



LA GEOTERMIA IN ITALIA DAL 1940 AD OGGI

Manifestazione in onore dei due Decani della geotermia italiana

Dr. Claudio Sommaruga e Dr. Roberto Carella

Pisa, 20 Maggio 2010

Università di Pisa- Facoltà di Ingegneria /Aula Magna

Aprile 2010 – Manifestazione UGI a Pisa in onore di Claudio Sommaruga, decano della geotermia nel mondo, in occasione del suo 60°sanno di attività geotermica

**Primati italiani nello sfruttamento di risorse geotermiche di media e bassa temperatura.
In particolare: pompe di calore, cicli binari,
impianti a vapore di flash – (1930-1960)**

Il futuro affonda le radici nel passato, così la moderna “geotermia” affonda dagli anni ‘60 le sue radici nelle “forze endogene” dei pionieri.

L’ uomo sfrutta il calore termale almeno da 5000 anni, in Italia, e in Giappone, per usi balneologici per riscaldamento di edifici termali e adiacenti. L’ utilizzazione industriale chimica ed energetica dei fluidi geotermici ha le sue origini in Toscana, nell’ ‘800 con lo sfruttamento dei “soffioni boraciferi” di **Larderello**, .

Le fasi storiche della geotermia, intesa in senso lato come scienza e come utilizzazione dei fluidi geotermici, si può così sintetizzare:

1) – balneologia e riscaldamento locale da fonti termali, una tradizione che si svolge dalle terme di **Lipari** del 3000 a.C. al riscaldamento di edifici di **Acqui**, a quanto sembra ancor prima dell’occupazione romana, fino al primato odierno di **Abano** di complessi alberghieri integrati con terme, fangaie, servizi e riscaldamento, con 120 e più pozzi individuali..

2) – pionierismo delle “forze endogene” (1800-1950) a **Larderello**, con lo sfruttamento industriale chimico dal 1812, meccanico da fine ‘800 per le sonde, fino allora a forza d’uomo, o per generazione elettrica dal 1904 con una macchina a vapore a pistone da 0,4 kW, poi dal 1913 con turbine e vapore puro da scambiatori di calore, e l’ illuminazione elettrica di Volterra, seconda città in Italia dopo Milano, quindi dal 1923 con lo scarico diretto in turbina del vapore secco dei pozzi, e dal 1917 con l’adozione di condensatori dopo le turbine.

Nel 1931 esploderà il “soffionissimo” con 220 t/h di vapore a 200°C, propulsore dello sviluppo e della geotermia, che ammirai sbalordito in tutta la sua spettacolarità nel 1939 in una escursione universitaria.

Allora gli scienziati si dividevano tra **esogenisti** (p. es. a Larderello, dove non c’erano vulcani) sostenitori di un riscaldamento profondo per convezione di acque meteoriche, e gli **endogenisti** (per lo più vulcanologi e magmatolici) con l’ utopia di una origine juvenile del vapore naturale.

Nel settore del teleriscaldamento urbano dal vapore, **Larderello** è seconda, nel 1935, dopo l’ islandese **Reykjavik** attiva dal 1928, mentre a **Milano**, dal 1935, si ideava e sperimentava il riscaldamento edilizio con acqua di falda e la novità delle pompe di calore, una tecnologia rivoluzionaria quasi paradossale: lo sfruttamento del calore dell’ acqua “fredda”, oggi in sviluppo a Milano nel maggior progetto del

genere nel mondo e con possibili repliche in tutte le città con abbondanti falde d'acqua.

3) – transizione (1950-60) con teorizzazioni, nuove tecnologie di utilizzazione di fluidi a minore temperatura (< 170°C) del vapore surriscaldato di Larderello, come acqua calda in pressione, vapore umido, acque termali e perfino, come si è detto, anche di acque “fredde” (> 10°C con le prime “*pompe di calore*”). Ma a **Ischia** si ideavano e sperimentavano le prime centraline elettriche a “*ciclo binario*” (1939/42) allora detto di Rankine, o da vapore di *flash* (1950/54).

4) – sviluppo e diffusione mondiale della “*geotermia*” (dal 1960): riconoscimento dell' origine prevalente esogena dei fluidi geotermici e sviluppo a scala industriale dell' uso dei fluidi geotermici da altissima a bassissima temperatura (da 500 a 10°C), dalla generazione elettrica agli usi termici diretti, fino al teleriscaldamento da acque a bassissima temperatura (10 - 20°C).

