

<i>Elaborato</i>	<i>Livello</i>	<i>Tipo</i>	<i>Sistema / Edificio / Argomento</i>	<i>Rev. 00</i>
TR RE 01080 ETQ-00054326	A	RT - Relazioni	RFR - Rifiuti radioattivi	Data 14/12/2015
Centrale / Impianto:	Sito di Trino - Estrazione e trattamento resine			
Titolo Elaborato:	Relazione di Progetto per la realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino			
emissione				
<i>Timbri e firme per responsabilità di legge</i>				
Autorizzato				
.....				
DWMD/ING Pancotti F.	DWMD/ING Grossi E.	DWMD/ING Nasta M.	DWMD/TRI Boschetti L.	DWMD/ING Del Lucchese M.
Incaricato	Collaborazioni	Verifica	Approvazione / Benestare	Autorizzazione all'uso

PROPRIETA'

LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE

Del Lucchese M.

Aziendale

Livello di Classificazione: Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale – riproduzione vietata, Uso Ristretto – riproduzione vietata
 Il presente elaborato è di proprietà di Sogin S.p.A. È fatto divieto a chiunque di procedere, in qualsiasi modo e sotto qualsiasi forma, alla sua riproduzione, anche parziale, ovvero di divulgare a terzi qualsiasi informazione in merito, senza autorizzazione rilasciata per scritto da Sogin S.p.A.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



INDICE

1. INTRODUZIONE.....	6
1.1 PREMESA.....	6
1.2 CLASSIFICAZIONE DEI RIFIUTI	7
1.3 ALTERNATIVE PROGETTUALI	7
2. OGGETTO DEL DOCUMENTO	10
3. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	11
4. DESCRIZIONE DEL SITO	13
5. CARATTERISTICHE DELLE RESINE E DEI MANUFATTI	14
5.1 CARATTERISTICHE DELLE RESINE DI TRINO DA TRATTARE TRAMITE WOT	14
5.2 CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE E QUANTITATIVO TOTALE DI RESIDUO DA CONDIZIONARE.....	18
5.3 MANUFATTI FINALI (WASTE PACKAGE)	23
5.3.1 <i>Processo di cementazione dei residui provenienti dal trattamento di WOT delle resine di Trino</i>	23
5.3.2 <i>Contenitore per cementazione e overpack schermante</i>	26
5.3.3 <i>Stima del numero di manufatti prodotti</i>	28
5.3.4 <i>Caratteristiche radiologiche del manufatto</i>	29
6. DESCRIZIONE GENERALE.....	34
7. LINEE GUIDA, OBIETTIVI E CRITERI DI PROGETTO	36
7.1 LINEE GUIDA E OBIETTIVI DI SICUREZZA E DI RADIOPROTEZIONE	36
7.1.1 <i>Obiettivi generali di sicurezza e di radioprotezione</i>	36
7.1.2 <i>Classificazione degli eventi</i>	36
7.1.3 <i>Obiettivi di radioprotezione</i>	38
7.2 CRITERI DI RADIOPROTEZIONE E PROTEZIONE DELL'AMBIENTE	40
7.2.1 <i>Criteri generali</i>	40
7.2.2 <i>Schermaggio delle sorgenti radioattive e classificazione delle aree in base al rateo di dose</i>	41
7.2.3 <i>Classificazione delle aree in base al rischio di contaminazione</i>	43
7.2.4 <i>Monitoraggio radiologico</i>	44
7.3 CRITERI DI PROGETTO PER LA SICUREZZA.....	44
7.3.1 <i>Criteri generali</i>	44
7.3.2 <i>Funzioni di sicurezza</i>	45
7.3.3 <i>Classificazione di Strutture Sistemi e Componenti (SSC)</i>	45
7.3.4 <i>Classificazione di sicurezza</i>	46
7.3.5 <i>Classificazione di qualità</i>	47
7.3.6 <i>Classificazione sismica</i>	48
7.3.7 <i>Gruppi di qualità e normativa di riferimento</i>	50
7.3.8 <i>Ridondanza, separazione ed indipendenza</i>	52
8. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI ADEGUAMENTO CIVILE NECESSARIE PER L'INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO IPTR	54
8.1 DESCRIZIONE DELL'AREA INTERESSATA DALLE ATTIVITÀ	54

PROPRIETÀ	STATO	LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE	PAGINE
Del Lucchese M.	Documento definitivo	Aziendale	2/161

Legenda **Stato:** Bozza, In Approvazione, Documento Definitivo
Livello di Classificazione: Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale – riproduzione vietata, Uso Ristretto – riproduzione vietata

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



8.2	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	60
9.	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO WOT (IPTR)	65
9.1	VITA DI PROGETTO	65
9.2	FASI DI ATTIVITÀ	65
9.2.1	<i>Costruzione ed Allestimento</i>	66
9.2.2	<i>Prove e collaudi</i>	66
9.2.3	<i>Esercizio</i>	66
9.2.4	<i>Decommissioning</i>	66
9.3	CRITERI DI CONFINAMENTO DEL MATERIALE RADIOATTIVO	67
9.4	CRITERI DI PROTEZIONE RADIOLOGICA	67
9.5	CRITERI DI PROGETTO PER EVENTI NATURALI ESTERNI	68
9.5.1	<i>Sisma</i>	68
9.5.2	<i>Fulmini</i>	70
9.5.3	<i>Allagamento</i>	70
9.6	CRITERI DI PROGETTO PER EVENTI INTERNI	70
9.6.1	<i>Incendio</i>	70
9.6.2	<i>Allagamento interno</i>	72
9.6.3	<i>Missili</i>	72
9.6.4	<i>Sovrappressioni</i>	72
9.6.5	<i>Interferenze elettromagnetiche</i>	72
9.7	INTERFACCE	73
9.7.1	<i>Aria Compressa</i>	73
9.7.2	<i>Acqua Demineralizzata</i>	74
9.7.3	<i>Acqua Industriale</i>	75
9.7.4	<i>Aria per ventilazione dei locali</i>	75
9.8	SISTEMA DI PRE-TRATTAMENTO	76
9.8.1	<i>Unità di Movimentazione</i>	77
9.8.2	<i>Unità di Estrazione</i>	78
9.8.3	<i>Unità di Separazione e Rimozione Scaglie</i>	79
9.8.4	<i>Unità di Macinazione</i>	81
9.8.5	<i>Unità di Omogeneizzazione</i>	82
9.8.6	<i>Unità Acqua di Trasferimento Resine</i>	83
9.9	SISTEMA DI TRATTAMENTO	84
9.9.1	<i>Zona Preparazione e Condizionamento Resine</i>	86
9.9.2	<i>Zona Trattamento Sospensione Resine</i>	88
9.9.3	<i>Zona Post Ossidazione</i>	91
9.9.4	<i>Zona Aria di Processo</i>	93
9.9.5	<i>Zona Produzione Ossigeno</i>	94
9.9.6	<i>Zona Produzione Ozono</i>	94
9.10	SISTEMA DI POST-TRATTAMENTO	95
9.10.1	<i>Unità di Evaporazione</i>	95
9.10.2	<i>Unità di Accumulo Concentrato</i>	97
9.11	SISTEMA ELETTRICO	100
9.12	SISTEMA DI SUPERVISIONE E CONTROLLO	102
9.13	SISTEMA DI VENTILAZIONE	103
9.13.1	<i>Descrizione generale dell'impianto</i>	104

PROPRIETÀ	STATO	LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE	PAGINE
Del Lucchese M.	Documento definitivo	Aziendale	3/161

Legenda

Stato: Bozza, In Approvazione, Documento Definitivo

Livello di Classificazione: Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale – riproduzione vietata, Uso Ristretto – riproduzione vietata

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



9.14	SISTEMA DI OFF-GAS	105
9.15	SISTEMA DRENAGGI E RIVELAZIONE PERDITE LIQUIDE	107
9.16	SISTEMA ANTINCENDIO	108
9.17	SISTEMA DI MONITORAGGIO RADIOLOGICO AMBIENTALE E CONTAMINAZIONE ARIA	109
9.18	SISTEMI AUSILIARI DI SERVIZIO	110
9.19	SISTEMI DI COMUNICAZIONE, VISIONE E SORVEGLIANZA	110
10.	DESCRIZIONE DELLE OPERE NECESSARIE ALL'INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO SICOMOR.....	112
10.1	STRUTTURA DI CONFINAMENTO	112
10.1.1	<i>Sistema di drenaggi interni.....</i>	<i>114</i>
10.1.2	<i>Piastre di ancoraggio dei moduli di processo.....</i>	<i>114</i>
10.1.3	<i>Schermi removibili in acciaio zincato</i>	<i>114</i>
10.2	CUNICOLO DI TRASFERIMENTO WOT-SICOMOR.....	114
10.2.1	<i>Tubazioni cunicolo.....</i>	<i>115</i>
10.3	STRUTTURE SCHERMANTI DELLE TUBAZIONI DI COLLEGAMENTO	116
10.4	SISTEMAZIONI ESTERNE	116
11.	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO SICOMOR.....	117
11.1	CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO E SUE PRINCIPALI FINALITÀ	117
11.2	SUDDIVISIONE DELL'IMPIANTO IN SEZIONI E NUMERAZIONE DEI SISTEMI E COMPONENTI.....	119
11.3	CRITERI E REQUISITI GENERALI	120
11.3.1	<i>Funzioni di sicurezza e sistemi associati</i>	<i>120</i>
11.3.1.1	<i>Confinamento del materiale radioattivo.....</i>	<i>120</i>
11.3.1.2	<i>Schermaggio delle radiazioni</i>	<i>122</i>
11.3.1.3	<i>Arresto sicuro</i>	<i>123</i>
11.3.2	<i>Requisiti funzionali</i>	<i>123</i>
11.3.3	<i>Confinamento dinamico e controllo della contaminazione</i>	<i>124</i>
11.3.4	<i>Sistemi di intervento remotizzato.....</i>	<i>124</i>
11.3.5	<i>Gestione degli effluenti</i>	<i>125</i>
11.3.6	<i>Predisposizione per il decommissioning.....</i>	<i>125</i>
11.4	CRITERI DI PROTEZIONE DA EVENTI NATURALI ESTERNI	126
11.4.1	<i>Sisma</i>	<i>126</i>
11.4.2	<i>Tromba d'aria</i>	<i>128</i>
11.4.3	<i>Urti e scosse associati al trasporto.....</i>	<i>134</i>
11.4.4	<i>Fulmini.....</i>	<i>136</i>
11.4.5	<i>Allagamento da cause esterne.....</i>	<i>136</i>
11.4.6	<i>Neve, vento, pioggia e azioni termiche.</i>	<i>136</i>
11.5	CRITERI DI PROTEZIONE NEI CONFRONTI DI EVENTI INTERNI D'AREA	136
11.5.1	<i>Incendio.....</i>	<i>136</i>
11.5.2	<i>Allagamento interno.....</i>	<i>138</i>
11.5.3	<i>Missili.....</i>	<i>138</i>
11.5.4	<i>Interferenze elettromagnetiche</i>	<i>139</i>
11.6	SEZIONE DI RICEVIMENTO E DOSAGGIO DEI RIFIUTI LIQUIDI (SEZIONE 100).....	139
11.7	SEZIONE DI CEMENTAZIONE RIFIUTI (SEZIONE 200).....	141
11.8	SEZIONE DI CARICAMENTO DEL CEMENTO, DEGLI ADDITIVI E DEI RIFIUTI SOLIDI GRANULARI (SEZIONE 300).....	143
11.9	SEZIONE DI INGRESSO NELL'AREA DI PROCESSO CONFINATA E DI INDIRIZZAMENTO FUSTO/OVERPACK (SEZIONE 400).....	144
11.10	SEZIONE DI MATURAZIONE DELLA MATRICE CEMENTIZIA (SEZIONE 500)	146

