



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	102007901519922
Data Deposito	07/05/2007
Data Pubblicazione	07/11/2008

Titolo

IMPIANTO NUCLEARE SUPERSICURO E A DECOMMISSIONING SEMPLIFICATO/FACILITATO.

DESCRIZIONE

a corredo di una domanda di brevetto per invenzione industriale avente per titolo:

"Impianto nucleare supersicuro e a decommissioning semplificato/facilitato"

Titolari: Susanna Antignano, Sergio D'Offizi

Inventori: Susanna Antignano, Sergio D'Offizi

* * *

La presente invenzione riguarda un impianto nucleare con caratteristiche di sicurezza di elevatissimo grado che a fine operativa può essere decommissionato con certezza, facilmente ed a costi bassissimi.

Più dettagliatamente, l'invenzione riguarda un progetto di centrale nucleare con le componenti radioattive ed i relativi impianti di trattamento e smaltimento dei rifiuti radioattivi posti al di sotto di adeguati spessori di roccia. Schema che consente la protezione assoluta dell'ambiente e della popolazione unitamente ad un sicuro e facile decommissioning.

Le centrali convenzionali per la produzione di energia elettrica da reazioni nucleari a fissione controllata sono ad oggi progettate e realizzate in modo che tutte le opere principali che le compongono,

con particolare riguardo per l'isola nucleare, il generatore di vapore, l'isola turbine/generatori elettrici e gli edifici di sicurezza, siano dislocate in superficie.

La sicurezza di tali centrali, considerate, specialmente dopo l'incidente alla centrale nucleare di Chernobyl e gli attacchi terroristici alle Torri Gemelle di New York, come bersagli estremamente pericolosi, è affidata a vari sistemi. In particolare, la loro sicurezza è basata sull'adozione di soluzioni costruttive ridondanti (sia per la parte impiantistica che per le opere civili), sulla separazione dei circuiti di scambio del calore/raffreddamento, su scelte costruttive con piping pre-assemblato, su elevati standard realizzativi, sulla protezione e moltiplicazione degli edifici di sicurezza e su procedure di esercizio degli impianti e del personale estremamente rigorose. Tuttavia, appare evidente come tali soluzioni siano assolutamente inefficaci in quanto non possono in alcun modo consentire alcuna protezione contro quelli che sono gli attacchi più probabili: il lancio contro l'isola nucleare o le piscine con il combustibile esaurito di aerei di grosse dimensioni riempiti di esplosivo o addirittura di missili; scenari questi

che negli ultimi anni sono diventati tutt'altro che remoti.

E' evidente come eventi di questo tipo creerebbero l'esplosione di quelle che negli ambienti militari sono definite con il nome di "bombe sporche", i cui effetti, anche se non devastanti come quelli di un ordigno nucleare, sarebbero comunque tali da contaminare con il *fall out* che ne deriverebbe, aree vaste anche centinaia di migliaia di km², rendendole inabitabili per secoli.

Varie sono le soluzioni proposte da esperti del settore già a partire dagli anni sessanta che, sia pure non specificamente ideate per evitare attacchi terroristici estremi, allora non prevedibili, tendevano a raggiungere elevati livelli di sicurezza nei riguardi di rilasci accidentali di materiale radioattivo, ponendo il reattore nucleare in apposite cavità del sottosuolo.

Tuttavia, le soluzioni proposte non consentono di raggiungere risultati sufficientemente vantaggiosi, e quindi tali da suggerirne l'adozione, sia per quanto riguarda la sicurezza che, in particolare per il costo economico complessivo. Una soluzione per un impianto nucleare sotterraneo è ad esempio descritta nel brevetto RU n° 2.273.901.

In questo contesto viene ad inserirsi la soluzione proposta secondo la presente invenzione, che propone la realizzazione di un impianto nucleare in grado di garantire:

- la drastica riduzione del costo del decommissioning dell'impianto mediante l'adozione di procedure innovative e la sua certezza al termine della vita operativa,
- la protezione assoluta della popolazione e dell'ambiente esterni da rilasci radioattivi accidentali o provocati da eventuali atti terroristici o da eventi catastrofici naturali;
- lo stoccaggio definitivo in assoluta sicurezza dei rifiuti radioattivi di medio-bassa attività prodotti durante l'esercizio della centrale, evitando/limitandone la movimentazione in superficie verso i centri di trattamento/condizionamento/smaltimento;
- lo stoccaggio temporaneo in assoluta sicurezza del combustibile irraggiato, del materiale radioattivo di alta attività e lunga vita e, se necessario, del combustibile nucleare di scorta per successive ricariche del reattore;
- un conseguente miglior rapporto con la popolazione, e quindi una maggior sicurezza agli investimenti iniziali.

