il  $\Delta T$  diventa negativo rispetto alla direzione in cui lavora la pompa di calore, la valvola a tre vie esclude dal percorso il pozzo GPGC e si procede per il resto dell'esercizio soltanto con il volume di acqua contenuto nei (pawe) di AFTET. Infatti, l'energia geotermica a bassa entalpia è stata concepita nei paesi del nord, dove gli impianti di riscaldamento sono accesi per sette o otto mesi all'anno e il sottosuolo viene riscaldato appositamente dalle pompe di calore per mezzo delle sonde geotermiche, svolgendo, nel lungo periodo, il compito di accumulatore inerziale di calore. Per sfruttare il sottosuolo come accumulatore inerziale occorrono molte sonde geotermiche, ma è necessario anche distanziarle per non diminuire il rendimento della trasmissione. Per periodi di riscaldamento inferiori, e per il condizionamento estivo, conviene utilizzare l'energia geotermica, per mezzo dei pozzi rivestiti in gres abbinati con le torri AFTET che sfruttano velocemente il  $\Delta T$  disponibile anche per poche ore al giorno e pochi mesi all'anno. E' noto che il corpo umano mantiene costante la propria temperatura grazie al processo di traspirazione, allontanando con il sudore una parte dell'acqua. Se l'umidità è elevata l'ambiente circostante è già saturo di vapore acqueo, per cui il sudore non evapora. Utilizzando la ventilazione, anche senza  $\Delta T$  dell'aria, i moti convettivi generati facilitano l'evaporazione dell'acqua e la traspirazione, aiutando l'abbassamento della temperatura corporea e dando una sensazione di benessere. Quindi, questi impianti, nel periodo estivo, possono funzionare anche senza l'apporto della pompa di calore, assicurando, oltre alla ventilazione un certo  $\Delta T$  pur non raggiungendo le prestazioni di benessere ottenibili con l'acqua refrigerata prodotta dalla pompa di calore. Il risultato dipenderà dalla profondità del pozzo, dal diametro, dal volume di acqua complessivo contenuto in **GPCG + AFTET** e dal numero di ventilconvettori che saranno in esercizio. La trasmissione del calore consentita dal gres è una decina di volte superiore a quella del polietilene, perfettamente in

linea con la trasmissione media del sottosuolo, e un tubo DN 400 ha una circonferenza 125 volte Superiore a una sonda DN 40. Le tubazioni in acciaio rivestite in gres ceramico, oggi non esistono ma le maggiori prestazioni di scambio termico, di resistenza alla corrosione e alla pressione, possono giustificare i maggiori costi di produzione. La saldatura in opera interna è indispensabile poiché le giunzioni esterne, solo sulla parte ceramica, non garantiscono la tenuta della pressione e allo sfilamento dei tubi montati in verticale. Pertanto si propongono tubi rivestiti in gres per mezzo del processo di trafilatura, già usato per rivestire i tubi con il polietilene. Nel caso in oggetto lo smusso sarà effettuato in fabbrica solo dal lato interno per non danneggiare il rivestimento ceramico esterno durante la saldatura. Essendo i tubi in gres ceramico prodotti in lunghezze da circa 2 m, l'attrezzatura di saldatura potrà montarsi dal lato superiore, dopo aver incravattato la colonna sulla parete esterna del tubo e fermata sulla bocca del pozzo. Il tipo di saldatura più indicato per piccoli spessori, in verticale, con il minor riscaldamento del pezzo, e quello denominata per corto circuito "short-arc" mag (metal-arc active gas). La torcia di saldatura, del tipo a filo continuo, sarà montata all'estremità di un tubo attraverso il quale passano i cavi il tubo con il gas protettivo, il filo del materiale di apporto, l'alimentazione con cavetti USB di una lampada di illuminazione, una telecamera normale e una con vetro oscurato per ispezionare, controllare la saldatura e il processo. Essendo i tubi in gres da saldare prodotti con tolleranze di 2 mm, non c'è bisogno di regolazioni in altezza, e l'attrezzo poggiato sull'estremità superiore dovrà soltanto e essere dotato di un piccolo motore con riduttore di giri che fa girare di 360 gradi la torcia alla velocità richiesta dal processo di saldatura. L'intera operazione, a parte il posizionamento fisico dell'attrezzo di saldatura sull'estremità del pozzo, può essere comandata e controllata attraverso un computer portatile che controlla anche i dati di funzionamento delle altre apparecchiature necessarie: la

saldatrice a filo continuo (trifase o monofase) con il meccanismo di avanzamento e controllo del filo incorporato. Queste apparecchiature e la bombola contenente il gas di protezione saranno montate su un leggero carrello facilmente trasportabile da affiancare allo scavo del pozzo.