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



11.11	SEZIONE DI CAPPING (SEZIONE 600).....	147
11.12	SEZIONE DI MATURAZIONE DEL CAPPING (SEZIONE 700).....	148
11.13	SEZIONE DI CHIUSURA COPERCHI E CONTROLLO CONTAMINAZIONE (SEZIONE 800)	149
11.14	SEZIONI DI INGRESSO (I00) E DI USCITA (U00) DALL'AREA OPERATIVA.....	151
11.15	SISTEMA DI VENTILAZIONE.....	152
11.16	SISTEMA DI STRUMENTAZIONE E CONTROLLO.....	153
11.17	SISTEMI ELETTRICI E SPECIALI	153
11.18	SISTEMA DI MONITORAGGIO RADIOLOGICO	154
11.19	UBICAZIONE SiCoMoR SUL SITO DI TRINO E INTERFACCE	156
11.19.1	<i>Interfaccia del SiCoMoR con l'impianto WOT</i>	157
11.19.2	<i>Interfacce con il sito</i>	158
12.	IMPATTO RADIOLOGICO IN CONDIZIONI NORMALI E ANALISI DI SICUREZZA.....	160

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



1. INTRODUZIONE

1.1 Premessa

Presso la centrale di Trino sono attualmente custodite le resine esaurite prodotte durante l'esercizio dell'impianto e durante le operazioni di decontaminazione dei generatori di vapore.

In data 21/10/2011 il Ministero dello Sviluppo Economico ha trasmesso il D.M. di autorizzazione alla realizzazione e all'esercizio di un sistema di trattamento e condizionamento delle resine esaurite stoccate presso la centrale (ai sensi dell'art. 6 della legge n.1860/62).

Tali resine sono attualmente stoccate in purificatori collocati all'interno del Deposito 1.

Ai fini della loro definitiva messa in sicurezza, è stata prevista la realizzazione di un Impianto Prototipale per il Trattamento delle Resine (IPTR) basato sul processo di Wet Oxidation e di un Impianto di condizionamento dei residui prodotti mediante cementazione diretta (SiCoMoR).

I manufatti risultanti potranno essere stoccati in sicurezza nel deposito D2 della Centrale, in attesa del conferimento a Deposito Nazionale per lo smaltimento definitivo.

Gli obiettivi operativi dell'Impianto di Wet Oxidation (IPTR), in termini di prestazioni, sono i seguenti:

- Massimizzare la riduzione di volume del residuo da condizionare rispetto al volume iniziale di rifiuto.
- Minimizzare il contenuto di composti organici nel residuo da condizionare.
- Ottenere un residuo atto ad essere condizionato in forma stabile per il suo conferimento al deposito nazionale.

Il Complesso IPTR comprende tre sezioni principali denominate rispettivamente sezioni di Pre-Trattamento, Trattamento e Post-Trattamento.

L'intero impianto IPTR è realizzato nell'edificio Waste Disposal della Centrale stessa. I locali all'interno dei quali vengono alloggiati le diverse parti dell'Impianto sono utilizzati in modo da ottimizzare il lay-out d'Impianto, tenendo conto dei vincoli posti dalla struttura esistente.

Per condizionare i residui in uscita dal processo di Wet Oxidation (a valle del Post-Trattamento), Sogin ha sviluppato la progettazione di un impianto di condizionamento di

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



rifiuti radioattivi di tipo modulare denominato SiCoMoR (Sistema di Condizionamento Modulare dei Rifiuti Radioattivi).

La struttura modulare di SiCoMoR permette la sua installazione sul sito per la campagna di condizionamento e il suo successivo smontaggio, previa decontaminazione, per essere trasportato su un altro sito per un'altra campagna di condizionamento.

1.2 Classificazione dei rifiuti

Come riportato nel capitolo 5.4 del Piano Operativo TE RE 0821 [21], dai dati di caratterizzazione radiologica disponibili, le resine di Trino sono state classificate (sulla base di quanto riportato nella Guida Tecnica 26 [2]) come rifiuto radioattivo di Terza Categoria ed i manufatti prodotti (a seguito dei processi di trattamento (WOT) e condizionamento (cementazione omogenea)) come Categoria III sulla base della Normativa UNI-10621 [3], essenzialmente per via del contenuto di Ni-59 e Ni-63 (isotopi beta emettitori con tempo di dimezzamento >100 anni).

A seguito della entrata in vigore del Decreto 7 agosto 2015 sulla classificazione dei rifiuti radioattivi [1], il manufatto finale medio prodotto dal processo di trattamento e condizionamento è classificato come **rifiuto a bassa attività**.

1.3 Alternative progettuali

Ai fini della definizione del processo di Trattamento e Condizionamento delle resine esaurite della Central di Trino, sono state ricercate e analizzate nel corso degli anni diverse soluzioni di seguito riportate:

1) Cementazione diretta in fusti da 400 litri (progetto TECO)

Tale soluzione prevedeva la produzione di circa 2500 manufatti con un sensibile aumento di volume finale. La presenza di acido borico nella resina inoltre inibiva il processo di consolidamento del cemento rendendo assolutamente impossibile il processo di qualificazione del manufatto.

2) Trattamento presso impianto estero

Si è analizzata la possibilità di inviare le resine presso impianti esteri per il trattamento e condizionamento, con restituzione dei manufatti finali qualificati per il conferimento al deposito nazionale (impianto di incenerimento Socodei, Studsvik, consorzio NES: Nuclear Engineering Seibersdorf – centro tedesco di Karlsruhe) o per il trattamento e lo

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



smaltimento, senza restituzione a Sogin (EnergySolutions). La soluzione è stata scartata per problemi autorizzativi.

3) Trattamento in sito con impianto SOCODEI

La soluzione prevedeva l'utilizzo in sito dell'impianto mobile Mercure, e un metodo di condizionamento tramite inglobamento in resine epossidiche che avrebbe comportato un aumento di volume di un fattore 5. Tale soluzione inoltre presentava possibili incognite autorizzative.

4) Essiccamento in sito delle resine e stoccaggio in contenitori speciali tipo Mosaik (proposta GNS).

5) Super-compattazione ad alta temperatura ("Hot-Compaction" - Hansa Project gruppo Westinghouse)

Trasferimento delle resine in fusti compattabili, inserimento in una camera di evaporazione-essiccamento e super-compattazione delle resine "calde". Il prodotto finale può essere inserito in overpack e cementato.

6) Accordo Sogin-Ansaldo-Granit per lo sviluppo in campo nucleare della tecnologia Wet Oxidation basata su un processo di ossidazione ad umido in eccesso di ossigeno.

Tra le varie soluzioni quella che presentava maggiori vantaggi in termini di:

- Applicabilità al trattamento della tipologia di rifiuto in oggetto
- Possibilità di riutilizzo per il trattamento di altri stream di rifiuti presenti nei siti Sogin
- Innovazione tecnologica in campo nucleare con conseguente spendibilità per attività verso Terzi
- Opportunità di crescita di know-how aziendale

E' risultata essere la tecnologia di Wet Oxidation.

Relativamente alle alternative previste per il Condizionamento dei residui prodotti dall'ossidazione ad umido, sono state valutate la cementazione diretta e la sinterizzazione degli ossidi e dell'acido borico in manufatti di piccole dimensioni.

Data la più ampia diffusione del processo di cementazione come condizionamento finale dei rifiuti radioattivi ai fini della produzione di manufatti da conferire a Deposito Nazionale, si è optato per questa soluzione. Si sottolinea inoltre che l'impianto di condizionamento SiCoMoR è un impianto modulare che permette la sua installazione sul sito per la campagna

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



di condizionamento e il suo successivo smontaggio, previa decontaminazione, per essere trasportato su un altro sito per un'altra campagna di condizionamento.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



2. OGGETTO DEL DOCUMENTO

Il presente documento descrive l'intero Progetto per la realizzazione dell'impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino che prevede:

- 1 Il progetto dell'impianto di trattamento mediante Wet Oxidation (IPTR) delle resine esaurite, comprensivo delle opere preliminari di adeguamento civile dell'edificio Waste Disposal in cui l'impianto dovrà essere installato.
- 2 Il progetto dell'impianto di condizionamento mediante cementazione dei residui prodotti dalla Wet Oxidation (SiCoMoR), incluse le opere civili preliminari finalizzate alla installazione dell'impianto stesso.

L'insieme dei due impianti consentirà di perseguire gli obiettivi previsti per il trattamento e condizionamento delle resine esaurite contenute nei purificatori stoccati nel deposito D1 della Centrale di Trino, con la produzione di manufatti che saranno stoccati temporaneamente nel deposito D2 della Centrale, nell'attesa del conferimento al Deposito Nazionale per lo smaltimento definitivo.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



3. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

La documentazione di riferimento (normative e documenti tecnici) per il progetto è elencata a seguire:

- [1] Decreto 7 agosto 2015 “Classificazione dei rifiuti radioattivi, ai sensi dell’articolo 5 del decreto legislativo 4 marzo 2014, n. 45”
- [2] ENEA-DISP Settembre 1987 - “Guida Tecnica n. 26. Gestione dei rifiuti radioattivi”
- [3] UNI 10621 “Manufatti di rifiuti radioattivi condizionati – caratterizzazione”
- [4] TR N 00007 “Planimetria disposizione impianti di trattamento e di condizionamento e percorso materiali”
- [5] TR RE 00845 “Post Operam - Architettonico: Pianta alle Q.te +129,33 - +130,73 - +132,03”
- [6] TR RE 00846 “Post Operam - Architettonico: Pianta alle Q.te +135,83 - +136,58”
- [7] TR RE 00847 “Post Operam - Architettonico: Pianta Copertura”
- [8] TR RE 00848 “Post Operam - Architettonico: Sezioni Tav. ½”
- [9] TR RE 00849 “Post Operam - Architettonico: Sezioni Tav. 2/2”
- [10] TR RE 00902 “Post Operam - Sistemazione esterna”
- [11] TR RE 00660 Rapporto di Progetto Particolareggiato per la realizzazione di un impianto prototipale per il trattamento delle resine a scambio ionico (IPTR)
- [12] TR RE 00385 “DI - Sistemazione impiantistica trattamento e pre-trattamento - sezioni C-C, H-H, L-L”
- [13] TR RE 00386 “DI - Sistemazione impiantistica trattamento e pre-trattamento sezioni - A-A, B-B”
- [14] TR RE 00387 “DI - Sistemazione impiantistica trattamento e pre-trattamento - pianta 135,85 - 136,58 - 142,90”
- [15] TR RE 00388 “DI - Sistemazione impiantistica trattamento e pre-trattamento - pianta 129,33 - 130, 73 - 132,03”
- [16] TR RE 00615 “DI - sistemazione impiantistica sistemi di pre trattamento, trattamento e post trattamento sezioni D-D”
- [17] TR RE 01048 “Sistemazione impiantistica tetto – pianta da quota +134,93 a +146,57”

PROPRIETA'
Del Lucchese M.