Questi ed altri risultati sono ottenuti secondo la presente invenzione mediante:

- a) l'utilizzo di tecniche note in campo minerario, che consentono di realizzare caverne sotterranee di dimensioni ragguardevoli, e il trasferimento in tali cavità dell'isola radioattiva e degli edifici di sicurezza/controllo dell'impianto nucleare, sfruttando così l'assoluta capacità di impedire la fuoriuscita verso l'ambiente esterno di radiazioni o di rilasci radioattivi di qualunque tipo, dovuti a malfunzionamenti o danni provocati da attacchi terroristici, data da spessori adeguati (delle centinaia di metri) di rocce nel sottosuolo;
- b) la realizzazione, sempre in sotterraneo, di appositi impianti di caratterizzazione/trattamento/smaltimento dei rifiuti radioattivi;
- c) l'attuazione di idonei procedimenti per eseguire il decommissioning semplificato dell'isola radioattiva a fine vita della centrale nucleare.

Forma pertanto oggetto specifico della presente invenzione un impianto nucleare sotterraneo che prevede l'installazione dell'isola radioattiva di una o più centrali termonucleari in caverne, con affiancati ad esse, sempre in apposite caverne, un centro di caratterizzazione -trattamento - condizionamento di ri-

fiuti radioattivi e due depositi, di cui uno definitivo per rifiuti di medio-bassa attività, ed uno temporaneo per il combustibile esaurito, per materiali radioattivi di alta attività e lunga vita, ed eventualmente per combustibile nucleare di scorta.

Preferibilmente, secondo l'invenzione, il *de-commissioning* semplificato avviene al termine della vita produttiva sigillando (dopo aver chiuso le aperture meccaniche, disconnessi i comandi/sistemi di controllo e dopo aver rimosso il combustibile nucleare, il liquido del circuito primario, e, se necessario, le parti di impianto decontaminate con radionuclidi ad alta attività) i componenti radioattivi dell'isola nucleare, riempiendo di materiale cementizio, eventualmente alleggerito, i vuoti della caverna ospitante il reattore/generatori di vapore e segregandone l'ingresso con porte metalliche di adeguato spessore ed eventuale interposizione di setti realizzati con cemento iniettato tra esse.

Ancora secondo l'invenzione, l'ingresso alle opere sotterranee è realizzato con caratteristiche di inviolabilità sia per quanto riguarda attacchi terroristici terrestri che per quanto riguarda attacchi con missili, aerei e altre armi.

Inoltre, secondo l'invenzione, l'ingresso è realizzato così da essere non alluvionabile da eventi naturali estremi.

Sempre secondo l'invenzione, i sistemi di contenimento delle radiazioni e di protezione degli edifici di sicurezza (safeguard buildings) sono realizzati con le rocce delle caverne appositamente sagomate durante gli scavi per ospitare tali componenti.

Ulteriormente, secondo l'invenzione, qualunque tipo di rifiuti radioattivi di medio - bassa attività prodotti durante la vita dell'impianto è stoccato definitivamente all'interno dell'impianto sotterraneo in condizioni di sicurezza, limitando/eliminando il trasporto di tali materiali all'esterno.

Inoltre, nel sito è stoccato temporaneamente anche tutto il materiale di alta attività che, se il sito viene dimostrato idoneo, potrà esserlo anche in maniera definitiva.

Sempre secondo l'invenzione, è possibile costituire scorte di combustibile, riducendo in questo modo il numero complessivo di trasporti per il rifornimento della centrale.

Ulteriormente, secondo l'invenzione, l'occupazione dell'area esterna è estremamente limitata.

Ancora secondo l'invenzione, per il raffreddamento sono utilizzate masse d'acqua naturali.

Inoltre, secondo l'invenzione, l'accesso all'impianto è preferibilmente di tipo sub-orizzontale.

Ulteriormente, secondo l'invenzione, è previsto un sistema di caratterizzazione, condizionamento e smaltimento dei rifiuti.

Sempre secondo l'invenzione, detto impianto può ospitare reattori PWR di tipo commerciale ad elevata potenza.