**Il dis.1/2, fig. 1** riporta lo schema idraulico e dell'aria di un impianto di condizionamento estivo e invernale per locali pubblici o industriali, che richiedono notevoli ricambi di aria. Questo impianto è dotato di canalizzazioni dell'aria di estrazione (ae) con bocchette di ripresa aria regolabili (aaev) collegate tramite i ventilatori di estrazione (efae) alla canna centrale della AFTET. L'aria di rinnovo, attraverso (fai), è richiamata dall'esterno dai ventilatori (efa); passa attraverso il filtro (caf), scende attraverso lo scambiatore di calore (pawe) e viene ripresa dai ventilatori (efai), eventualmente umidificata da (wsh) e miscelata con l'aria di riciclo immessa nell'ambiente tramite i ventilconvettori canalizzabili (cfcu). Gli scambiatori di calore contenuti in (cfcu) sono alimentati con l'acqua (ws) e la restituiscono al collettore di ritorno (wr). L'acqua contenuta in (wr), tramite le valvole (twv) e (sov) possono essere deviate alla (GHP) oppure al pozzo (GPCG) per fare l'intero percorso di scambio termico, in base alle temperature misurate da sonde montate sulla tubazione di ritorno. Una valvola a tre vie è posta anche all'ingresso di GHP per consentire la miscelazione dell'acqua di mandata con quella di ritorno, o addirittura escludere GHP assicurando una circolazione di acqua e aria senza consumo di gas in particolari condizioni ambientali. Si può notare la similitudine tra (CCPC) e (AFTET) ma anche il fatto che svolgono compiti diversi. L'acqua riscaldata dallo scambiatore di calore (fgwe) della ciminiera è l'acqua di consumo che serve per l'intero arco dell'anno, mentre quella che circola negli scambiatori (pawe) delle torri è acqua di riciclo, che secondo le stagioni, la pompa di calore (GHP) riscalda o raffredda, coinvolgendo anche l'acqua presente nei pozzi (GPCG). L'acqua calda prodotta da (fgwe) nel periodo

invernale, è utilizzata per alimentare l'acqua di reintegro del circuito chiuso della torre tramite, il vaso di espansione (etrap) e la valvola a tre vie (twv). Anche gli elementi standard di AFTET e CCPC consentono la presa di acqua in uscita (ws) e il ritorno (wr) mediante un pezzo speciale (tpcwsr) inserito tra le flange, dotato di un tappo filettato, utilizzabile, in caso di necessità. L'aria che circola nelle (CCPC) è quella coinvolta nel processo di combustione mentre l'aria che circola in (AFTET) è aria prelevata dall'ambiente esterno e dagli ambienti interni ai locali da condizionare o riscaldare. L'aria di varia provenienza si miscela nel serbatoio (CO<sub>2</sub>stap), quando quella più leggera a sale nell'atmosfera (aout), rilasciando per differenza di peso il CO<sub>2</sub> più pesante. L'efficienza della separazione del CO<sub>2</sub> dall'aria dipende soltanto dal volume dei serbatoi (CO<sub>2</sub>stap), dalla regolazione della serranda (aid) dalla portata dei ventilatori (efa), che dovranno essere a giri regolabili e non fornire portate troppo superiori a quelle richieste dai ventilatori locali (efai). Infatti, la risalita dell'aria pulita verso l'alto e la separazione del CO<sub>2</sub> per essere efficiente deve essere affidata a camini naturali. Sicuramente, oltre alle torri AFTET dovranno essere utilizzati altri sfiati verso l'atmosfera, possibilmente, incorporati nei fabbricati. Per aumentare il volume dei (CO<sub>2</sub>stap) possono essere utilizzati anche scantinati e locali terranei chiusi a tenuta e sigillati dalle autorità locali.