1920 – 1960: LE RICERCHE DI VAPORE FUORI LARDERELLO

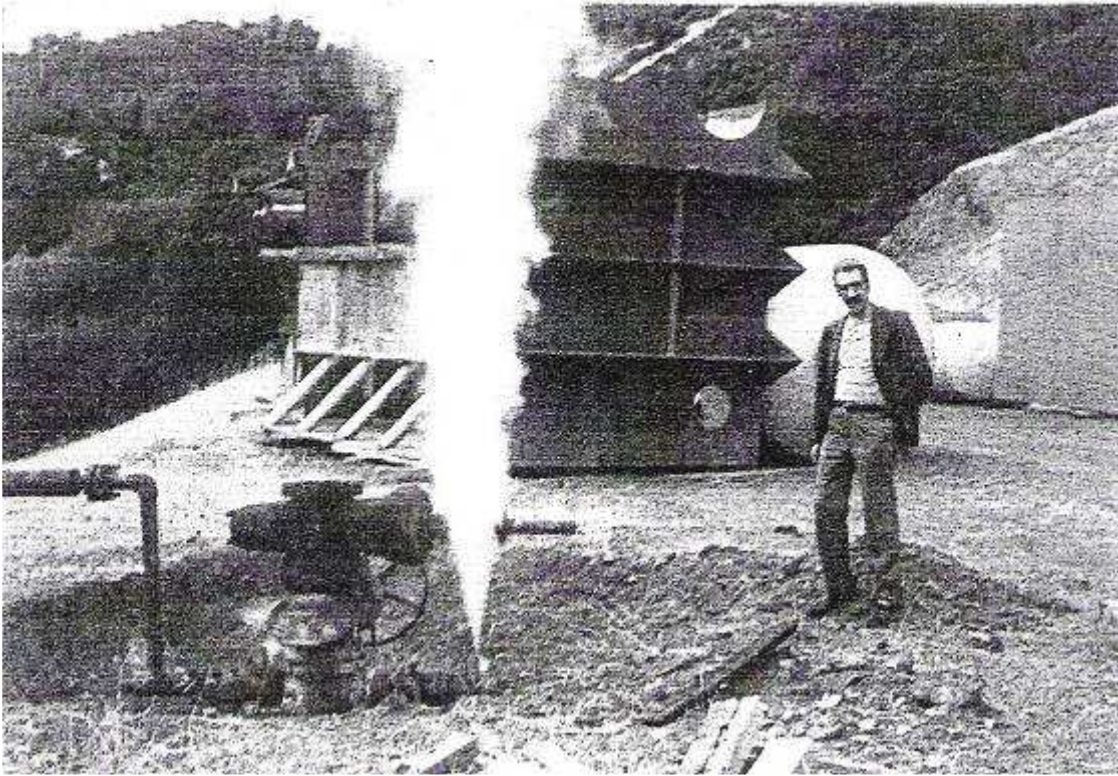
Fino agli anni '50 il “*caso Larderello*” era ritenuto un “*unicum*” per molti irripetibile (sic!), un “*lusus naturae*” con freno a carne altri, come se la natura fosse esclusiva! Va tenuto però presente che i campi totalmente o parzialmente con pozzi a vapore secco, come a **Larderello** e a **The Geysers** (USA), sono meno di un decimo rispetto a quelli produttori di vapore umido, e non sono che dei rari “*steam cap*” da flash di acque calde in pressione in parti di serbatoi a minore pressione per manifestazioni o pozzi.

Fuori Larderello si cercava vapore secco e si trovava di solito acqua calda o vapore umido, eccezionalmente saturo, da flash in pozzo e/o in superficie e che non si poteva immettere in turbina perché la fase acqua era corrosiva, incrostante, con detriti da pozzi generalmente non tubati, a meno di nuove tecnologie sperimentate per la prima volta a **Ischia** (1939 – 1954) con scambiatori di calore a fluidi bassobollenti (“ciclo binario” o di Rankine) o con separazione acqua/vapore di flash.

All' estero, tra il 1920 e il 1940, si contano meno di 19 pozzi di scoperta di acqua calda in pressione o vapore umido, raramente saturo, in Cile, Giappone, Indonesia, Islanda, N. Zelanda e Stati Uniti,

A **The Geysers** (USA), rinvenuto nel 1923 del vapore secco a 170°C, dal 1925 al 1958 funzionò una centralina di 20 kW alimentata da vapore secco a 170°C. Lo sviluppo di questo “*geothermal major field*” è merito della MAGMA, anche con la consulenza scientifica alla fine degli anni '50 dei geotermici italiani G. Facca (ex AGIP) e F. Tonani, e poi della UNION OIL con un primo gruppo da 12,5 MW operativo dal 1960.

Una curiosità: a **Kawa Kamodjang** (Giava), nel 1926 un pozzo di scoperta su un vulcano attivo segnò il battesimo geotermico del futuro grande vulcanologo Alfred Rittmann, allora non ancora laureato ma con esperienze di controllo vulcanico in Giappone e in Indonesia e poi supervisore scientifico prima della SAFEN (dal 1939) e poi dell' AGIP (1951/56) e della J.V. AGIP/ENEL (1975/80). Per la cronaca ricordo anche le ricerche geotermiche preliminari del 1951/57 di E. Migliorini (ex AGIP) in Uganda e Kenya.



1984 The Geysers Il pozzo chiuso con “spiffero” (sistema Sommaruga adottato a Larderello)

Alla fine degli anni '50 sono operative le prime centrali geotermoelettriche da flash fuori d'Italia: nel 1958 a **Pathé** (Messico) da 500 kW e nel 1954/58 a **Kawerau** e **Wairakei** (N. Zelanda) rispettivamente da 10 e 69 MW.

Per dovere di cronaca ricordo che a **Kiabukwe** (Katanga) progettata nel 1950, operativa dal 1953 al 1960 e sospesa per la guerra civile, una sorgente termale a 91°C alimentò, per una miniera, una centralina da 275 kW effettivi (445 kW installati) a vapore di flash sotto vuoto (0,3 atm) ottenuto con un pozzo barometrico di scarico delle acque di separazione e di condensazione. Da tenere presente che la temperatura di vaporizzazione dell'acqua pura si abbassa da 100°C a livello mare, a 85°C ai campi geotermici di **El Tatio** (Cile) e **Yang Baijing** (Tibet) a 4300/4500 m di quota,

GLI ANNI DELLA TRANSIZIONE: 1950 – 60

I precedenti anni '40 sono segnati dalla cessione nel 1939 della “BORACIFERA” da Giovanni Ginori Conti per l' 88% alle FF.SS., costituendo la “LARDERELLO spa” con 50 MW installati e nel 1949 per il 12% a “LA CENTRALE”. La cessione favorì l' elettrificazione della linea ferroviaria Bologna – Firenze, la prima in Italia, e le forniture di elettricità a buon prezzo, particolarmente alle miniere della MONTECATINI. Ma sono anni segnati anche dalla distruzione bellica, nel 1944/45, della quasi totalità degli impianti di Larderello, della potenza allora di quasi 130 MW e dalla sospensione delle ricerche della SAFEN a Ischia e nei Campi Flegrei.

Gli anni '50-'60 sono quelli della grande svolta dalle “forze endogene” dei pionieri alla moderna “geotermia” a scala industriale, sono gli anni dell'inizio della moltiplicazione nel mondo dei campi geotermici, dal prototipo di Larderello agli oltre 300 odierni ad alta e media temperatura, di cui solo poco più di 30 con tutti o parte dei

pozzi a vapore secco. Ma soprattutto sono gli anni ruggenti delle indispensabili premesse, che vedono i geotermici italiani in prima linea, dalle teorizzazioni scientifiche alle strategie industriali e alle innovazioni tecnologiche di ricerca, perforazione, produzione, e del “*geothermal reservoir engineering*”, anche sugli esempi della sofisticata planetaria industria petrolifera.