Ancora, secondo l'invenzione, le caverne sotterranee ospitanti l'isola nucleare, e quelle per il deposito dei rifiuti/materiali radioattivi, avranno la volta, l'arco rovescio di base e le pareti rese impermeabili e saranno dotate di sistemi di raccolta dei fluidi naturali o rilasciati accidentalmente.

Infine, secondo l'invenzione, detto impianto se realizzato al di sotto di una pre-esistente centrale nucleare convenzionale (di superficie) da smantellare, questa può essere decommissionata trasferendo nei depositi sotterranei del nuovo impianto i rifiuti radioattivi così prodotti, liberando l'ambiente esterno da ogni pericolo di contaminazione nucleare.

La presente invenzione verrà ora descritta a titolo illustrativo ma non limitativo con particolare riferimento a forme di realizzazione preferite illustrate nelle figure dei disegni allegati, in cui:

la figura 1 mostra uno schema di un moderno impianto nucleare EPR tradizionale; e

la figura 2 mostra schematicamente una forma di realizzazione di un impianto nucleare secondo l'invenzione.

Nella figura 1 dei disegni allegati, è mostrato il layout di un impianto nucleare EPR moderno secondo la tecnica nota, che prevede un edificio del reattore 1, un edificio del combustibile 2, edifici di protezione 3, edifici per i generatori di emergenza diesel 4, un edificio ausiliario nucleare 5, un edificio 6 per le scorie e un edificio 7 per le turbine.

Osservando ora la figura 2, nell'impianto secondo l'invenzione è prevista l'installazione di tutte le componenti radioattive, dei relativi edifici di sicurezza e dei generatori di emergenza all'interno di caverne sotterranee appositamente realizzate, aventi dimensioni e profondità adeguate, e collegate alla superficie da discenderie attrezzate e pozzi, ben isolabili rispetto al mondo esterno.

In tal modo, si spostano all'interno degli scavi in sotterraneo le seguenti componenti di una centrale nucleare PWR:

- reattore/generatore di vapore/pressurizzatore;
- edifici di sicurezza (safeguard buildings);
- sala controllo;
- generatori d'emergenza.

Praticamente, all'esterno rimane un ingombro veramente ridotto.

Sempre con lo stesso criterio, con costi marginali, è possibile realizzare caverne sotterranee utilizzabili, a seconda delle necessità e della situazione del paese, come:

- deposito definitivo di rifiuti radioattivi di medio-bassa intensità;
- deposito temporaneo di combustibile irraggiato e per l'eventuale stoccaggio di combustibile nucleare di scorta;
- deposito definitivo di rifiuti radioattivi ad alta attività (e/o lunga vita).

Ciascuno dei locali sarà isolato e dotato di idonei sistemi per il mantenimento delle differenze di pressione necessarie all'esercizio delle attività ivi previste; l'aria estratta per il mantenimento

delle depressioni suddette sarà trattata mediante appositi sistemi di filtraggio.

Lo schema ottimale è quello mostrato sulla parte di sinistra della figura 2, con l'ingresso realizzato in un versante collinare così da avere la possibilità di porre il generatore di vapore e le turbine circa alla stessa quota.

Ad ogni modo, risultati simili possono essere ottenuti (parte di destra della figura 2), con il reattore posto a quota inferiore rispetto all'ingresso; in questo caso si dovranno apportare aggiustamenti di maggior rilievo al circuito secondario, specie se le turbine dovessero essere poste a quote superiori a quelle del generatore di vapore.

Questa soluzione potrebbe essere adatta per tutti quei casi in cui si voglia riutilizzare un sito nel quale esiste già in superficie un vecchio impianto nucleare da dismettere. In questo caso la soluzione proposta consentirebbe di "ripulire" l'area esterna dai materiali radioattivi semplicemente spostando verso il sotterraneo, nelle caverne deposito, i rifiuti radioattivi prodotti dal relativo *decommissioning*.