L'impianto (pvum), se abbinato, consuma il CO<sub>2</sub> producendo acque alcaline. Il serbatoio di trasporto pressurizzato (tCO<sub>2</sub>pt) montato su autocarro insieme a un compressore, svolge il servizio di trasporto del CO<sub>2</sub> agli impianti GSPDPTC che lo utilizzeranno per alcalinizzare le acque depurate degli impianti maggiori.

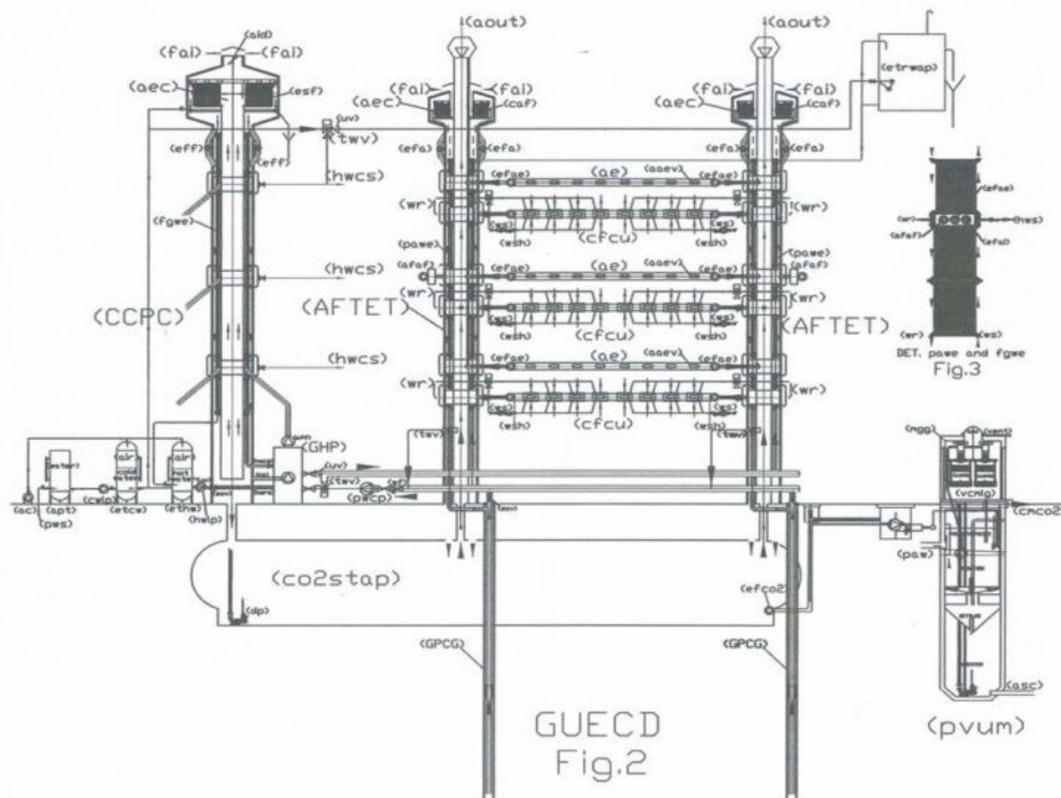
**La fig.2,** riporta il dettaglio degli scambiatori di calore (fgwe) e (pawe) che sono incorporati nella camera esterna delle ciminiere e delle torri. Queste possono essere

realizzate di qualsiasi materiale in base alle temperature di esercizio e accoppiate con raccordi maschio femmina, ma incorporando gli scambiatori devono prevedere all'esterno degli attacchi, preferibilmente flangiati, per poterli accoppiare (schetc) e dei pezzi speciali (sfpchcu) per poter collegare le canne interne con i fumi o l'aria da espellere (efae) e le camere esterne con l'aria di rinnovo (efai), che estraggono l'aria dalla torre o gli attacchi per ventilatori e filtri di aria supplementari (afat), che la immettono. Queste prese di aria supplementari sono necessarie quando il fabbricato è molto alto e le sole prese di aria poste sopra la torre (fai) e il filtro (caf) sono insufficienti a soddisfare l'intera portata di aria richiesta dal fabbricato. Ovviamente, le prese di aria sono dotate di deviatori di flusso interni per non cortocircuitare l'aria immessa con quella da estrarre.