In particolare sono gli anni della progettazione e sperimentazione a **Ischia** delle prime centraline elettriche a “*ciclo binario*” (1939 – 43) e a vapore di flash (1950-54). Da queste si passa ai menzionati grandi campi neozelandesi a vapore umido di **Kawerau** (1954) di **Wairakei** (1958) e allo sviluppo del “*giant*” a vapore secco di **The Geysers** (1960). Sfatata l’ utopia che Larderello fosse un “*unicum irripetibile*” !

Nel 1960, 23 paesi erano in esplorazione con 35 aree identificate, 55 campi geotermici accertati, 1300 pozzi eseguiti tra i 10 e i 2800m, con circa 400 MW installati (circa 140 fuori d’Italia) e una produzione cumulata dal 1904 di 28,2 miliardi di kWh, di cui solo 232 milioni fuori dall’Italia.

STRATEGIE DI RICERCA E PRODUZIONE DEI FLUIDI A MEDIA ED ALTA TEMPERATURA.

Dopo la soc. BORACIFERA dei Ginori Conti, poi dal 1939 LARDERELLO spa delle FF.SS. e LA CENTRALE, infine assorbita nel 1963 dall’ ENEL, la seconda società geotermica italiana fu la SARUFEN dal 1936, siglata SAFEN dal 1939 (“Soc. An. Forze Endogene Napoletane”) che svolse fino al 1955 attività di ricerca e sperimentazione nel napoletano, per essere infine assorbita dall’ ENEL nel 1963. La terza società fu l’ AGIP (ENI) attiva nella ricerca dal 1951 al 1959 e, in J.V. con l’ ENEL, dal 1975 al 1990 ma che negli anni ’50 coltivava l’ambizioso sogno energetico irrealizzato di E. Mattei che mirava ad assorbire nell’ ENI tutte le partecipazioni statali in campo energetico, geotermia in particolare!

Gli anni ’50 –’60 segnano la svolta dei pionieri delle allora chiamate “*forze endogene*”, di fluidi erroneamente ritenuti per lo più juvenili, alla moderna “*geotermia*” dei fluidi in tutto o prevalenza esogeni. Ma in parallelo con una geotermia prioritaria delle alte temperature per usi elettrici, si andava sempre più affermando la geotermia dei fluidi a bassa temperatura per usi termici diretti.

Fino agli anni ’50 si aveva solo l’esperienza dei campi di “*vapore secco*” del bacino di Larderello in declino con l’aumento della produzione, con pozzi di largo diametro idonei per fluidi a basso potere energetico, profondi poche centinaia di metri (raramente oltre 1000 m) con pozzi per lo più non tubati e cementati per difficoltà operative per le alte temperature (sopra 170°C), ma anche per evitare deformazioni termiche delle colonne, senza registrazioni elettriche (le prime a Larderello nel 1954). Si buca il terreno e raggiunto il livello vaporifero i pozzi senza preventer esplodono in “soffioni” incontrollati, imbrigliati a fatica con teste di produzione a “tre vie”, una lasciata sempre aperta “*open flow*” con declini delle portate di vapore fino all’allacciamento, magari dopo anni, alla centrale: seguiva un infittimento di pozzi ma sempre a minore pressione, fino al minimo utile di 3 atm. La pratica della non chiusura dei pozzi era avvalorata dal tentativo fallito, nel 1937, di chiusura di un pozzo a 30 atm, con l’esplosione della testa di produzione pare in ghisa! Nel 1954, durante la missione di studio a Larderello dell’AGIP, condotta dallo scrivente, si sperimentarono con successo le prime chiusure di pozzi vaporiferi e in quell’occasione

suggerii di socchiudere i pozzi di vapore lasciando uno spiffero di gas per evitare sovrappressioni, mantenere calda la colonna senza deformazioni da contrazioni termiche tra pozzo chiuso freddo e pozzo caldo in erogazione. Questa pratica, già sperimentata dall' AGIP nel 1953 nel pozzo di **Vulcano**, la constatai poi normalmente applicata a **The Geysers** (USA).



1953 Pozzo VU2bis in perforazione nell'isola di Vulcano (operatore Agip)



1955 Pozzo VU2bis Test di produzione vapore secco

PERFORAZIONE

Come è noto, la perforazione dei pozzi geotermici, allora limitata a non più di qualche centinaio di metri, raramente poco oltre 1000m, si distingue da quella petrolifera per la produzione non da un tubing ma da grandi diametri, con fanghi e fluidi di produzione caldi (salamoie corrosive e incrostanti con salinità fino anche a 500 g/l), con alte temperature (anche quasi a 500°C) con riflessi sui fanghi di circolazione, il tubaggio, che richiede acciai speciali, le cementazioni che possono presentare anche bolle di gas, i log elettrici e termometrici con cavi particolari, ecc.

Considerati i progressi tecnologici della perforazione petrolifera, all' inizio degli anni '50 le tre aziende italiane ricercatrici di fluidi geotermici si avvalsero di provetti ex perforatori petroliferi: la LARDERELLO con R. Contini (ex AGIP), la SAFEN col pozzo record rotary profondo di Agnano 1, perforato da A. Minucci (della metanifera SIN) e la VULCANO (AGIP) con O. Olivero, uno dei migliori perforatori dell' AGIP.

Segnalo in particolare due pozzi record dell' AGIP. Il primo è quello di **Sciaccia** (1954), il più profondo in un bacino termale (2832m) con notevoli contributi scientifici sulla dinamica e la chimica dei bacini termali: Quello di Sciaccia, contro diffuse credenze, risultò slegato dal vulcanesimo del Canale di Sicilia (v. banchi di Graham) ed è per giunta un bacino eccezionale, stratigraficamente omogeneo, tutto in dolomia giurassica e triassica parzialmente paleocarsificata, con convezione e mixing di acque calde sulfuree profonde con acque salse marine e acque carbonatate carsiche. Le temperature sono quelle da un gradiente di 25°C/ 1000 m, con temperature di ca 80°C a 2820 m, 56/60°C alla tavola d'acqua e fino a 42°C nel soprastante aerato con circolazione d'aria a camino (Stude di S. Calogero). Un modello analogo di bacino termale costiero fu individuato, ma senza pozzi, dall' AGIP a Castellammare di Stabia (1957).