STATO
Documento definitivo

LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE
Aziendale

PAGINE
11/161

Legenda

Stato: Bozza, In Approvazione, Documento Definitivo

Livello di Classificazione: Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale – riproduzione vietata, Uso Ristretto – riproduzione vietata

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- [18] TR RE 01049 "Sistemazione impiantistica aree esterne"
- [19] GE SC 00175 – "SiCoMoR – Planimetria generale scavi e sistemazioni esterne alla struttura di confinamento"
- [20] GE SC 00087 – "SiCoMoR - Struttura di confinamento. Architettonico. Pianta piano terra e sezioni"
- [21] TR RE 00821 Condizionamento tramite SiCoMoR dei residui derivanti dal trattamento delle resine esaurite della Centrale di Trino Vercellese - Piano Operativo (PO)
- [22] GE SC 00048 – "SiCoMoR – Assieme generale impianto SiCoMoR per rifiuti di II e III categoria – Pianta"
- [23] GE SC 00049 – "SiCoMoR - Assieme generale impianto per rifiuti di II e III categoria – Sezioni AA, BB e FF"
- [24] GE SC 00050 – "SiCoMoR - Assieme generale impianto per rifiuti di II e III categoria – Sezioni CC DD GG"

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



4. DESCRIZIONE DEL SITO

La Centrale Nucleare "E. Fermi" è situata nella regione Piemonte, in provincia di Vercelli, sul territorio del comune di Trino, a circa 20 km a sud-ovest di Vercelli. In particolare essa sorge sulla sponda sinistra del fiume Po, a 45° 11' di latitudine nord e 40 11' di longitudine ovest dal meridiano di Roma - Monte Mario. Provincia limitrofa è Alessandria.

Il terreno di spettanza dell'impianto ha un'estensione di circa 70 ettari, e costituisce la golena di sinistra del fiume Po, Una parte del terreno, circa 13 ettari, è destinata al piazzale dell'impianto, recintato e sorvegliato.

All'esterno della recinzione, a circa 1000 m ad ovest del piazzale dell'impianto, si trova il Laboratorio Protezione Ambiente adibito alle analisi radiologiche di campioni ambientali.

Il terreno è limitato a sud dal fiume Po, ad est e ad ovest da terreni di proprietà privata, e a nord dal canale di irrigazione Cavo Magrelli, tuttora in servizio.

Il piazzale dell'impianto si trova a breve distanza dalla Strada Regionale n. 31 bis, che collega la città di Casale Monferrato a Torino e a circa 1000 m a sud della linea ferroviaria Casale — Torino.

L'impianto è collegato alla Strada Regionale n. 31 bis tramite un raccordo stradale a due vie.

Per una descrizione approfondita delle caratteristiche ambientali e idrogeologiche dell'area su cui insiste la Centrale, si rimanda al documento di cui al riferimento [11] (cap. 3).

Relazione di Progetto Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino	ELABORATO TR RE 01080
	REVISIONE 00



5. CARATTERISTICHE DELLE RESINE E DEI MANUFATTI

5.1 Caratteristiche delle resine di Trino da trattare tramite WOT

Nell’Impianto Prototipale per il Trattamento delle Resine (IPTR) verranno trattate, tramite il processo di Wet Oxidation, le resine contenute in 106 purificatori, di cui 105 attualmente stoccati nel locale Deposito Rifiuti Radioattivi numero 1 ed uno ancora in servizio.

Il rifiuto da trattare è costituito, complessivamente, da circa 100 m³ di resine a scambio ionico granulari, di cui l’85% prodotto durante l’esercizio della Centrale; la parte restante è quella risultante dalle attività di decontaminazione dei Generatori di Vapore ai fini del successivo smantellamento.

I purificatori, o demineralizzatori, in cui sono attualmente stoccate le resine, sono gli stessi recipienti in acciaio inossidabile usati sull’impianto.

I dati di dettaglio sulle caratteristiche chimico-fisiche delle resine contenute in ciascuno dei 106 purificatori sono riportati nel Rapporto di Progetto dell’impianto di Wet Oxidation [11].

Tali purificatori sono suddivisi tra purificatori utilizzati durante l’esercizio della centrale e purificatori utilizzati per le attività di decontaminazione.

Nella Tabella 5—1 si riportano i parametri caratteristici medi relativi alle resine contenuti nei purificatori di esercizio e in quelli di decontaminazione.

Dal punto di vista della tipologia di resine in essi contenute, i purificatori di esercizio sono suddivisibili in purificatori a letti misti e purificatori contenenti resine cationiche, mentre i purificatori di decontaminazione sono tutti a letti misti.

L’inventario radioisotopico relativo alle resine contenute nei purificatori è riportato nella relativa scheda rifiuto contenuta nell’inventario annuale dei rifiuti radioattivi predisposto dal Sito di Trino.

Nelle valutazioni radiologiche condotte nel presente documento per le attività di condizionamento del residuo, si assume l’inventario radioisotopico delle resine alla data di riferimento del 31/12/2011.

Per ogni purificatore sono disponibili i dati radiologici delle resine in essi contenute ricavati da campionamenti effettuati e da rielaborazioni teoriche delle misure ottenute nei campionamenti.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Sulla base della tipologia e delle caratteristiche radiologiche, i purificatori sono stati suddivisi in gruppi omogenei.

Nella Tabella 5—2 seguente si riporta l'inventario isotopico relativo ai vari gruppi omogenei definiti.

Nel processo di WOT, i purificatori saranno trattati a batch di 7 purificatori per volta (in alcuni casi il batch potrà essere composto da 6 o da 8 purificatori), il cui contenuto viene omogeneizzato all'interno di un serbatoio di miscelazione nella sezione di pre-trattamento dell'impianto.

Ciascun batch conterrà sempre purificatori appartenenti allo stesso gruppo omogeneo.

In un batch di trattamento potranno essere trattati o purificatori tutti del tipo a letti misti o una miscela di purificatori a letti misti e di purificatori con resine cationiche.

Nel caso di batch con purificatori di due tipologie, è stato stimato un rapporto medio tra resine cationiche e resine anioniche nel batch di trattamento pari a 70:30.

Nella Tabella 5—3 seguente si riporta la tipologia di purificatori appartenenti ai vari gruppi omogenei creati e i batch di trattamento previsti per i vari gruppi.

Tabella 5—1 - Parametri caratteristici medi delle resine da trattate

		u.d.m.	Purificatori utilizzati durante l'esercizio	Purificatori utilizzati durante la decontaminazione
Volume geometrico totale (resine + acqua interstiziale)		[l]	850	795
Volume acqua interstiziale		[l]	251	251
Volume resine		[l]	599	544
Volume acqua surmatante		[l]	150	205
Massa totale resine		[kg]	685	656
Massa acqua surmatante		[kg]	149	203
Massa acqua interstiziale		[kg]	249	248
Massa della sospensione		[kg]	1082	1107
% peso resine		[%]	63	59
% volume resine		[%]	60	54
Resina/sospensione		[g/l]	685	656
Densità bulk resina		[g/l]	805	825
Densità reale resina		[g/l]	1144	1204
Densità sospensione		[g/l]	1082	1107
Viscosità sospensione		[Pa·s]	0.0022	0.0021

Relazione di Progetto Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino	ELABORATO TR RE 01080
	REVISIONE 00



Tabella 5—2— Inventario radioisotopico relativo ai gruppi omogenei alla data di riferimento del 31/12/2011

Gruppo Omogeneo	n° purificatori	Attività totale nel gruppo [Bq]														
		Co-60	Cs-137	Cs-134	Fe-55	Ni-59	Ni-63	Sr-90	Pu-241	Am-241	Pu-238	Pu-239	Cm-244	Attività β-γ	Attività α	Attività totale
Blu	14	2,32E+11	5,77E+11	1,74E+06	2,09E+10	1,29E+10	2,25E+12	7,19E+09	1,09E+09	5,95E+07	5,24E+07	1,65E+07	1,33E+07	3,10E+12	1,42E+08	3,10E+12
Verde	21	8,07E+10	8,94E+11	4,64E+05	5,77E+09	5,18E+09	9,09E+11	1,50E+09	4,20E+08	1,87E+07	1,34E+07	5,28E+06	3,28E+06	1,90E+12	4,06E+07	1,90E+12
Rosso	20	6,01E+11	2,82E+08	0,00E+00	4,76E+10	4,66E+09	6,00E+11	3,74E+08	2,00E+09	1,53E+08	1,46E+08	7,02E+07	2,67E+07	1,26E+12	3,95E+08	1,26E+12
Giallo	43	2,79E+09	5,54E+12	4,21E+07	1,71E+08	2,41E+09	4,09E+11	8,78E+09	4,69E+09	1,81E+08	8,53E+07	1,29E+08	2,19E+07	5,97E+12	4,18E+08	5,97E+12
Viola	8	4,54E+10	6,93E+07	0,00E+00	1,17E+09	1,37E+10	3,25E+11	1,83E+06	1,31E+06	1,85E+04	1,89E+04	3,93E+04	5,79E+03	3,86E+11	8,24E+04	3,86E+11
TOTALE	106	9,62E+11	7,01E+12	4,43E+07	7,55E+10	3,89E+10	4,49E+12	1,78E+10	8,20E+09	4,12E+08	2,97E+08	2,21E+08	6,52E+07	1,26E+13	9,95E+08	1,26E+13

Relazione di Progetto Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino	ELABORATO TR RE 01080
	REVISIONE 00



Tabella 5—3— Tipologia di purificatori e composizione del batch di trattamento per i vari gruppi omogenei

Gruppo Omogeneo	Purificatori di esercizio								Purificatori di decontaminazione		
	Tipologia purificatori			Batch di trattamento					Tipologia purificatori	Batch di trattamento	
	Letti misti	Con resine cationiche	Totale	Tutti letti misti		Letti misti + cationiche (composizione media 70:30)			letti misti	Tutti letti misti	
				n° di batch	n° di purificatori letti misti	n° di batch	n° di purificatori letti misti	n° di purificatori con resine cationiche		n° di batch	n° di purificatori letti misti
Blu	14		14	2	14						
Verde	17	4	21	2	14	1	3	4			
Giallo	32	11	43	4	28	2	4	11			
Rosso									20	3	
Viola	8		8	1	8						
TOTALE	71	15	86	9	64	3	7	15	20	20	

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



5.2 Caratteristiche chimico-fisiche e quantitativo totale di residuo da condizionare

I residui radioattivi ottenuti dal trattamento di “ossidazione a umido” delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino saranno costituiti da una sospensione di solidi insolubili in una soluzione acquosa di solidi solubili.

La composizione di questo rifiuto è differente a seconda che si tratti di resine derivanti dall’esercizio della centrale o di resine derivati dalle attività di decontaminazione e in funzione della tipologia di resina contenuta nel purificatore.

Per ottenere informazioni di dettaglio sulla composizione di tali residui, sono state condotte delle prove sperimentali del processo di ossidazione ad umido utilizzando un Mock-up in scala ridotta dell’impianto di Wet Oxidation.

In tale Mock-up sono state processate delle resine anioniche e cationiche della stessa tipologia delle resine contenute nei purificatori di Trino.