Un'analisi comparativa, fatta partendo dal nuovo impianto nucleare franco-tedesco (EPR da 1.600

MWe) consente di affermare che per trasferire lin sotterraneo l'isola radioattiva di un impianto nucleare con la soluzione proposta secondo l'invenzione, non si hanno costi aggiuntivi rispetto ad un impianto convenzionale interamente realizzato in superficie: infatti, il costo degli scavi (caverna e discenderia), compresi i sistemi di movimentazione materiali e maestranze, si aggira intorno ai 150 milioni di euro ed è del tutto analogo, se non addirittura inferiore, a quello complessivamente richiesto, nel caso del nuovo EPR, per:

- la base del reattore, necessaria per contenere i materiali fusi da un'ipotetica fusione del nocciolo;
- i due shelter di contenimento delle radiazioni (interno ed esterno), entrambi di 1,3 m di spessore;
- parte degli edifici di sicurezza (safeguard buildings) esterni, ed in particolare delle opere civili necessarie, in quanto nella configurazione dell'EPR ne sono posti quattro a stella così da ridurre il rischio di essere messi contemporaneamente fuori servizio da un'incursione aerea monodirezionale.

I compiti oggi affidati a questi componenti in un EPR classico, verrebbero egregiamente, e con sicurezza peraltro enormemente superiore, affidati all'ammasso roccioso nel quale dovrebbero essere rea-

lizzati gli scavi destinati ad ospitare le parti radioattive dell'impianto e gli edifici di sicurezza secondo la presente innovazione.

Per quanto riguarda il *decommissioning semplificato dell'isola radioattiva*, esso sarà ottenuto:

i.1) realizzando la volta, l'arco rovescio di base e le pareti della caverna reattore/generatore di vapore in maniera da renderli impermeabili e mettendo in opera un apposito sistema di raccolta fluidi (naturali o derivanti da eventuali rilasci accidentali);

i.2) mediante l'eventuale applicazione (dopo aver rimosso, al termine della vita operativa dell'impianto nucleare, il combustibile esaurito, il liquido di circolazione del circuito primario e, se necessario, le parti contaminate con radionuclidi ad alta attività e lunga vita, e dopo aver sigillato le aperture meccaniche e disconnessi i comandi e sistemi di controllo operativi) di un rivestimento tipo spritz beton (o aggrappante universale metallo/malte cementizie) sui componenti da sigillare;

i.3) installando, nei punti significativi della caverna e delle componenti del reattore e del generatore di vapore, sensori per il monitoraggio nel tempo della temperatura, dell'umidità, della radioattività;

- i.4) riempiendo i vuoti della caverna reattore/generatore di vapore con iniezione di cemento (possibilmente di tipo espanso/alleggerito);
- i.5) chiudendo in modo stagno l'accesso alla caverna reattore/generatore di vapore;
- i.6) monitorando nel tempo in continua il sistema attraverso i sensori di cui al punto i.4).

Invece, la sicurezza contro attacchi esterni ed eventi naturali catastrofici sarà ottenuta, come già detto, trasferendo in sotterraneo, l'isola nucleare, i sistemi di sicurezza e i generatori di emergenza e, inoltre, mediante:

- ii.1) dispositivi antiintrusione all'ingresso dell'impianto sotterraneo;
- ii.2) dispositivi anti alluvionamento;
- ii.3) sotterramento, dove possibile, anche parziale dell'edificio turbine/generatori elettrici;
- ii.4) utilizzo dove possibile di masse d'acqua naturali (mare, fiume...) per il raffreddamento invece di torri ad aria;
- ii.5) dispositivi per il mantenimento in depressione dei locali/caverne e per il trattamento/filtraggio dell'aria così estratta.

Gli studi di caratterizzazione - localizzazione - licensing saranno realizzati con la seguente progressione:

iii.1) localizzazione iniziale, secondo le normative vigenti, del sito per ospitare un impianto nucleare, un deposito definitivo di rifiuti radioattivi di medio-bassa attività (300 anni) ed un deposito temporaneo (50 anni) del combustibile spento dei rifiuti di alta attività ed eventualmente di combustibile destinato alla ricarica dei reattori;

iii.2) studi e prove nel tempo durante parte dei 50-60 anni di vita operativa della centrale nucleare, per verificare l'idoneità del sito ad ospitare un deposito definitivo anche per rifiuti di alta attività e lunga vita (50.000 anni).

L'impianto così ideato potrà utilizzare con modifiche relativamente semplici e attuabili in tempi brevi i reattori già licenziati esistenti in commercio, sia di piccola che di grande taglia.

A differenza di altre proposte simili, le caverne avranno, per quanto possibile, accesso sub-orizzontale (in versanti rilevati) per evitare perdite di carico nei circuiti e, se realizzate al di sotto del piano campagna di zone pianeggianti, avranno

sistemi di collegamento tramite discenderia e shaft di servizio.