**Il dis.2/2, fig. 3** riporta lo schema idraulico e dell'aria di un impianto di condizionamento estivo e invernale per abitazioni private, che non richiedono particolari ricambi di aria. Pertanto, questo impianto è dotato soltanto di ventilconvettori (fcu), di piccoli estrattori di aria (efae) collegati alla canna centrale della AFTET, e piccoli ventilatori (efai) per l'aria di rinnovo, che viene richiamata dall'esterno da (efa), attraverso (fai), il filtro (caf), passa per lo scambiatore di calore (pawe), eventualmente umidificata da (wsh). Gli scambiatori di calore contenuti in (fcu) sono alimentati con l'acqua (ws) e la restituiscono al collettore di ritorno (wr). Le altre funzioni sono identiche a quelle descritte per la fig 1.

**La fig 4**, mostra come le AFTET e le CCPC possano essere incorporate nei fabbricati o addossati agli stessi senza provocare eccessivi impatti ambientali. Le camere di espansione superiori (aec), che possono essere incorporate nei sotto tetti o sui terrazzi, sono certamente meno ingombranti di centrali di trattamento aria e torri di evaporazione che saranno sostituite dalle AFTET. Realizzando delle pareti

rimovibili (rm) in carton gesso per gli ambienti interni e in acciaio verniciato per l'esterno, non solo si può azzerare l'effetto dell'impatto ambientale delle ciminiere e torri, ma si può addirittura migliorare l'isolamento termico, costipando dei materassi in lana roccia tra le pareti e la superficie esterna dell'AFTET. Ovviamente, i pannelli asportabili delle pareti rimovibili (rw) devono coincidere in altezza con gli elementi di accoppiamento delle AFTET e CCPC. In corrispondenza dei pezzi speciali (sfpchcu) devono corrispondere elementi di parete di pari altezze, già dotati in fabbrica dei fori necessari per il passaggio dei tubi idraulici e di ventilazione.



GUECD (GLOBAL URBAN ENVIRONMENTAL CONDITIONING AND DEPURATION) SCHEME FOR FUMES DEPURATION, CAPTURE CO<sub>2</sub>, AIR CONDITIONING, HEATING WATER CONSUME BY GAS HEAT PUMP AND LOW GEOTHERMAL ENTALPY. PLUS WATER OXIDATION WITH ALKALINIZATION, SLUDGE SEPARATION AND CO<sub>2</sub> NEUTRALIZATION.

ac (air compressor); ae (air extraction); aec (air expansion chamber), afaf (addizional fan an air filter); AFTET (air filtration and thermal exchange tower); aid (air inlet dampers); aout (air outlet); apt (atmosferic pressure tank); asc (anaerobic sludge collector); caf (central air filter); CCPC (capture cooling purification chimney); cfcu (channelled fancoil unit); CO<sub>2</sub>stap (co<sub>2</sub> storage tank at atmospheric pressure); cwlp (cold water lift pump); dp (drainage pump); efai (electric fan for air inlet); efae (electric fan for air extraction); eff (electric fan for fumes); esf (electrostetic filter) ethw ( expansion tank for hot water); etcw (expansion tank for cold water) ew (external wall); fai (fresh water intake); fgwe ( flue gas water exchanger) GHP (gas heat pump); fcu (fan coil unit); GPCG (geothermal pit coated with gres); gwrp (geothermal water circulation pump; hwlp (hot water lift pump) hws (hot water recovery suooly); hwcs (hot water consume supply); paw (pu rified alkalized water; pawe (purified air water exchanger); pcws (public cold water supply); PVUM (purifyng vertical urban module); pwo (purifyng water output); rp (return pipe); uv (unidiretional valve); pwcp (principal wa ter circulation pump; wr (water return) wsh (wate supply for humidification)

Questo disegno mostra la modifica da eseguire su ciminiere esistenti per la connessione al sistema GUECD

Luigi Antonio Pezone