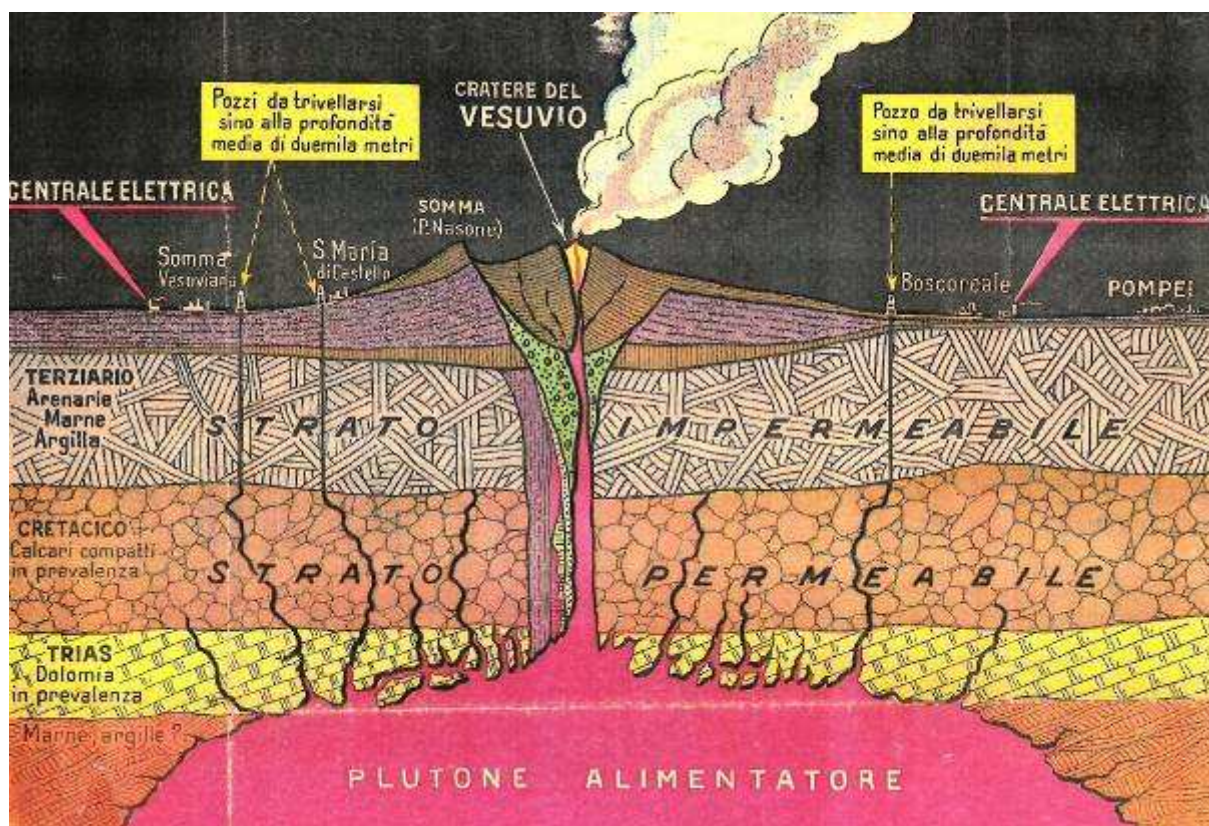
L'altro pozzo, da segnalare, se non altro per le sue originalità, è quello sperimentale AGIP di **Vulcano** (VU 2 bis, 1952-53, test fino al 1956), pozzo di studio a carteggio continuo per rilevazione della stratigrafia, tubato con sperimentazioni di cementazioni, doppio completamento (da casing e tubing) unico del genere, con due distinti livelli vaporiferi da testare. Le caratteristiche: 194°C a 230 m, 150 t/h di vapore umido/saturo da flash in pozzo, fu tenuto in sperimentazione per tre anni, con flusso, temperatura, chimismo costanti. Il VU 2 bis adiacente al precedente VU 1 in riva al mare, non tubato e a geyser come molti delle spiagge di Ischia per infiltrazioni fredde marine, dimostrò che tali pozzi a geyser, se tubati, potevano trasformarsi ad erogazione continua.

“GEOTHERMAL RESERVOIR ENGINEERING”

Gli anni '50 sono anche quelli delle prime teorizzazioni e valutazioni scientifiche approfondite di *reservoir engineering* di un sistema e di un campo geotermico, con gruppi di lavoro multidisciplinari come nell' industria petrolifera.

Nel 1952. G. Facca (AGIP) schematizzava un modello di sistema vaporifero geotermico con una camera magmatica fonte di calore profondo e di fluidi juvenili (“*plutone alimentatore*”), un serbatoio di acqua calda in pressione con eventuale steam cap e gas cap, protetto da una copertura impermeabile, come nei giacimenti petroli-

feri, e sigillato lateralmente da *sel sealing* (allora detta “barriera di incrostazione”) e alimentato da fluidi juvenili, ipotesi che corregerà dal 1960 con F. Tonani in numerose pubblicazioni, dando tra l’altro il giusto peso a una alimentazione idrica esogena dei fluidi geotermici, esclusiva o prevalente e in presenza di una fonte termica di gradiente o magmatica.