Per quanto riguarda il modello economico-finanziario relativo all'investimento necessario per un impianto del tipo qui proposto, la soluzione secondo l'invenzione offre l'opportunità di tenere fin da subito in debito conto i tempi ed i costi per il *decommissioning*, per cui possono essere assunti come sostanzialmente trascurabili i costi relativi (meno del 5-10% di quello di un *decommissioning* tradizionale, e certa la sua effettuazione.

Per un impianto di tipo convenzionale, infatti, il *decommissioning* dipende fortemente dalla disponibilità del deposito per rifiuti radioattivi, dalla necessità di smantellare completamente l'impianto e riportare a "prato verde" l'area, dalla distanza del deposito dall'impianto stesso e soprattutto dall'incertezza dei tempi richiesti dall'iter autorizzativo che impediscono una corretta valutazione a priori dei costi.

Ulteriori rilevanti risparmi vengono inoltre offerti dalla possibilità di utilizzare a costi marginali, nella realizzazione e gestione dei depositi di rifiuti e/o materiali radioattivi, i sistemi di

movimentazione con l'esterno già predisposti per l'isola nucleare.

Pertanto, la soluzione che viene proposta secondo l'invenzione consente di realizzare un impianto nucleare supersicuro e facilmente/certamente decommissionabile, rendendo nuovamente accettabile dalle popolazioni il ricorso all'energia nucleare, partendo dalla proposta, come detto già avanzata negli anni '60-'70, di installare i reattori nucleari sotto terra.

L'impianto secondo l'invenzione prevede l'installazione dell'isola radioattiva di una o più centrali termonucleari in caverne, con affiancati ad esse, sempre in apposite caverne, un centro di caratterizzazione-trattamento-condizionamento di rifiuti radioattivi e due depositi (uno definitivo per rifiuti di medio-bassa attività, ed uno temporaneo per il combustibile esaurito e per materiali radioattivi di alta attività e lunga vita).

In particolare, ciò consente di effettuare il *decommissioning* in maniera estremamente semplificata, immediatamente alla fine della vita produttiva degli impianti e la realizzazione di accessi inviolabili alle opere sotterranee.

In questa maniera:

- (i) si abbattano drasticamente i costi di *decommissioning* degli impianti nucleari (di norma compresi tra il 30 e il 60% di quelli di costruzione),
- (ii) si rendono certi sia il *decommissioning* a fine vita che lo smaltimento definitivo dei rifiuti di medio-bassa attività,
- (iii) si riduce il numero di trasporti di combustibili,
- (iv) si evita la movimentazione in superficie dei rifiuti radioattivi prodotti verso i centri di caratterizzazione - trattamento - condizionamento - smaltimento e, soprattutto, usufruendo della ineguagliabile capacità di protezione naturale offerta dalle rocce e dalla possibilità di realizzare accessi inviolabili alle opere in sotterraneo,
- (v) si garantisce l'assenza assoluta di rilasci radioattivi verso l'ambiente esterno a seguito di malfunzionamenti degli impianti o da falle provocate da attentati terroristici (sia aerei che terrestri) o da eventi naturali catastrofici,
- (vi) si evitino costi aggiuntivi, essendo quelli degli scavi e delle opere per il trasferimento in sotterraneo dell'isola nucleare ampiamente compensati dal risparmio ottenuto per non dover realizzare le opere di protezione esterne (shelter, solette sacri-

ficali, ridondanze per la protezione fisica e nella moltiplicazione di edifici di sicurezza, minor occupazione di suolo...),

(vii) si hanno ulteriori risparmi ottenibili per la possibilità di realizzare a costi marginali il centro di caratterizzazione-trattamento-condizionamento ed i due depositi per materiali radioattivi che potrebbero utilizzare i sistemi di movimentazione con l'esterno e quelli di protezione fisica già propri della centrale nucleare in caverna,

(viii) è possibile realizzare l'impianto con estrema semplicità in quanto, sfruttando le grandi capacità raggiunte dalla tecnica mineraria, i componenti delle principali centrali offerte sul mercato (dall'EPR franco-tedesco agli impianti Westinghouse, a VVER russi) possono trovare (con modifiche marginali) agevole sistemazione in caverne di dimensioni adatte; modifiche che, conseguentemente, possono essere attuate in tempi estremamente brevi, specie se raffrontati a quelli richiesti da altri progetti di reattori nucleari di nuova generazione attualmente in corso,

(ix) è possibile, durante la vita di un impianto realizzato secondo quanto suggerito nella presente domanda di brevetto (che per essere licenziato richiederebbe indagini non dissimili da quelle necessarie

per la localizzazione di un deposito definitivo di rifiuti radioattivi di medio-bassa attività), avere tutto il tempo per eseguire le procedure atte a verificare l'eventuale idoneità del sito ad ospitare definitivamente, e non solo, anche i rifiuti radioattivi di alta attività e lunga vita che, comunque, per 50-60 anni sarebbero custoditi nella migliore delle maniere possibili ed in condizioni di sicurezza evidentemente di gran lunga più elevate di quelle offerte da una centrale convenzionale costruita in superficie.