Le resine dei purificatori di esercizio, di cui non è noto il grado di saturazione, sono state simulate con resine della stessa tipologia con due differenti gradi di saturazione: 50% e 100%.

Le resine dei purificatori di decontaminazione, di cui è noto il grado di saturazione da analisi chimiche condotte, sono state simulate con resine della stessa tipologia saturate allo stesso grado.

Uno dei parametri del processo di Wet Oxidation ancora soggetto a possibili ottimizzazioni è il quantitativo di soda di condizionamento delle resine prima della loro immissione nel reattore. Le prove sul Mock-up sono state condotte variando tale parametro, anche per valutarne l’effetto sul volume e sulla composizione dei residui.

La conoscenza teorica del processo di trattamento e i dati sperimentali ottenuti a seguito delle prove effettuate sul Mock-up dell’impianto di Wet Oxidation hanno permesso di stimare la composizione ed il quantitativo del residuo ottenuto a valle del processo di ossidazione per le varie tipologie di resina trattata.

Conoscendo il numero di purificatori, la tipologia ed il volume di resina contenuta in ciascuno dei purificatori, i dati di composizione ottenuti per le varie tipologie di resina possono essere opportunamente mediati per ottenere dei valori di composizione dei residui rappresentativa dell’insieme delle resine contenute nei purificatori di esercizio e dell’insieme dei purificatori di decontaminazione.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Tali composizioni medie sono riportate nella Tabella 5—4 seguente.

Per le resine dei purificatori di esercizio viene riportata la composizione media del residuo che si ottiene a partire da resine simulanti saturate sia al 100% e sia al 50%.

Sia per le resine dei purificatori di esercizio che per quelle dei purificatori di decontaminazione si riportano i dati ottenuti con un condizionamento delle resine con eccesso di soda del 5% rispetto alla quantità stechiometrica. Ciò, perché si è visto che tale valore di eccesso di soda massimizza la presenza di solfati nel residuo. La composizione associata a tale valore di eccesso di soda è stata, pertanto, conservativamente scelta per le prove di qualificazione della matrice, avendo, in generale, i solfati effetti dannosi sulle qualità della matrice cementizia.

La presenza nel residuo di materiale organico, fino a un massimo del 5% in termini di Total Organic Carbon (TOC), è dovuta alla non completa ossidazione della resina.

Tabella 5—4 - Composizione del residuo proveniente dal trattamento di Wet Oxidation delle resine di Trino (condizionate con eccesso di soda del 5%)

Componente	Purificatori di esercizio Resine saturate al 100%	Purificatori di esercizio Resine saturate al 50%	Purificatori da decontaminazione
Fe ₂ O ₃	9,3	5,5	4,4
FeSO ₄	4,4	2,6	2,1
Na ₂ CrO ₄	3,3	1,9	4,7
MnO ₂	0,7	0,2	3,9
Ni ₂ O ₃	1,4	0,2	0,7
NiSO ₄	0,3	0,9	0,1
SiO ₂	0,1	0,1	0,0
Na ₂ SO ₄	44,6	57,1	61
Na ₂ CO ₃	12,1	11,8	12,8
NaCl	0,5	0,3	0,0
NaBO ₂	11,7	6,9	0,0
K ₂ SO ₄	0,0	0,0	2,6
SrSO ₄	4.17E-07	4,91E-07	1,83E-09
NH ₄ SO ₄	6,4	7,48	1,7
CsSO ₄	1,75E-04	2,06E-04	1,00E-08
K ₂ CrO ₄	0,0	0,0	1,1
TOC	5,0	5,0	5,0

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Conoscendo il numero di purificatori, la tipologia ed il volume di resina contenuta in ciascuno dei purificatori e la massa di residuo secco ottenuta a valle del processo di ossidazione per volume unitario di resina delle varie tipologie, si può valutare la massa totale di residui che verrà prodotta dal trattamento delle resine di Trino e che dovrà essere condizionata per mezzo del processo di cementazione da implementare con l'impianto SiCoMoR.

Tali parametri sono raccolti nella Tabella 5—5 dalla quale si evince che, a partire dalle resine esistenti, il processo di Wet Oxidation produrrà, complessivamente, circa 15.500 kg di residuo secco.

Utilizzando le informazioni riportate nella Tabella 5—5 ed il numero ed il tipo di purificatori appartenenti a ciascun gruppo omogeneo, si può ricavare la massa di residuo dopo trattamento di Wet Oxidation proveniente dalle resine appartenenti ai vari gruppi omogenei. Tali valori sono riportati nella seguente Tabella 5—6.

I bilanci di massa del residuo da ossidazione ad umido da condizionare vengono qui fatti considerando il residuo in forma secca. In realtà, il residuo in oggetto verrà lasciato in forma acquosa, essendo poi l'acqua utilizzata per la produzione della matrice cementizia.

Tabella 5—5 – Massa di residuo da condizionare prodotto dall'impianto di WOT per tipologia di purificatore

Tipo di Purificatore	n° purificatori	Volume di resina pulita iniziale contenuta nel purificatore (litri)	Residuo secco dopo ossidazione per litro di resina pulita iniziale (kg/l)	Residuo secco dopo ossidazione (kg)
Purificatori di decontaminazione	20	800	0,29	4.640
Purificatori di esercizio a letti misti	64	850	0,1	5.440

Relazione di Progetto Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino	ELABORATO TR RE 01080
	REVISIONE 00



Purificatori di esercizio a letti misti e con resine cationiche trattati in batch con rapporto medio delle resine cationiche e anioniche pari a 70:30	22	850	0,28	5.236
TOTALE				15.316

Tabella 5—6 – Massa residuo totale da condizionare per gruppo omogeneo

	GRUPPO BLU	GRUPPO VERDE	GRUPPO ROSSO	GRUPPO GIALLO	GRUPPO VIOLA
N° purificatori	14	21	20	43	8
Totale residuo da condizionare (kg)	1.190	2.856	4.640	5.950	680

Dall'attività associata ai vari gruppi omogenei di purificatori (riportata in Tabella 5—2) e dalla conoscenza della massa di residuo ottenuta dopo trattamento di Wet Oxidation per i vari gruppi omogenei (vedi Tabella 5—6) è possibile una stima della concentrazione di attività nel residuo del WOT relativo a ciascun gruppo omogeneo.

Nella Tabella 5—7 si riporta la concentrazione dei vari isotopi nel residuo da condizionare relativo ai vari gruppi omogenei di purificatori.

In tale stima si ipotizza, conservativamente, che tutta l'attività contenuta nelle resine si trasferisca al residuo trattato.

Per i gruppi omogenei per i quali si hanno sia batch di trattamento di soli purificatori a letti misti che batch di trattamento con purificatori a letti misti e purificatori con resina cationica (batch con rapporto medio resine cationiche anioniche 70:30), nella valutazione dell'attività specifica si considera la massa di residuo proveniente dai batch con soli purificatori a letti misti che producono una massa di residuo minore e dunque un'attività specifica maggiore.

Chiaramente, tale stima, basandosi sull'inventario radiologico disponibile per le resine, è affetta dallo stesso livello di incertezza associato a tale inventario.

Relazione di Progetto Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino	ELABORATO TR RE 01080
	REVISIONE 00



Tabella 5—7 - Attività specifica massima nei residui [Bq/g] per i diversi gruppi omogenei, alla data di riferimento del 31/12/2011

Gruppo Omogeneo	Co-60	Cs-137	Cs-134	Fe-55	Ni-59	Ni-63	Sr-90	Pu-241	Am-241	Pu-238	Pu-239	Cm-244	Attività β-γ	Attività α	Attività Totale
Blu	1,95E+05	4,85E+05	1,46E+00	1,75E+04	1,09E+04	1,89E+06	6,04E+03	9,13E+02	5,00E+01	4,40E+01	1,39E+01	1,12E+01	2,60E+06	1,19E+02	2,60E+06
Verde	4,52E+04	5,01E+05	2,60E-01	3,23E+03	2,90E+03	5,09E+05	8,42E+02	2,35E+02	1,05E+01	7,49E+00	2,96E+00	1,84E+00	1,06E+06	2,28E+01	1,06E+06
Rosso	1,30E+05	6,07E+01	0,00E+00	1,03E+04	1,00E+03	1,29E+05	8,06E+01	4,32E+02	3,29E+01	3,14E+01	1,51E+01	5,75E+00	2,71E+05	8,52E+01	2,71E+05
Giallo	7,62E+02	1,52E+06	1,15E+01	4,68E+01	6,59E+02	1,12E+05	2,40E+03	1,28E+03	4,95E+01	2,33E+01	3,54E+01	5,98E+00	1,63E+06	1,14E+02	1,63E+06
Viola	6,68E+04	1,02E+02	0,00E+00	1,72E+03	2,02E+04	4,79E+05	2,69E+00	1,92E+00	2,72E-02	2,77E-02	5,77E-02	8,51E-03	5,67E+05	1,21E-01	5,67E+05

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



5.3 Manufatti Finali (Waste Package)

Il manufatto finale prodotto dall'impianto SiCoMoR sarà costituito dal rifiuto radioattivo condizionato in matrice cementizia in forma omogenea (waste form), e da un fusto cilindrico in acciaio inossidabile di volume utile pari a 440 litri (fusto CC-440) in cui la matrice stessa è contenuta.

Il fusto, sia durante la fase di produzione del manufatto, che durante la successiva fase di stoccaggio nel deposito dell'impianto sarà contenuto all'interno di un overpack schermante.

L'insieme fusto/overpack costituisce un collo che sarà qualificato per il trasporto.

5.3.1 Processo di cementazione dei residui provenienti dal trattamento di WOT delle resine di Trino

Il processo di condizionamento scelto per i residui provenienti dal trattamento di WOT delle resine di Trino è la cementazione del residuo, presente sotto forma di soluzione liquida radioattiva, direttamente all'interno di un fusto dotato di girante a perdere (in drum mixing and cementation).

Le modalità di svolgimento di tale processo e sistemi di impianto a ciò adibiti vengono illustrati dettagliatamente nel capitolo 11.

I residui radioattivi da cementare ottenuti dal trattamento di WOT delle resine sono costituiti da una sospensione di solidi insolubili in una soluzione acquosa di solidi solubili.

Tale soluzione acquosa sarà portata al livello di concentrazione voluto utilizzando l'evaporatore dalle Sezione di Post-trattamento dell'impianto di WOT (vedi § 9.10).

Nello specifico, nella soluzione verrà lasciato il quantitativo d'acqua necessario al processo di cementazione.

La soluzione concentrata verrà stoccata all'interno di due serbatoi di accumulo della sezione di Post-trattamento ed inviata a batch nel serbatoio di dosaggio della sezione 100 dell'impianto SiCoMoR (vedi capitolo 11).

Nel processo di condizionamento verranno miscelate, dunque, due correnti:

- Il residuo radioattivo sotto forma di soluzione liquida in uscita dal processo WOT,
- Cemento in polvere

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Nei bilanci di massa, per quanto riguarda l'acqua, va tenuto in conto anche dell'acqua che verrà utilizzata a fine trasferimento della tubazione per il lavaggio della relativa tubazione.

Con il fine di rispettare le ricette di condizionamento qualificate per mezzo delle attività di qualifica espletata, il quantitativo di rifiuto in forma secca¹ deve essere pari, al massimo, al 7,5% in peso nell'impasto costituito da acqua, cemento e rifiuto.