1952 Progetto geotermico Vesuvio (Facca, Rittmann, Sommaruga)

La prima valutazione scientifica multidisciplinare di un campo geotermico, fu iniziata nel 1954 da un comitato di consulenza della “LARDERELLO” col geologo G. Merla dell’ università di Firenze, il geotermico F. Penta della facoltà di ingegneria di Roma col suo assistente fisso a Larderello, ing. G. Bartolucci, il termalista Maddalena ingegnere dell’ azionista FF.SS. e dal fisico tecnico G. Bozza del Politecnico di Milano. Contemporaneamente la missione di osservazione AGIP a Larderello (1955-56), coordinata dallo scrivente, rielaborava i dati d’archivio e in corso di 200 pozzi, ne ricalcolava dalle curve caratteristiche pressione/temperatura, le pressioni teoriche di chiusura e di scarico massimo libero, ricostruendo l’evoluzione in declino e futuribili dei campi e concludeva con un rapporto inedito, per riservatezze aziendali, ma depositato negli archivi AGIP (ora ENI) e LARDERELLO (ora ENEL) e in parte presso il CNR (IRG) di Pisa: autori lo scrivente (geologo e capo missione), G. F. Chierici (geochimico) e E. Muratori (geofisico). La missione AGIP di studio, ospite a Larderello dalla fine del 1954 a metà 1956, comprendeva in loco anche i geologi G. Francalanci, L. Moraccini, A. Pignatti, i periti Bacci e Aronica, e l’ assistenza di collaboratori in missione degli staff di geochimica, geofisica, perforazione e produzione dell’ AGIP. Seguì dal 1958 l’assunzione da parte della LARDERELLO dei primi geologi, R. Cataldi e A. Stefani, in aggiunta ai precedenti validi periti minerari dell’ Uff. Geologico di Larderello: R. Burgassi, Battini e Dondi.

Successivamente, da segnalare le teorizzazioni di G. Facca e F. Tonani dagli anni '60 e l' importante rapporto di G. Sestini (ENEL) "Siuperheating of Geothermal Steam" (Geothermics, 1970) frutto delle ricerche della LARDERELLO e della missione AGIP degli anni '50/'60.

ISCHIA: LE PRIME CENTRALI A "CICLO BINARIO" (1942 / 43) E A VAPORE DI FLASH (1952 / 54)

La dimostrazione rivoluzionaria del possibile sfruttamento anche dei campi a vapore umido, dieci volte più numerosi di quelli in tutto o parte a vapore secco, vanta due primati italiani, nel 1942 e nel 1952 a **Ischia**, quasi ignorati ma fondamentali. Merito della menzionata SAFEN (*Soc. An. Forze Endogene Napoletane*) attiva nei Campi Flegrei e ad Ischia fino al 1955 (poi assorbita nel 1963 dall' ENEL) succeduta dal 1936 al '39 dalla SARUFEN (*Soc. An. Ricerca e Utilizzazione Forze Endogene Napoletane*). Lo staff scientifico era diretto da F. Penta, docente di geologia applicata alla facoltà di Ingegneria di Roma, con la supervisione scientifica del grande vulcanologo A. Rittmann (con precedenti geotermici a Kawa Mamodjang (Giava) nel 1926) e la collaborazione di F. Ippolito (futuro presidente del CNEN) e degli ingegneri quasi geologi loro allievi romani e napoletani G. Bartolucci, B. Conforto, A. Di Noi, F. Falini, P. Nicotera,, B. Santi,, M. Sappa, L. Vighi, operatori a Ischia e nei Campi Flegrei.



1979 Pozzo Mofete1 Campi Flegrei JV Agip (operatore) – ENEL



1979 Pozzo Mofete1 Campi flegrei Test di produzione del vapore

A Ischia si perforarono 90 pozzi, dei quali 25, a meno di 100m, per terme, alberghi e acque sanitarie e di servizi, e 11 fino a 1156m (con 232°C a 1135m) per “*forze endogene*”, nelle località di Fumarole, Maronti, Cetara e Monte Tabor. Le temperature dei fluidi utilizzati non superarono i 176°C in pozzo e i 130°C a bocca pozzo. con erogazioni, modeste: quelli ad acqua fino a 70 mc/ora e quelli a vapore umido fino a 80 - 100 t/h.

I pozzi In riva al mare, non tubati, presentavano spesso, per infiltrazioni fredde marine, delle produzioni intermittenti a geyser, non utilizzabili. Ma sulla spiaggia di Cetara, un pozzo a erogazione continua, con temperature fino a 176°C in pozzo e 130°C alla testa, e una produzioni fino a 70 mc/h di acqua e 100 t/h di vapore, permise di sperimentare la prima centrale elettrica a “*ciclo binario*” (allora detta di *Rankine*), a cloruro di etile, da 500 kW installati ma 250 kW effettivi, progettata nel 1939 e operativa nel 1942 - 43, quando fu sospesa per gli eventi bellici.

Dopo la guerra, progettata nel '51 e operativa dal '52 al '54, un altro primato italiano: fu sperimentata la prima centralina a flash, sempre da 500 kW installati ma 275 kW effettivi, 100 t/h di vapore e acqua (titolo 14,4 %) con flash a contropressione e separatore e 50 t/h di vapore saturo a 138°C (titolo 6,9%) al condensatore.

I test furono sospesi nel 1954 per la scarsa potenza e temperatura e in vista della nazionalizzazione delle industrie elettriche private. L'edificio della centrale ospita ora un bar ristorante di spiaggia.

Queste centraline seguono alcuni minitentativi a **Beppu** (Giappone) di generazione elettrica con vapore di flash da 1,1 kW nel 1924, 3 e 8 kW nel 1946 e da 30 kW a Onuma (Giappone) nel 1951. Le centraline di Ischia precedono le grandi cen-

trali neo zelandesi a vapore di flash di **Kawerau**, da 10 MW (1954) e da 69 MW di **Wairakei**, con 13 pozzi profondi fino a 400m, con 232 °C al fondo.

UTILIZZAZIONE TERMICA CON POMPE DI CALORE DI ACQUE A BASSISSIMA TEMPERATURA (> 12°C)

In parallelo con la geotermia dei fluidi ad alta e media temperatura, in sviluppo (>120°C) per usi elettrici, si andava sviluppando una geotermia per usi termici diretti, considerata minore, ma con larghe prospettive di sviluppo, da cascami di vapore o da acquiferi profondi fino all' utilizzo delle falde superficiali anche a bassissima temperatura (12 – 20°C) mediante pompe di calore.

L'Italia e il Giappone (a **Beppu**) vantano primati nel riscaldamento diretto da fonti termali nelle terme, sudatori ed edifici adiacenti, come pure ad **Acqui** (dalla fonte La Bollente di ca 80°C) pare ancor prima della conquista romana e poi all' inizio del primo '900 e negli anni '80.