La presente invenzione è stata descritta a titolo illustrativo, ma non limitativo, secondo sue forme preferite di realizzazione, ma è da intendersi che variazioni e/o modifiche potranno essere apportate dagli esperti nel ramo senza per questo uscire dal relativo ambito di protezione, come definito dalle rivendicazioni allegate.

RIVENDICAZIONI

1. Impianto nucleare sotterraneo caratterizzato dal fatto di prevedere l'installazione dell'isola radioattiva di una o più centrali termonucleari in caverne, con affiancati ad esse, sempre in apposite caverne, un centro di caratterizzazione -trattamento - condizionamento di rifiuti radioattivi e due depositi, di cui uno definitivo per rifiuti di medio-bassa attività, ed uno temporaneo per il combustibile esaurito, per materiali radioattivi di alta attività e lunga vita, ed eventualmente per combustibile nucleare di scorta.

2. Impianto nucleare sotterraneo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che il *decommissioning* semplificato e a basso costo avviene al termine della vita produttiva sigillando (dopo aver chiuso le aperture meccaniche, disconnessi i comandi/sistemi di controllo e dopo aver rimosso il combustibile nucleare, il liquido del circuito primario, e, se necessario, le parti di impianto decontaminate con radionuclidi ad alta attività) i componenti radioattivi dell'isola nucleare, riempiendo di materiale cementizio, eventualmente alleggerito, i vuoti della caverna ospitante il reattore/generatore di vapore e segregandone l'ingresso con porte metalliche

di adeguato spessore ed eventuale interposizione di setti realizzati con cemento iniettato tra esse.

3. Impianto nucleare sotterraneo secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che l'ingresso alle opere sotterranee è realizzato con caratteristiche di inviolabilità sia per quanto riguarda attacchi terroristici terrestri che per quanto riguarda attacchi con missili, aerei e altre armi.

4. Impianto nucleare sotterraneo secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che l'ingresso è realizzato così da essere non alluvionabile da eventi naturali estremi.

5. Impianto nucleare sotterraneo secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che i sistemi di contenimento delle radiazioni e di protezione degli edifici di sicurezza (safeguard buildings) sono realizzati con le rocce delle caverne appositamente sagomate durante gli scavi per ospitare tali componenti.

6. Impianto nucleare sotterraneo secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che qualunque tipo di rifiuti radioattivi di medio - bassa attività prodotti durante la vita dell'impianto è stoccato definitivamente all'interno

dell'impianto sotterraneo in condizioni di sicurezza, limitando/eliminando il trasporto di tali materiali all'esterno.

7. Impianto nucleare sotterraneo secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che nel sito è stoccato temporaneamente anche tutto il materiale di alta attività che, se il sito viene dimostrato idoneo, potrà esserlo anche in maniera definitiva.

8. Impianto nucleare sotterraneo secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che sono costituite scorte sotterranee di combustibile, riducendo in questo modo il numero complessivo di trasporti per il rifornimento della centrale.

9. Impianto nucleare sotterraneo secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che l'occupazione dell'area esterna è estremamente limitata.

10. Impianto nucleare sotterraneo secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che per il raffreddamento sono utilizzate masse d'acqua naturali.

11. Impianto nucleare sotterraneo secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal

fatto che l'accesso all'impianto è di tipo orizzontale.

12. Impianto nucleare sotterraneo secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che è previsto un sistema di caratterizzazione, condizionamento e smaltimento dei rifiuti radioattivi.

13. Impianto nucleare sotterraneo secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che sono utilizzati reattori PWR di tipo commerciale ad elevata potenza.

14. Impianto nucleare sotterraneo secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che le caverne sotterranee ospitanti l'isola nucleare, e quelle per il deposito dei rifiuti/materiali radioattivi, avranno la volta, l'arco rovescio di base e le pareti rese impermeabili e saranno dotate di sistemi di raccolta dei fluidi naturali o rilasciati accidentalmente.