La miscela legante scelta è costituita da cemento PAVICEM AA.R.S.42,5 (60%) e CEM IV/A-P 42,5R (40%). Viene escluso l'utilizzo di additivi.

In Figura 5-1 e Figura 5-2 sono riportati i bilanci di materia, ottenuti considerando le ricette qualificate per la cementazione del rifiuto liquido radioattivo proveniente, rispettivamente, dal trattamento delle resine di esercizio e di quelle di decontaminazione, per le quali sono previste ricette leggermente differenti (differente Rapporto Acqua/Cemento).

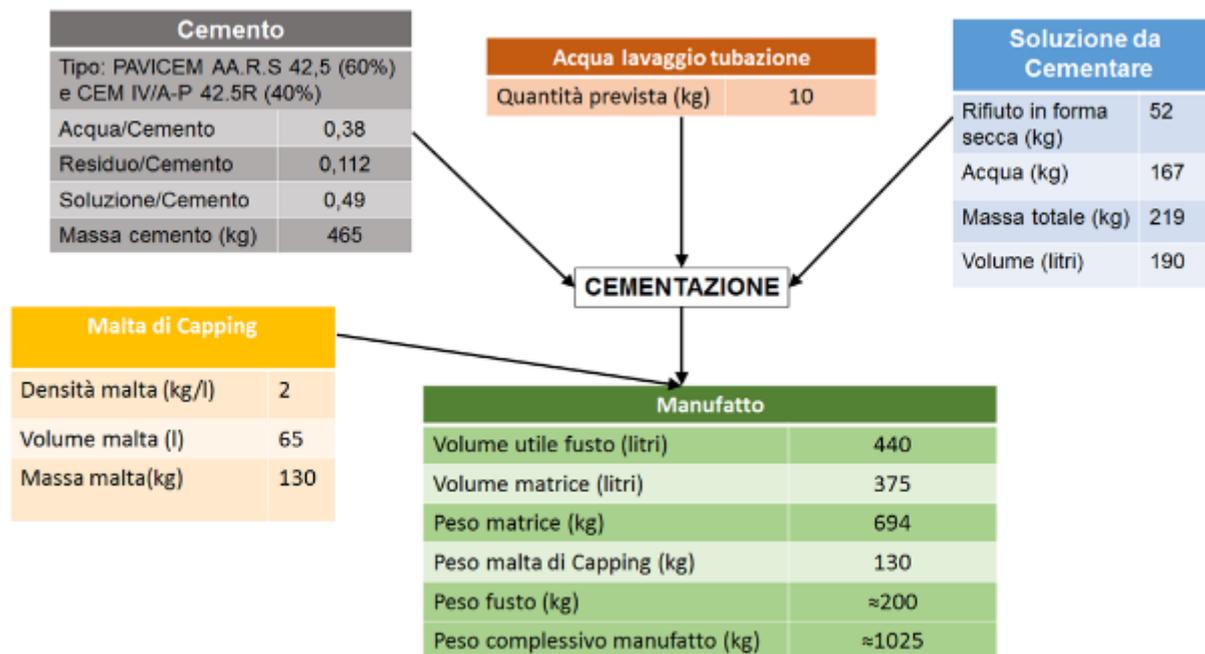
Nei bilanci di massa è riportata anche la fase di capping successiva alla cementazione ed il riassunto delle principali componenti del manufatto prodotto.

¹ In realtà durante il processo tale quantità di residuo sarà disciolta in acqua.

Relazione di Progetto Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino	ELABORATO TR RE 01080
	REVISIONE 00



Figura 5-1 – Bilancio di massa relativo alla cementazione dei residui derivanti dal trattamento delle resine dei purificatori di esercizio



Relazione di Progetto

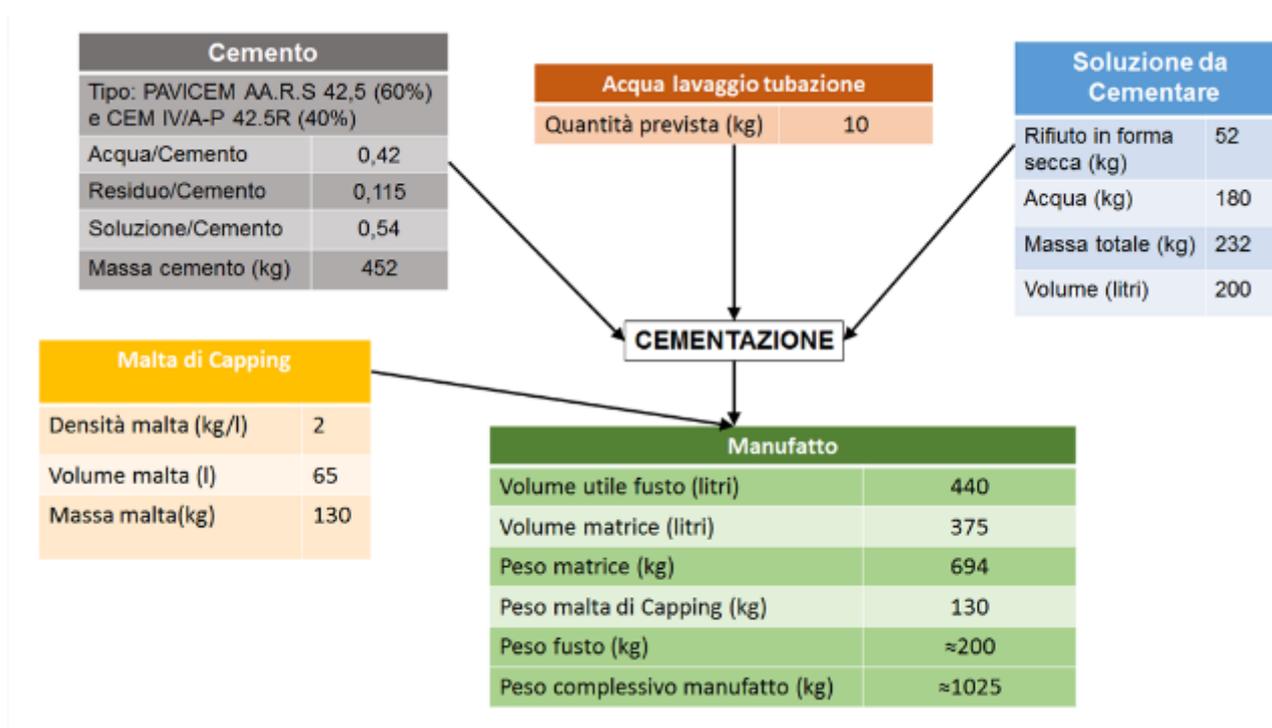
Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Figura 5-2 - Bilancio di massa relativo alla cementazione dei residui derivanti dal trattamento delle resine dei purificatori di decontaminazione



5.3.2 Contenitore per cementazione e overpack schermante

Per la produzione del manufatto sarà impiegato il contenitore cilindrico da 440 litri (CC-440). Tale contenitore ha una capacità nominale pari a 440 litri ed è dotato di girante a perdere per permettere la cementazione della soluzione radioattiva direttamente all'interno del fusto stesso (processo "in drum mixing and cementation").

La matrice cementizia inglobante il rifiuto radioattivo occuperà un volume massimo pari all'85% del volume utile del fusto.

Il restante volume del contenitore viene riempito con malta inerte che ricopre la matrice cementizia.

Il contenitore vuoto ha un peso di circa 200 kg mentre il manufatto potrà avere un peso massimo di 1100 kg.

Il contenitore è provvisto di un coperchio di chiusura. Quest'ultimo viene serrato alla flangia del fusto, terminata la fase di produzione della matrice cementizia e del capping, tramite 18

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



bulloni M12. Tra coperchio esterno e flangia del fusto è posizionata una guarnizione in grafite e acciaio inossidabile.

Il corpo del contenitore ed il coperchio sono realizzati in acciaio inox.

Il mantello cilindrico del corpo del contenitore ha uno spessore di 2 mm.

Il coperchio esterno ha uno spessore massimo di 1,7 cm.

Nella parte superiore il contenitore presenta una piastra d'acciaio con spessore pari a 2 mm, sulla quale sono presenti i fori per l'accoppiamento con la testa di cementazione.

Il contenitore CC-440, fin dalla fase di produzione del manufatto sarà accompagnato da un overpack schermante di forma cilindrica. Il contenitore verrà, infatti, inserito in tale overpack prima di essere collocato sulla rulliera di ingresso all'impianto di cementazione.

E' previsto, inoltre, che il contenitore rimanga all'interno dell'overpack schermante anche durante la fase di "interim storage" del manufatto nel deposito dell'impianto e nella successiva fase di trasporto verso il sito di smaltimento.

Il corpo dell'overpack verrà realizzato in calcestruzzo baritico con inserto in acciaio di spessore compreso tra 10 e 30 mm. E' inoltre previsto un liner esterno di 4 mm di spessore.

Lo spessore massimo del mantello cilindrico del corpo dell'overpack è pari a 16 cm.

Il diametro esterno massimo dell'overpack sarà di 112.6 cm.

Il coperchio dell'overpack è realizzato in acciaio al carbonio, ed ha uno spessore variabile da 3 a 5 cm ed è fissato al corpo dell'overpack per mezzo di 10 bulloni M22.

Nella parte inferiore l'overpack è costituito da un fondo in calcestruzzo baritico sagomato, con spessore minimo pari a 13,5 cm. Su un diametro pari al diametro interno dell'overpack, il fondo ha uno spessore maggiore e pari a 18,5 cm.

Sul fondo è presente una piastra d'acciaio con spessore che può variare da 1 a 3 cm.

Grazie alla presenza di due travi di irrigidimento sul fondo del fusto e corrispondentemente di quattro piastre sul fondo dell'overpack, sarà possibile impedire la rotazione del fusto una volta inserito nell'overpack.

L'ingombro massimo in altezza dell'overpack sarà di 131.6 cm.

Il peso totale dell'overpack, comprensivo di coperchio, dev'essere inferiore a 3800 kg mentre il peso massimo dell'insieme overpack/manufatto sarà minore di 5000 kg.

L'overpack sarà movimentabile agganciandolo sotto la flangia con apposita pinza.

PROPRIETA' Del Lucchese M.	STATO Documento definitivo	LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE Aziendale	PAGINE 27/161
Legenda	Stato: Bozza, In Approvazione, Documento Definitivo Livello di Classificazione: Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale – riproduzione vietata, Uso Ristretto – riproduzione vietata		

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



L'overpack in oggetto è progettato per permetterne l'impilaggio fino a tre livelli.

5.3.3 Stima del numero di manufatti prodotti

Grazie alla conoscenza del processo WOT e ai risultati delle prove sul Mock Up è stato possibile stimare la massa totale di residuo da condizionare. Tale massa risulta essere di circa 15.500 kg (§ 5.2, Tabella 5—5).

Per il contenitore CC-440 che verrà utilizzato può essere stimato un riempimento con la matrice cementizia di circa l'85% del volume utile, e dunque un volume della matrice cementizia pari a circa 375 litri.

Poiché la presente valutazione è finalizzata ad avere una stima conservativa del numero di fusti che saranno prodotti, si considera per la densità della matrice cementizia un valore al limite inferiore dell'intervallo di variabilità per tale parametro.