Dagli anni '30 l'Italia vanta il primato dell' uso integrato termale - alberghiero di **Abano** e comuni adiacenti, con ca 120 pozzi individuali con acque a più di 70°C, e dagli anni '80 ha anche il primato, del maggiore teleriscaldamento geotermico urbano, della città di **Ferrara**, con pozzi profondi di produzione-reiniezione e acque sui 100°C. A **Parigi** spetta il primato, dal 1960, del riscaldamento di quartiere con coppie di pozzi ("doublet") di produzione-reiniezione.

Dal 1928 in Islanda a **ReykjaviK** e dal 1935 in Italia a **Larderello** si attuano i le prime reti di teleriscaldamento urbano con vapore geotermico,

A **Milano** è in corso di sviluppo e già in esercizio il maggiore progetto mondiale di teleriscaldamento urbano con acqua di falda e pompe di calore ma, "*nemo propheta in patria*", ha le sue dimenticate radici proprio nel prototipo mondiale progettato a Milano nel 1935 e operativo dal 1938 al 1971, che verrà illustrato più avanti. Il progetto in corso utilizza acque di falda a poche decine di metri di profondità, 14°C, raffreddate con pompe di calore a 7°C, collaudato da vari anni con gli impianti pilota dell' Università Bocconi e del Museo Civico di Scienze Naturali. Il progetto prevede inizialmente 6 centrali di quartiere complessivamente per oltre 250.000 abitanti, con pozzi e reiniezioni che permetteranno anche di stabilizzare la preoccupante risalita di una falda non più sfruttata dall'industria. E' una geotermia del futuro, con ampie prospettive di repliche e con un progetto allo studio a Roma con acque subalvee laterali del Tevere a 19°C.

Ma veniamo all'ignoto prototipo milanese: è il 1935: guerra di Etiopia, sanzioni, autarchia, auto a gassogeno...: necessità aguzza l' ingegno e al Politecnico di Milano si sviluppa l' idea geniale e apparentemente paradossale di risparmiare carbone per scaldarsi con l' acqua fredda di falda mediante una pompa di calore. Il primo impianto, progettato nel 1935, entrerà in funzione a Milano nel 1938 e funzionerà per 33 anni, con ammodernamenti fino al 1971, quando, obsoleto, verrà soppiantato dal gasolio e poi dalla metanizzazione.

L'idea è geniale e verrà seguita nel 1938 dalla Brown Boveri a **Zurigo**, con le acque del lago e all' hotel Manin di **Venezia**, fino agli anni '60, con le acque della laguna.

La fonte energetica delle acque di falda freatica presentava il vantaggio sulle acque correnti di una temperatura costante, ma richiedeva la presenza di una falda

abbondante, come quella di Milano, e magari reiniettando i reflui per non creare abbassamenti freatici, declini di produzione ed eventuali subsidenze del soprastante suolo edilizio.

L'impianto prototipo milanese fu inaugurato nel 1938 nella sede della Cassa di Risparmio delle Province Lombarde, tra le vie Monte di Pietà e Giuseppe Verdi. Per propaganda fascista, un identico impianto di riscaldamento sarebbe stato contemporaneamente progettato, sempre a Milano, in piazza Cavour, per la sede del quotidiano fascista "Il Popolo d'Italia", ma di questo progetto si hanno solo vaghe notizie.

L'impianto della Cassa di Risparmio fu progettato dal prof. Francesco Mariani e dall'ing. Aldo Gini, del Politecnico di Milano, con la "S.A. Leonardo da Vinci" (di Milano) che realizzò la pompa di calore allora battezzata "centrale termodinamica".

**Teleriscaldamento geotermico di Milano:
Avanzamento al Dicembre 2006**

Nel Notiziario n.14 abbiamo già dato notizia dell'importante progetto avviato dalla AEM / Azienda Elettrica Milanese, per il riscaldamento di buona parte della città di Milano sfruttando, mediante pompe di calore geotermiche, l'acqua della falda freatica alloggiata a poche decine di metri di profondità nei terreni clastici del sottosuolo milanese, ad una temperatura di 14 °C. Ecco ora alcuni dettagli sull'avanzamento e le caratteristiche tecniche del progetto, il cui primo modulo (su un totale di 5), denominato Caravese (un quartiere ad Est del centro di città, in direzione dell'aeroporto Forlani), sarà completato nel 2007. La centrale termica di alimentazione del modulo, ubicata nell'edificio di un gasometro dismesso della zona, è in via di ultimazione, e sono stati pure aperti i cantieri di posa delle condotte di distribuzione dell'acqua calda (Fig. 1/a-1/b).



Fig. 1/a: Trincea di alloggiamento delle tubazioni di distribuzione dell'acqua calda

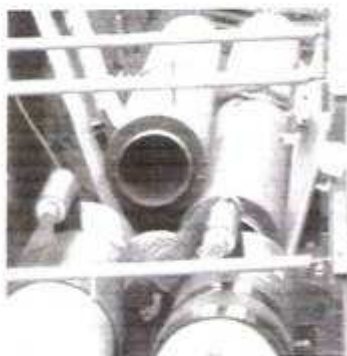


Fig. 1/b: Primo piano della coibentazione delle tubazioni di distribuzione dell'acqua

Il modulo in esame servirà circa 50.000 abitanti, corrispondenti a 4 milioni di metri cubi edificati, con un risparmio di circa 8200 TEP/anno di combustibile ed un abbattimento delle emissioni del 45% per la CO₂, del 67% per gli NO_x, e del 100% per le polveri fini e l'SO₂. L'acqua della falda freatica, che funge da sorgente calda (circa 14 °C, come già detto), viene emunta da 10-15 pozzi e raffreddata di 7 °C per mezzo di due pompe di calore da 15 MWt ciascuna, azionate da energia elettrica prodotta da tre motori cogeneratori, per un totale di 15 MWe, che forniscono al sistema di teleriscaldamento altri 13 MWt. Inoltre, per ottimizzare il consumo ed il costo dell'energia elettrica saranno installati tre serbatoi di accumulo termico attraverso i quali si renderà disponibile una potenza aggiuntiva di 20 MWt. Infine, sono previste caldaie integrative a metano per ulteriori 30 MWt.