15. Impianto nucleare sotterraneo secondo una delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che, se realizzato al di sotto di una preesistente centrale nucleare convenzionale (di superficie) da smantellare, questa può essere decommissionata trasferendo nei depositi sotterranei del nuovo


impianto i rifiuti radioattivi così prodotti, liberando l'ambiente esterno da ogni pericolo di contaminazione nucleare.


Roma, 7 Maggio 2007

p.p.: Susanna Antignano, Sergio D'Offizi

BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

CJ/

 Isola nucleare

 Isola turbine

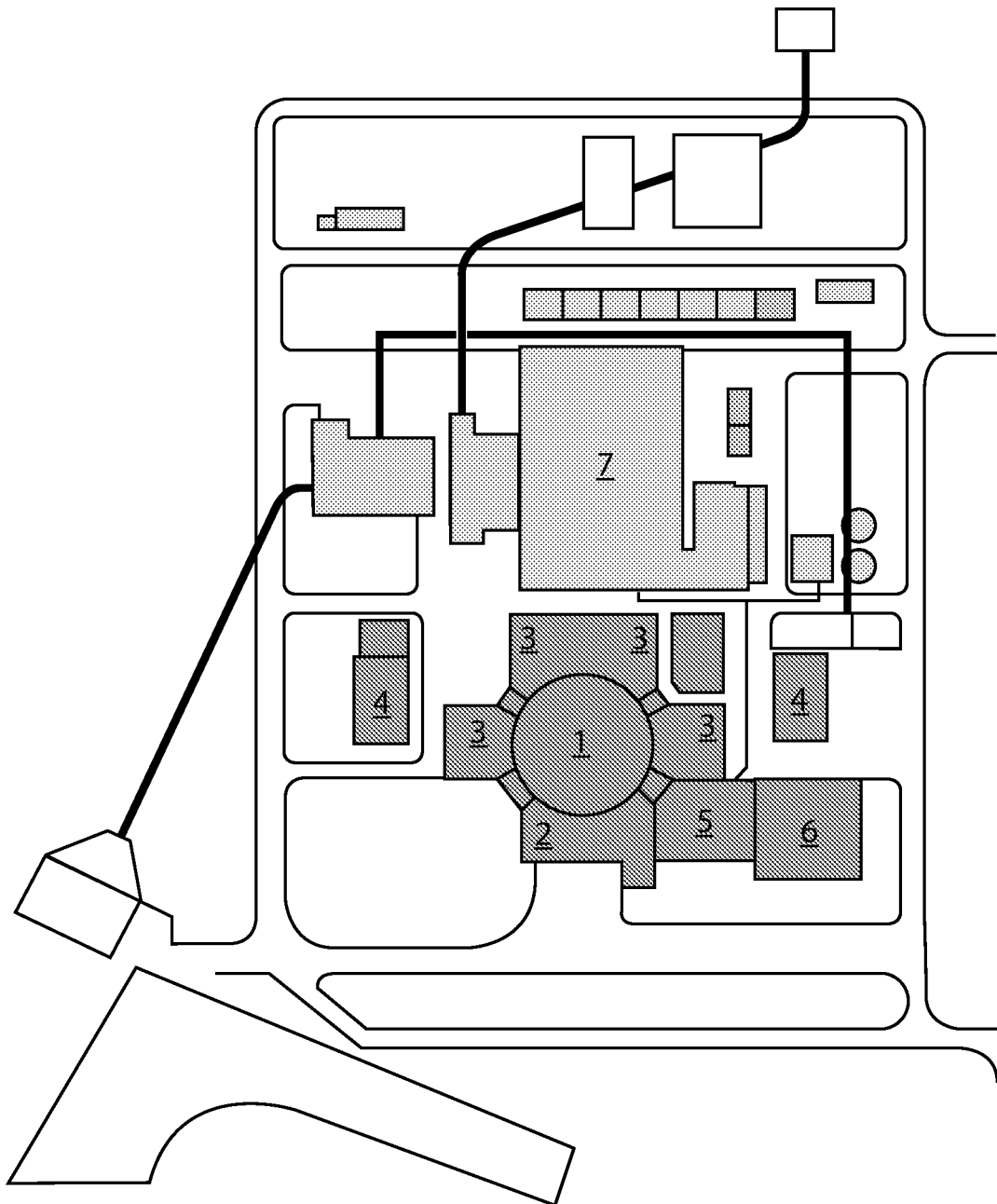


Fig. 1

I	= Ingresso
CE	= Settore controllo/emergenze
R _n	= reattori/generatori
CTC	= caratt./tratt./condiz. rifiuti
MLLW	= deposito rifiuti medio-bassa attività
HLW	= deposito rifiuti alta attività e combustibile
TS	= turbina/stazione elettrica
CA	= condotto aria
TR	= torre raffreddamento (se necessario)