Considerando, pertanto, una densità della matrice cementizia pari a 1,85 kg/litro, si ottiene che la massa di matrice che sarà contenuta in un contenitore CC-440 sarà pari a circa 694 kg.

Come evidenziato nel processo di qualifica della matrice, è possibile inserire al massimo il 7.5% in peso di rifiuto secco nell'impasto. Per cui, in tali condizioni, si avranno, al massimo, circa 52 kg di residuo in ciascun manufatto cementato.

Con tali ipotesi, conoscendo la massa complessiva di residuo da condizionare (vedi § 5.2), si può stimare la produzione di circa 300 manufatti cementati a seguito del condizionamento in matrice cementizia dei residui del processo di Wet Oxidation.

Nella Tabella 5—8 si dettaglia il numero di manufatti che saranno prodotti per gruppo omogeneo di provenienza del residuo da condizionare.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Tabella 5—8 - Numero di fusti per gruppo omogeneo

	Gruppo Blu	Gruppo Verde	Gruppo Rosso	Gruppo Giallo	Gruppo Viola	Totale
n° purificatori	14	21	20	43	8	106
Totale residuo da condizionare (kg)	1.190	2.856	4.640	5.950	680	15.316
Numero totale di fusti prodotti	23	55	90	115	14	297

5.3.4 Caratteristiche radiologiche del manufatto

Come indicato nel paragrafo precedente, all'interno di un manufatto cementato verranno inglobati circa 52 kg di residuo proveniente dal trattamento di Wet Oxidation delle resine.

Ai soli fini delle valutazioni di radioprotezione sviluppate nell'ambito della progettazione dell'impianto di condizionamento SiCoMoR, si è assunto, conservativamente, un quantitativo maggiorato di residuo inglobato nel manufatto e pari a 64 kg.

Tale quantitativo conservativo è stato derivato considerando una percentuale di residuo nella matrice pari all'8% (anziché al 7,5 % come da ricetta di cementazione) e una massa di matrice nel manufatto pari a 800 kg (anziché 694 kg come stimato assumendo una densità della matrice di 1,85 g/cm³ ed un volume di riempimento pari all'85% del contenitore CC440).

Per tale quantitativo maggiorato di residuo pari a 64 kg per manufatto, si assume sempre la concentrazione di attività riportata nella Tabella 5—7. Da ciò consegue che per il manufatto viene considerato un inventario radioisotopico conservativo rispetto a quello massimo che potrà essere effettivamente presente.

Nella Tabella 5—9 si riporta tale l'inventario radioisotopico conservativo che si ottiene ipotizzando un contenuto di residuo pari a 64 kg nel manufatto.

Nella Tabella 5—10 si riporta la concentrazione di attività nella matrice cementizia del manufatto.

Relazione di Progetto Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino	ELABORATO TR RE 01080
	REVISIONE 00



Come già detto, l'attività riportata è relativa alla data di riferimento del 31/12/2011.

Relazione di Progetto Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino	ELABORATO TR RE 01080
	REVISIONE 00



Tabella 5—9 – Attività massima nei manufatti prodotti, alla data di riferimento del 31/12/11

Gruppo Omogeneo	Attività [Bq]														
	Co-60	Cs-137	Cs-134	Fe-55	Ni-59	Ni-63	Sr-90	Pu-241	Am-241	Pu-238	Pu-239	Cm-244	Attività b-g	Attività alfa	Attività totale
Blu	1,25E+10	3,11E+10	9,33E+04	1,12E+09	6,96E+08	1,21E+11	3,87E+08	5,85E+07	3,20E+06	2,82E+06	8,88E+05	7,17E+05	1,67E+11	7,62E+06	1,67E+11
Verde	2,89E+09	3,20E+10	1,66E+04	2,07E+08	1,86E+08	3,26E+10	5,39E+07	1,51E+07	6,70E+05	4,79E+05	1,89E+05	1,18E+05	6,80E+10	1,46E+06	6,80E+10
Rosso	8,30E+09	3,89E+06	0,00E+00	6,56E+08	6,43E+07	8,28E+09	5,16E+06	2,76E+07	2,11E+06	2,01E+06	9,68E+05	3,68E+05	1,73E+10	5,45E+06	1,73E+10
Giallo	4,88E+07	9,70E+10	7,37E+05	3,00E+06	4,22E+07	7,15E+09	1,54E+08	8,21E+07	3,17E+06	1,49E+06	2,26E+06	3,83E+05	1,05E+11	7,31E+06	1,05E+11
Viola	4,27E+09	6,52E+06	0,00E+00	1,10E+08	1,29E+09	3,06E+10	1,72E+05	1,23E+05	1,74E+03	1,77E+03	3,69E+03	5,45E+02	3,63E+10	7,76E+03	3,63E+10

Tabella 5—10 – Concentrazione di attività massima nei manufatti prodotti, alla data di riferimento del 31/12/11

Gruppo Omogeneo	Concentrazione di Attività [Bq/g]														
	Co-60	Cs-137	Cs-134	Fe-55	Ni-59	Ni-63	Sr-90	Pu-241	Am-241	Pu-238	Pu-239	Cm-244	Attività b-g	Attività alfa	Attività totale
Blu	1,56E+04	3,88E+04	1,17E-01	1,40E+03	8,69E+02	1,51E+05	4,83E+02	7,31E+01	4,00E+00	3,52E+00	1,11E+00	8,97E-01	2,08E+05	9,53E+00	2,08E+05
Verde	3,62E+03	4,01E+04	2,08E-02	2,59E+02	2,32E+02	4,07E+04	6,74E+01	1,88E+01	8,38E-01	5,99E-01	2,37E-01	1,47E-01	8,50E+04	1,82E+00	8,50E+04
Rosso	1,04E+04	4,86E+00	0,00E+00	8,20E+02	8,04E+01	1,03E+04	6,44E+00	3,46E+01	2,63E+00	2,51E+00	1,21E+00	4,60E-01	2,17E+04	6,82E+00	2,17E+04
Giallo	6,10E+01	1,21E+05	9,22E-01	3,74E+00	5,27E+01	8,94E+03	1,92E+02	1,03E+02	3,96E+00	1,87E+00	2,83E+00	4,79E-01	1,31E+05	9,14E+00	1,31E+05
Viola	5,34E+03	8,15E+00	0,00E+00	1,38E+02	1,61E+03	3,83E+04	2,15E-01	1,54E-01	2,18E-03	2,22E-03	4,62E-03	6,81E-04	4,54E+04	9,69E-03	4,54E+04

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Dalla Tabella 6—10 si può notare che i manufatti che verranno prodotti sono da classificare come manufatti di Categoria 3 sulla base della classificazione indicata nella Normativa UNI-10621 [3], sostanzialmente a causa di un beta emettitore a lunga vita, ossia il Ni-63, presente nei manufatti in concentrazioni variabili tra 10^4 e 10^5 Bq/g.

La concentrazione di alfa emettitori nella matrice è, invece, tale per cui il manufatto non sarebbe da classificare come categoria 3.

Inoltre, il livello di concentrazione di attività totale nella matrice cementizia è tale per cui la quantità di calore generata al suo interno è trascurabile.

A seguito della entrata in vigore del Decreto 7 agosto 2015 sulla classificazione dei rifiuti radioattivi [1], si avrebbe la situazione riportata nella seguente Tabella 5—11.

Tabella 5—11 – Confronto con i limiti di bassa attività per gruppo omogeneo (Data di riferimento 31/12/11)

		Isotopi a vita breve (tdim<31 anni) [Bq]	Isotopi a lunga vita del Ni (Ni-59, Ni-63) [Bq]	Alfa emettitori [Bq]
	Limite bassa attività da DM 7-8-2015	5,00E+06	4,00E+04	4,00E+02
Gruppo Omogeneo Purificatori resine	n° fusti prodotti			
Blu	19	5,64E+04	1,52E+05	9,53E+00
Verde	45	4,40E+04	4,10E+04	1,82E+00
Rosso	73	1,12E+04	1,04E+04	6,82E+00
Giallo	93	1,22E+05	8,99E+03	9,14E+00
Viola	11	5,49E+03	3,99E+04	9,69E-03
Media pesata	241	6,33E+04	2,81E+04	6,68E+00

Come si vede, si superano i limiti della bassa attività, solo per gli isotopi del Nichel, solo per i manufatti provenienti dal condizionamento di 2 gruppi omogenei di purificatori, (poiché l'attuale strategia di processo prevede il trattamento a batch di gruppi omogenei di purificatori).

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Se si miscelassero tutte le resine, il manufatto medio sarebbe da classificare come rifiuto a bassa attività, sulla base della nuova classificazione introdotta dal Decreto 7 agosto 2015 [1].

Ad ogni modo, anche lasciando il processo di trattamento e condizionamento per batch di gruppi omogenei di purificatori, si può ragionevolmente assumere che i pochi manufatti che superano i limiti della bassa attività, ricadano comunque tra i rifiuti di media attività che il Decreto del 7 agosto 2015 definisce come possibilmente smaltibili nella sezione di smaltimento superficiale del Deposito Nazionale. Infatti, sebbene i limiti per tale tipologia di smaltimento saranno definiti nei criteri di accettabilità dei rifiuti che saranno emanati dal Deposito Nazionale, il superamento dei limiti della bassa attività per i manufatti in oggetto, oltre ad essere relativo a pochi manufatti, è associato solo agli isotopi del Nichel, che hanno una bassa radiotossicità.

Relazione di Progetto Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino	ELABORATO TR RE 01080
	REVISIONE 00



6. DESCRIZIONE GENERALE

L'intero progetto finalizzato al trattamento e condizionamento delle resine esaurite prodotte durante l'esercizio e durante le operazioni di decontaminazione dei generatori di vapore della Centrale di Trino prevede la realizzazione di due impianti:

- 1 Impianto di trattamento mediante Tecnologia di Wet Oxidation (IPTR)
- 2 Impianto di condizionamento mediante cementazione omogenea (SiCoMoR)

Nel documento TR N 00007 [4] è riportata la Planimetria con la disposizione finale degli impianti all'interno del sito di Trino.

L'impianto di Wet Oxidation sarà realizzato all'interno dell'edificio Waste Disposal che dovrà essere adeguato per l'installazione e l'esercizio dell'impianto stesso.

Le opere di adeguamento civile (dettagliatamente riportate nel capitolo 7) prevedono la realizzazione di interventi di demolizione e consolidamento, la realizzazione di cunicoli di collegamento dall'impianto, situato nell'edificio, ai locali ausiliari e alla stazione ossigeno e la realizzazione del piazzale e opere accessorie propedeutiche all'installazione della stazione ossigeno ovvero: sistema di intercettazione e convogliamento delle acque meteoriche e conduit interrati per il passaggio delle linee elettriche.

Il complesso delle unità dell'Impianto Prototipale per il Trattamento delle Resine esaurite (IPTR) prodotte nella Centrale di Trino (VC) si articola sinteticamente all'interno di tre sezioni

- Pre-Trattamento: consiste nel recupero delle resine esaurite dai purificatori giacenti in centrale, nella preparazione dell'alimentazione (sospensione di resina finemente macinata in acqua) e nell'omogeneizzazione del contenuto di un numero definito di purificatori;
- Trattamento: consiste nel processo di ossidazione ad umido (WOT) per trasformare la materia organica in acqua e anidride carbonica e la materia inorganica in un residuo composto sia da ossidi insolubili che da sali solubili;
- Post-Trattamento: consiste nella concentrazione della soluzione prima di essere inviata al successivo impianto di condizionamento (SiCoMoR).