Dicembre 2006 Articolo sul progetto di teleriscaldamento geotermico a Milano.

La fonte termica era fornita dall'acqua di falda, allora profonda pochi metri, con temperatura di 13°C al livello e 15°C al fondo, raffreddata a 5-6°C. La produttività del sistema era di 1.300.000 kcal/h. I locali erano riscaldati, con soluzioni sofisticate, con pannelli radianti a 35-40°C e con aerazione controllata dei locali, per mantenerli d'inverno a 19°C, e d'estate a 18°C, con umidità dell'aria costante al 65% (con -6°C all'esterno) e d'estate a temperatura inferiore a quella esterna. D'inverno le bocche esterne di aerazione erano preriscaldate a 8°C. Le bocche interne avevano un flusso di aerazione di 2-3 m/s (max 4,8)

La pompa di calore fu progettata con un cop teorico di 7,6 e reale di 5,2; inizialmente utilizzava come fluido di calore l' ammoniacca (il cui ciclo si evolveva in 4 compressori a tre cilindri ciascuno) poi sostituita dopo la guerra dal freon fino al 1971, quando l' impianto geotermico, obsoleto dopo 33 anni di onorato servizio, venne sostituito da moderne caldaie a gasolio.

Questo primato italiano passò inosservato, ibernato negli archivi della banca (che ha mutato nome e soci) e citato o descritto in qualche testo di Fisica Tecnica degli anni '70. Ma è il capostipite del più grande progetto del mondo di teleriscaldamento urbano con acqua di falda già in corso d'opera a Milano e già in esercizio preliminare.

TEMPERATURE MINIME CONVENZIONALI DELLA "GEOTERMIA" E USI INTEGRATI DELL' ACQUA.

Tutte le acque sotterranee non correnti e al di sotto di 1,5m dal suolo, sono scientificamente "geotermiche": hanno temperatura costante, crescente in profondità col gradiente geotermico e non risentono delle variazioni termiche esterne.

A seconda della loro utilizzazione, in particolare se integrate e se considerate "fredde" (< 20°C) nel linguaggio corrente, sono oggetto di conflitti normativi e di competenze burocratiche, incentivazioni e valutazioni statistiche. Da qui la loro scarsa promozione come fonti geotermiche rispetto alle fonti rinnovabili concorrenti! Eppure l'"*ipogeotermia*" dell' acqua di falda offre ampie prospettive di diffusione, specie nelle pianure !

L' acqua, come si sa, è una risorsa dalle molte possibili utilizzazioni anche integrate ma burocraticamente concorrenti: acque dolci potabili e di servizio, acque termali e minerali, acque correnti o di falda con energia idraulica o geotermica. Spesso per distinguerle, anche nelle tabelle statistiche, si fa riferimento a temperature limiti convenzionali. Magari si classificano come geotermiche solo le acque sopra 25/30°C o sopra i 15°C, temperatura media atmosferica terrestre, anziché quella locale più appropriata: p. es, 8°C in Islanda, 12/13 a Parigi e Milano, 16 a Roma e 30 a Gibuti.

Con scambiatori e pompe di calore si profila anche la possibilità di utilizzo termico delle acque di acquedotto da falde dolci non superficiali e meno fredde della prima falda (p.es. 17/19°C a Milano con prima falda a 14°C): in parole povere, con uno slogan, "*con l'acqua dolce prima mi scaldo... e poi la bevo!*"). Un uso integrato economico, già sperimentato in Francia e per pochi anni anche in Italia, negli anni '80, per l' ospedale di **Reggio Emilia** e per il comune di **Guastalla** (15.000 abitanti), sospesi per conflitto tra usi energetici e potabili e per la metanizzazione in corso! Anche questa, al limite si può considerare "geotermia" e per giunta senza costi di pozzi propri!

CONCLUSIONE

Concludo, con un conforto e un rammarico. Questa carrellata e testimonianza di una storia dimenticata, ma tessuta in primo piano dai geotermici italiani: la constatazione oggi che le nostre speranze giovanili degli anni '50 non erano utopie e il rammarico che non siamo stati abbastanza convincenti nella promozione del ruolo che le fonti geotermiche meriterebbero tra le energie rinnovabili.

E' paradossale che oggi si parli con enfasi di solare, eolico, idraulico e si sorvoli, cenerentola, sulla geotermia! E assurdo, per esempio, che il massimo progetto mondiale di teleriscaldamento urbano, quello in corso a Milano, venga presentato marginalmente come geotermico ai politici, all' opinione pubblica e ai potenziali utenti, ma banalmente e in sordina, da "acqua di falda", il che dice poco all'uomo della strada e non lo convince a mollare il metano e il timore di sorprese da una energia "fredda" e sconosciuta!

Addendum

Aprile 2010 – Manifestazione UGI a Pisa in onore di Claudio Sommaruga, decano della geotermia nel mondo, in occasione del suo 60°anno di attività geotermica

In questa occasione Claudio Sommaruga ha presentato una relazione simile alla precedente, che non viene qui riprodotta, a parte il titolo.. Vengono presentate invece alcune interessanti foto che ritraggono personaggi storici per la geotermia italiana e la pergamena ricevuta in ricordo della cerimonia.