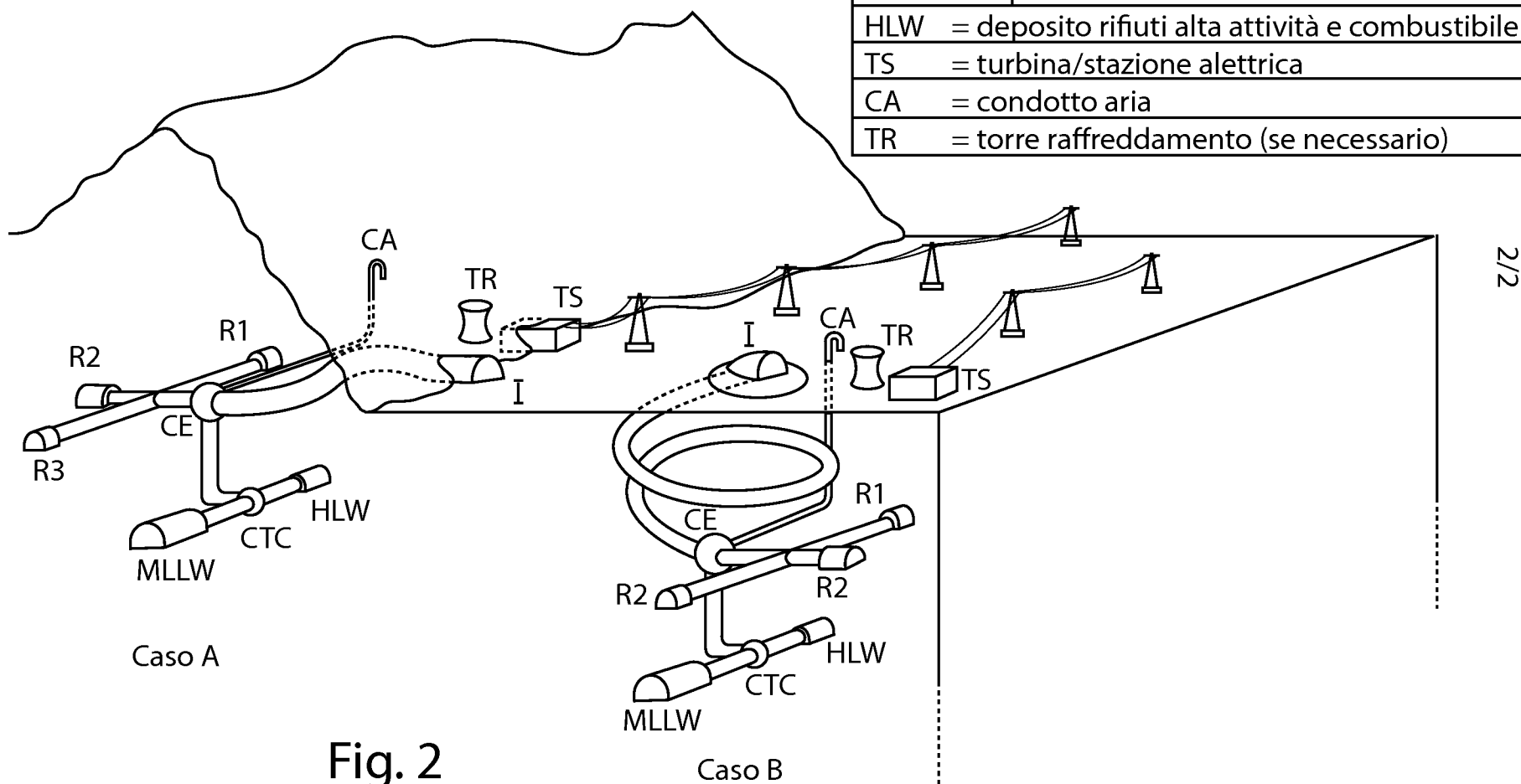


Fig. 2