La descrizione di dettaglio dell'impianto è riportata nel successivo capitolo 9.

I residui ottenuti dal processo di ossidazione ad umido (WOT) saranno condizionati in matrice cementizia in forma omogenea mediante l'impianto di condizionamento SiCoMoR.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Ai fini dell'installazione di tale impianto presso il sito di Trino e per i collegamenti all'impianto WOT è prevista la realizzazione di una struttura di confinamento con le relative opere di fondazione, di cunicoli per il collegamento all'impianto WOT e al sistema Radwaste di centrale e di opere accessorie propedeutiche all'installazione dell'impianto (sistema di intercettazione e convogliamento delle acque meteoriche e conduit interrati per il passaggio delle linee elettriche).

Maggiore dettaglio nella descrizione degli interventi previsti è riportato al successivo capitolo 10.

L'impianto SiCoMoR è suddiviso nelle seguenti sezioni, che coincidono con le principali fasi del processo di condizionamento da eseguire:

- Sezione di ricevimento e dosaggio dei rifiuti liquidi (sezione 100).
- Sezione di cementazione dei rifiuti (sezione 200).
- Sezione di caricamento del cemento, additivi e rifiuti solidi granulari (sezione 300).
- Sezione di ingresso all'area di processo confinata e di indirizzamento fusto/overpack (sezione 400)
- Sezione di maturazione della matrice cementizia (sezione 500)
- Sezione di capping (sezione 600).
- Sezione di maturazione del capping (sezione 700)
- Sezione di chiusura dei coperchi del fusto e dell'overpack e controllo della contaminazione (sezione 800).

Il dettaglio del progetto è riportato nel successivo capitolo 11.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



7. LINEE GUIDA, OBIETTIVI E CRITERI DI PROGETTO

7.1 Linee guida e obiettivi di sicurezza e di radioprotezione

7.1.1 Obiettivi generali di sicurezza e di radioprotezione

Tutti gli interventi che riguardano le installazioni nucleari sono pianificati con l'obiettivo fondamentale di proteggere l'individuo, la collettività e l'ambiente dal rischio di natura radiologica.

Con riferimento alla realizzazione e gestione degli impianti di trattamento e condizionamento, questo principio di natura generale si traduce in obiettivi specifici, e modalità operative che possono essere così sintetizzati:

- Limitare le esposizioni del personale operativo e della popolazione durante il normale esercizio in base al principio di ottimizzazione, secondo il quale le esposizioni alle radiazioni devono essere ridotte al livello più basso ragionevolmente ottenibile (ALARA);
- Porre in essere tutte quelle precauzioni atte ad evitare l'insorgenza di incidenti con potenziale rilascio di radioattività;
- Assicurare la protezione della popolazione e dell'ambiente a fronte dei rischi associati a situazioni incidentali attraverso la riduzione al livello più basso ragionevolmente ottenibile delle dosi, garantendo in ogni caso il rispetto dei limiti fissati dalla legge italiana in materia sia in termini di esposizione alle radiazioni della popolazione che di rilasci di radioattività all'ambiente.

7.1.2 Classificazione degli eventi

Per il progetto in oggetto, secondo una prassi consolidata, gli eventi vengono classificati in tre differenti categorie:

- Eventi di Categoria I Condizioni di normale funzionamento, incluse le manutenzioni programmate.
- Eventi di Categoria II Condizioni anormali.
- Eventi di Categoria III Condizioni incidentali.

Eventi di Categoria I

Comprendono il normale funzionamento dell'Impianto e tutte le operazioni programmate, incluse le fermate per interventi d'ispezione e di manutenzione ordinaria.

Relazione di Progetto Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino	ELABORATO TR RE 01080
	REVISIONE 00



Eventi di Categoria II

Gli eventi della Categoria II comprendono gli eventi anormali statisticamente possibili durante il periodo di vita operativa dell'impianto.

Un elenco preliminare e non esaustivo di eventi di categoria II è il seguente:

- Guasti singoli di componenti attivi di processo (pompe, ventilatori, servomeccanismi di valvole ecc. e di componenti del sistema di strumentazione e di controllo/comando del processo).
- Malfunzionamenti dei sistemi di controllo della pressione all'interno delle aree confinate.
- Riduzione dell'efficienza di funzionamento dei filtri degli impianti di ventilazione.
- Perdite di liquidi di piccolissima entità da componenti di tubazioni, serbatoi, ecc.
- Malfunzionamenti dell'Impianto di Ventilazione dell'impianto.
- Mancanza prolungata d'energia elettrica.
- Malfunzionamenti dei sistemi ausiliari di servizio.
- Eventi naturali esterni quali temporali, fulmini ecc.

Eventi di Categoria III

Si tratta di eventi incidentali credibili che, pur non essendo attesi durante la vita dell'Impianto, sono comunque assunti ai fini dell'analisi di sicurezza. Gli eventi incidentali non si considerano concomitanti.

Un elenco preliminare e non esaustivo di eventi di categoria III è il seguente:

- Perdita totale dei sistemi ausiliari (ventilazione, strumentazione e controllo, ecc.).
- Perdita o rotture nei componenti della barriera di confinamento primaria.
- Eventi legati al funzionamento dell'impianto quali:
 - Rotture di tubazioni, serbatoi o componenti di processo,
 - Rottura dei filtri della ventilazione,
 - Incendio,
 - Esplosione,
 - Allagamento di origine interna,

PROPRIETÀ Del Lucchese M.	STATO Documento definitivo	LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE Aziendale	PAGINE 37/161
Legenda	Stato: Bozza, In Approvazione, Documento Definitivo Livello di Classificazione: Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale – riproduzione vietata, Uso Ristretto – riproduzione vietata		

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- Caduta carichi sospesi.
- Eventi Naturali Esterni:
 - Sisma.
 - Tornado e suoi effetti secondari.
 - Inondazione – Allagamento Esterno.

La caratterizzazione degli eventi naturali esterni ed i criteri specifici di protezione da tali eventi adottati nella progettazione dell'impianto WOT e SiCoMoR è riportata ai paragrafi 9.5 e 11.4 rispettivamente.

7.1.3 Obiettivi di radioprotezione

Gli impianti WOT e SiCoMoR saranno progettati e realizzati per rispettare gli obiettivi di sicurezza e di radioprotezione generali di cui al paragrafo 7.1.1.

In particolare le scelte progettuali sono orientate alla minimizzazione dell'impegno di dose al personale operativo e dell'impatto radiologico sulla popolazione durante la costruzione, il collaudo, il normale esercizio e le situazioni anomale o incidentali.

In particolare, per quanto riguarda l'impatto radiologico sulla popolazione, l'impianto sarà progettato per soddisfare i più stringenti obiettivi di radioprotezione adottati da Sogin per gli interventi di decommissioning, riportati nella seguente Tabella 7—1.

Relazione di Progetto Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino	ELABORATO TR RE 01080
	REVISIONE 00



Tabella 7—1 - Obiettivi di Radioprotezione per la popolazione

(Dose Efficace)

Condizioni di impianto	Obiettivi di radioprotezione per il gruppo di riferimento della popolazione	
Categoria I	10 µSv/anno	Il limite si intende riferito al complesso delle attività svolte sull'impianto nel corso del medesimo periodo e non alla singola attività.
Categoria II	1÷100 µSv/evento	La dose efficace alla popolazione derivante da tutti gli eventi di II categoria moltiplicata per le relative probabilità di accadimento (espresse in eventi/anno) deve rispettare il limite di 10 µSv/anno.
Categoria III	1 mSv/evento	Valore al di sopra del quale, ai sensi del D.Lgs. 230/95 e s.m.i., si applicano le disposizioni per gli "interventi" in caso di emergenze radiologiche e nucleari.

Per i lavoratori esposti, in conformità ai principi generali del D. Lgs. 230/95 e successive modifiche, devono essere attuate, sull'impianto, prescrizioni e procedure di radioprotezione idonee a ridurre le esposizioni al livello più basso ragionevolmente ottenibile.

Sempre sulla base della suddetta legislazione, vanno, in ogni caso, rispettati per i lavoratori esposti i seguenti limiti di legge in relazione all'esposizione al corpo intero:

Tabella 7—2 – Limiti di esposizione per lavoratori esposti

(Dose Efficace)

Eventi Categoria I	Eventi Categoria II	Eventi Categoria III	Operazioni di recupero / ripristino eccezionali
< 20 mSv/anno		< 40 mSv/ev	< 100 mSv/ev

In aggiunta a quanto sopra e con riferimento alle condizioni di normale funzionamento, gli scarichi dall'impianto di trattamento e condizionamento in oggetto saranno sempre tali da impegnare una frazione limitata della formula di scarico (liquidi e gassosi) del sito di Trino. Ciò al fine di consentire sul sito il rispetto della formula di scarico, considerando anche tutte le altre attività eventualmente in corso sul sito stesso.

Relazione di Progetto Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino	ELABORATO TR RE 01080
	REVISIONE 00



7.2 Criteri di radioprotezione e protezione dell'ambiente

7.2.1 Criteri generali

Il rispetto degli obiettivi di radioprotezione riportati nel par. 7.1.3 sarà garantito attraverso l'applicazione dei seguenti criteri di progetto:

- Confinamento della contaminazione nei punti di produzione
- Minimizzazione dei rilasci (liquidi e/o aeriformi) verso l'esterno, per rendere trascurabile, dal punto di vista radiologico, l'impatto verso l'ambiente e la popolazione
- Minimizzazione dell'impegno collettivo di dose per gli operatori addetti allo svolgimento delle operazioni
- Minimizzazione del rischio radiologico per gli operatori e per l'ambiente a seguito di eventi incidentali che potrebbero verificarsi durante lo svolgimento delle operazioni
- Minimizzazione dei rifiuti radioattivi secondari prodotti durante lo svolgimento delle attività

In particolare, l'implementazione dei suddetti criteri avverrà adottando le seguenti soluzioni progettuali:

- Protezione dall'irraggiamento esterno mediante:
 - Opportune barriere schermanti
 - Riduzione tempi di permanenza in zone ad alta intensità di esposizione
 - Remotizzazione, ove possibile, delle operazioni
- Protezione da contaminazione in aria mediante:
 - Adozione di barriere statiche successive per il contenimento della contaminazione;
 - Associazione ai sistemi di contenimento statico, definiti dalle barriere, di un opportuno sistema di confinamento dinamico che colletti l'eventuale contaminazione e garantisca un flusso d'aria (attraverso pressioni decrescenti) dalle zone pulite verso le zone a maggior rischio di contaminazione;
 - Filtrazione dell'aria effluente dall'impianto per mitigare i rilasci ambientali;
- Possibilità di effettuare la manutenzione, riparazione o sostituzione dei componenti attraverso:

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- Sistemi remotizzati
- Intervento diretto degli operatori previa rimozione (o schermaggio) delle sorgenti
- Scelta o trattamento dei materiali e delle strutture in modo tale da risultare facilmente decontaminabili allo scopo di minimizzare l'impegno radiologico del personale in eventuali interventi di manutenzione straordinaria e nella successiva fase di decommissioning.
- Suddivisione delle aree/locali in funzione del differente valore di esposizione e del rischio di contaminazione:
 - Viene effettuata una suddivisione delle aree di impianto sulla base dell'intensità di esposizione, al fine di ottimizzare gli schermaggi e fissare i tempi massimi di permanenza nei vari locali dell'impianto.