Primati italiani nello sfruttamento di risorse geotermiche di media e bassa temperatura In particolare: pompe di calore, cicli binari, impianti a vapore di flash – (1930-1960)





Claudio Sommaruga 1952 Lodi



Ghelardoni, Cassano, Resp. Relazioni Est. Eni, Sommaruga, Facca, Egidi, Pieri, Martinis, Fois, al Congresso di Geotermia a Chianciano nel 1977



Gianfranco Facca e Claudio Sommaruga 1994 Isola di Vulcano

BIBLIOGRAFIA essenziale

- AA. VV.** (1925) – *Geothermal Exploration*, Geothermal Resources Council, special report no 5 (scritti su Larderello di **W. Bishop**, **P. Ginori Conti**, **L. P. Brechenridge**).
- AA. VV.** (1961) – *UN Conf. of New Sources of Energy*, (Roma, 16-18 maggio 1961 (con interventi di **R. Burgassi**, **G. Facca**, **G. Minucci**, **F. Penta**, **F. Tonani** e altri).
- ALLEN E.T., DAY A.L.** (1927) – *Steams and others thermal activity at "The Geysers California"*, Carnegie Institution of Washington, n.378
- AURELI A.** (1996) – *Bacino termale di Sciacca (Sicilia S.O.)*, Pitagora Editrice, Bologna.
- BRUNELLI P., CODEGONE C.** (1967), *Corso di fisica tecnica*, v. II, "Termocinetica". Dott. In. V. Giorgio, Torino,
- BURGASSI R.** (1953) – *Alcune parole sulle ricerche delle Forze Endogene in Italia e nel Mondo* – Convegno di Massa Marittima.
- CONTINI R.** (1952) – *Problemi della perforazione in presenza di elevate temperature* – Atti Conv. Naz. Del Metano e del Petrolio.
- FACCA G..** (1952) – *Principes généraux pour la recherche de la vapeur naturelle* – C.R. du "Congrès de Saint-Gaudens" e "*Principi per la ricerca del vsapore naturale*", Notiziario Tecnico AGIP, 1952
- FACCA G.** (1961) – *L' energia geotermica alla Conferenza delle Nazioni Unite.*, "Rivoluzione industriale", n- 106.
- FACCA G.. , Tonani F.** (1961) – *Natural steam geology and geochemistry*, UN Conf. of New Sources of Energy, 18 May 1961
- FACCA G., TONANI F.** (1964) – *Theory and Technology of a Geothermal field*-Bull. Volc.
- GINORI CONTI P.** (1928) – *I fenomeni vulcanici considerati come fonti di energia termica*. Congresso "Campi Flegrei".87
- GINORI CONTI G.** (19Ischia,38) - *Utilizzazione dei soffioni boraciferi. Storia, sviluppo, possibilità future.* – Tip. Concetti, Firenze.
- GOGUEL J.** (1953) – *Le régime thermique de l'eau souterraine* – Annales. des Mines,
- GOGUEL J** (1975) – *Problemi relativi alla ricerca tecnica per la utilizzazione della energia geotermica*. L' Industria Mineraria, .
- IPPOLITO F.** (1939) – *Un geyser in minisatura nell' isola di Ischia*, Il Mattino. Napoli, 8 ago.1939
- IPPOLITO F.** (1947) – *Energia geotermica per usi industriali: criteri di ricerca e orientamento in Italia* – Riv. Geomineraria,
- LUONGO G.** – *Storia di un isola vulcanica*, 1987.
- MARINELLI G.** (1971) – *L'Energia Geotermica*, in Rendiconti Soc. It. Mineralogia e Petrologia, Pavia,
- MINUCCI G.** (1961) – *La perforation "rotary" pour recherches d' énergie endogene*, Conf. N.U. sur les sources nouvelles d' energie, Roma, 16.05.1961.
- PENTA F.** (1954) – *Ricerche e studi sui fenomeni esalativo - idrotermali ed il problema delle "forze endogene"*, Annali di Geofisica, v. VIII, Roma,

- PENTA F.** (1954) – *Sulle ricerche per forze endogene in Italia* – L' Industria Mineraria.
- POZZI D.** (2009) – *A qualcuno piace caldo. Le origini della geotermia in Italia: un colloquio con Claudio Sommaruga* – “Energia”, 2 / 2009
- RITTMANN A.** (1928) – *Die Natzbarmachung Vulkanischer Krafte*, Die Naturwissenschaften, 16
- RITTMANN A.** (1937) – *Die Dienstbarmachung Vulkanische Krafte*, Natur and Volk, 67
- SACCHI E.** (1978), , *La centrale termodinamica di 1.300.000 kcal/h Della sede centrale della Cassa di Risparmio delle provincie lombarde di Milano (prima parte: Francesco Mariani)*,
- SACCO F.** (1912) – *L' avvenire della geotermica applicata*, “Natura” (Soc. It. Sc. Nat.), Milano,
- SAPPA M.** (1954) – *Prospetto delle ricerche per “forze endogene” In varie regioni del mondo durante l'ultimo trentennio*, Annali di Geofisica, v. VIII, n.3
- SESTINI G.** (1970) – *Superheating of Geothermal Steam* – Geothermics, s.i.
- SOMMARUGA C.** (1983) e “Comitato per il terremoto di Casamicciola”, Casamicciola Terme, 1983
- SOMMARUGA C.** (1984) – *Le ricerche geotermiche svolte a Vulcano negli anni '50- Rendiconti.. “Soc. It. Mineralogia e Petrografia”*, vol.39,
- SOMMARUGA C.** (1985) – *Ricerche geotermiche a nell' isola di Ischia*, Energia e Materie Prime, 1985)
- SOMMARUGA C.** (1984-88) – *La Chronique historique – “Géothermie Actualités”*, Orleans. (con articoli periodici sulla evoluzione storica di settori e campi geotermici)
- SOMMARUGA C.** (1984) – *Geotermia a bassissima temperatura* - Le Scienze,
- SOMMARUGA C.** (1987) – *Les mini-centrales”*, Géothermie Actualités”, 1987
- SOMMARUGA C., LESMO R.** (1998) – *Le “Forze Endogene” nell'Italia degli anni '50 e la geotermia del 2000*, IX Congresso del Consiglio Nazionale dei Geologi, 17-20 apr.1997
- SOMMARUGA C., VERDIANI G.** (1995), *Geotermia*, Nuova Italia Scientifica, (NIS), Roma.
- VOCCA O.** (1951) – *Sulle possibili fonti di energia nei prossimi decenni*, La Ricerca Scientifica, 21.
- WHITE D.E., SANDBERG C., BRANNOK W. W.** (1949) – *Geochemical sand Geophysical approaches to the problem of Utilization of hot springs water and heat*, Proceedings of third Nevada Water Conference, Carson City, 1948.