I criteri alla base di tale suddivisione sono riportati nel paragrafo 7.2.2.
 - Viene effettuata una suddivisione delle aree di impianto in base al rischio crescente di contaminazione, al fine di una corretta applicazione delle barriere statiche e dinamiche (progettazione del sistema di ventilazione).

I criteri alla base di tale suddivisione sono riportati nel paragrafo 7.2.3.
- Implementazione di un adeguato sistema di monitoraggio delle radiazioni in grado di effettuare:
 - Monitoraggio ambientale della radiazione gamma.
 - Monitoraggio della contaminazione in aria e negli effluenti liquidi.
- Implementazione di apposite disposizioni e prescrizioni che regolino:
 - L'accesso del personale all'impianto;
 - Lo svolgimento di tutte le operazioni all'interno dell'area operativa e di manutenzione ordinaria;
 - Le ispezioni ed i controlli;
 - Le azioni di ripristino in caso di condizioni anomale od incidentali.

7.2.2 Schermaggio delle sorgenti radioattive e classificazione delle aree in base al rateo di dose

L'impianto in oggetto deve prevedere schermi in grado di attenuare i ratei di dose a livelli tali da permettere il rispetto degli obiettivi di radioprotezione per lavoratori e popolazione riportati nel paragrafo 7.1.3.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Nel dimensionamento di tali schermi devono essere considerate:

- L'intensità massima della sorgente radioattiva presente durante le varie fasi del processo di trattamento e condizionamento, sulla base delle caratteristiche radiologiche dei rifiuti.
- La disposizione geometrica della sorgente radioattiva presente durante le varie fasi del processo di trattamento e condizionamento.
- L'intero impianto di trattamento e condizionamento può essere classificato come Zona Controllata ai sensi del D.L. 235/00 e successivi.

Ai fini di ottimizzare il dimensionamento degli schermi e di fissare i tempi massimi di permanenza, le aree in cui è suddivisibile l'impianto saranno classificate in base all'intensità di esposizione, come indicato nel seguito:

- Aree/locali normalmente accessibili zona gialla;
- Aree/locali parzialmente accessibili zona arancio;
- Aree/locali inaccessibili zona rossa.

I limiti di intensità di dose e i tempi massimi di permanenza in ciascuna di tali zone sono riportati nella seguente Tabella 7—3.

Tabella 7—3 - Intensità di dose e tempo massimo di permanenza ammissibili nelle varie Zone di irraggiamento

Zone di irraggiamento	Intensità di dose	Tempo massimo di permanenza
Zona gialla	< 2,5 $\mu\text{Sv/h}$	2000 h/anno
Zona arancio	> 2,5 $\mu\text{Sv/h}$ ÷ < 500 $\mu\text{Sv/h}$	In base al rateo di dose presente
Zona rossa	> 500 $\mu\text{Sv/h}$	Normalmente non accessibile

La classificazione di alcune aree potrà variare a seconda della fase operativa in corso.

La suddivisione in zone ad esposizione crescente prevede che il passaggio di personale da una zona all'altra dello stesso tipo non implichi il passaggio attraverso zone a più alta intensità.

La suddivisione in zone di radiazione costituisce la base di riferimento per le verifiche di schermaggio.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



7.2.3 Classificazione delle aree in base al rischio di contaminazione

Al fine di una corretta applicazione delle barriere statiche e dinamiche, l'impianto sarà suddiviso in aree a potenzialità di contaminazione crescente.

Tale suddivisione in aree a rischio di contaminazione crescente costituisce la base di riferimento per la progettazione del sistema di ventilazione (identificazione e valutazione delle pressioni differenziali tra le diverse aree/locali di impianto nonché direzione della portata di ventilazione dalle zone più pulite verso locali/aree potenzialmente contaminati e/o contaminabili).

Per il progetto del sistema di ventilazione, cui è affidato il contenimento dinamico, si fa riferimento alla normativa ISO 17873.

In base a tale normativa, viene effettuata una classificazione delle aree in funzione dell'eventuale presenza di contaminazione, anche in condizioni incidentali, nei vari locali, come riportato nella successiva Tabella 7—4.

Tabella 7—4 - Classificazione aree in base al rischio di contaminazione

Denominazione	Descrizione	SECONDO ISO 17873	
		Class.	Contaminazione ambientale permanente
Sicuramente pulita	Comprende tutti i locali / aree dell'impianto esenti da contaminazione.	C1	ALARP ^(*) ed in ogni caso < 10% DAC
Normalmente pulita	Zone normalmente pulite; c'è tuttavia la possibilità che la contaminazione vi sia trasportata dal personale o dal materiale in transito da zone potenzialmente più contaminate (C3 o C4).	C2	> 10% DAC < 30% DAC
Soggetta a contaminazioni accidentali	Zone contenenti sistemi radioattivi soggetti a rilascio di contaminazione solo in caso di danneggiamenti e/o se vengono aperti.	C3	> 30% DAC < DAC
Normalmente contaminata	Zone in cui è presente, in condizioni normali, contaminazione radioattiva o componenti di processo, contenenti la sorgente radioattiva (serbatoi, SaG,...)	C4	>100% DAC

(*) As Low As Reasonably Practicable

Il rischio di dispersione della contaminazione regola sia il progetto dei flussi d'aria (l'aria passa dalle zone a minor rischio verso quelle a più alto rischio) sia i regimi di depressione dei locali (ad un maggior rischio deve corrispondere una maggior depressione).

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



La distribuzione in zone a differente rischio di contaminazione prevede inoltre che il passaggio di personale da una zona all'altra dello stesso tipo non implichi il passaggio attraverso zone a più alto rischio.

7.2.4 Monitoraggio radiologico

Il progetto dovrà includere un adeguato sistema di monitoraggio radiologico, atto a controllare lo stato di funzionamento dell'impianto in tutte le situazioni operative ed il mantenimento delle funzioni essenziali di sicurezza nel corso di eventuali incidenti.

Il sistema di monitoraggio ha lo scopo di:

- Mantenere sotto controllo le dosi occupazionali;
- Prevenire esposizioni accidentali;
- Mantenere sotto controllo i rilasci nell'ambiente.

Il programma di monitoraggio sarà basato su:

- Controlli radiometrici dell'esposizione del personale;
- Monitoraggio dei ratei di dose nelle aree operative dell'impianto;
- Monitoraggio dei livelli di contaminazione alfa/beta/gamma in aria nelle aree operative d'impianto a potenziale rischio di contaminazione;
- Monitoraggio dei rilasci di materiale radioattivo durante il normale funzionamento.

7.3 Criteri di progetto per la sicurezza

7.3.1 Criteri generali

Gli impianti di trattamento e condizionamento saranno progettati in modo che nessun evento di categoria II generi un evento di categoria più severa (categoria III) senza che si verifichino indipendentemente altri incidenti o malfunzionamenti concomitanti.

Le soluzioni impiantistiche da adottare dovranno, inoltre, assicurare l'arresto sicuro di eventuali operazioni di trasferimento, condizionamento o movimentazione in corso al momento dell'evento.

I sistemi di filtrazione, ove accreditati, devono assicurare la loro funzionalità nelle condizioni prodotte dall'evento (ad es. efficienza di filtrazione anche in presenza sostanze aggressive).

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Le operazioni di messa in sicurezza dell'impianto a valle dell'evento incidentale, al fine di avviare le operazioni di recupero della completa operabilità, devono potersi compiere nel rispetto dei limiti di dose ai lavoratori riportati nel paragrafo 7.1.3.

7.3.2 Funzioni di sicurezza

Il rispetto degli obiettivi di sicurezza e radioprotezione riportati nel paragrafo 7.1 viene garantito assicurando il mantenimento delle seguenti funzioni di sicurezza:

- Confinamento del materiale radioattivo, sia in termini di contenimento delle sostanze radioattive che di mantenimento dell'integrità dei sistemi di contenimento delle sostanze radioattive e delle strutture in cui tali sistemi saranno ubicati.
- Protezione radiologica basata sullo schermaggio delle sorgenti radioattive,
- Arresto sicuro delle operazioni in corso al momento dell'incidente.

Nel caso degli impianti di trattamento e condizionamento in oggetto non costituiscono aspetti da tener in conto ai fini della sicurezza il controllo della criticità nucleare e lo smaltimento del calore di decadimento. Infatti:

- I rifiuti radioattivi che verranno trattati e condizionati possono contenere al massimo materiali fissili in quantità e/o concentrazioni tali da essere del tutto irrilevanti ai fini degli aspetti di criticità nucleare.
- I rifiuti radioattivi che verranno trattati e condizionati presentano una potenza di decadimento del tutto trascurabile.

7.3.3 Classificazione di Strutture Sistemi e Componenti (SSC)

A seguito dello sviluppo dell'analisi di sicurezza, Strutture², Sistemi³ e Componenti⁴ (SSC), verranno classificati in:

- Gruppi di qualità
- Classi sismiche

Definendo inoltre le normative specifiche applicabili per la progettazione, realizzazione, montaggio, prova e collaudi e le eventuali prescrizioni di "garanzia qualità".

² Le strutture rappresentano gli elementi passivi (es. edifici, serbatoi, schermi, etc.).

³ Un sistema è un insieme di vari componenti assemblati in maniera tale da fornire nel complesso una specifica funzione (attiva).

⁴ Un componente è un elemento del sistema.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



In alcuni casi la classificazione delle SSC sarà stabilita in base a criteri “funzionali” o di “accessibilità”. Si potrà, ad esempio, stabilire per un sistema una classe di qualità più elevata (rispetto a quella definita in base ai risultati dell’analisi di sicurezza) al fine di garantire la sua funzione anche se non richiesta per il rispetto degli obiettivi di radioprotezione. Allo stesso modo, si potrà richiedere la qualifica sismica per alcuni componenti che, ubicati in aree a rischio radiologico non nullo, potrebbero comportare una dose aggiuntiva per gli operatori addetti alle attività di ripristino del componente.

7.3.4 Classificazione di sicurezza

Le Strutture, i Sistemi ed i Componenti (SSC) verranno classificate nei seguenti livelli d’importanza ai fini della sicurezza nucleare:

- Essenziali per la Sicurezza (ES)⁵;
- Importanti per la Sicurezza (IS)⁶;
- SSC Non di Sicurezza (NdS).

Per SSC Essenziali per la Sicurezza (ES) si intendono le SSC il cui funzionamento, a fronte degli incidenti base di progetto, è necessario a limitare il rilascio di materiale radioattivo nella biosfera a valori tali da garantire il rispetto degli obiettivi radioprotezionistici alla popolazione.

Per SSC Importanti ai fini della Sicurezza (IS) si intendono le SSC che non sono classificate essenziali per la sicurezza ma le cui funzioni preventive o mitigative hanno un ruolo dal punto di vista della difesa in profondità (DID) e/o per la sicurezza degli operatori.

Per SSC Non di Sicurezza (NdS) si intendono le SSC che non svolgono alcuna funzione di sicurezza nucleare, il cui guasto o malfunzionamento non comporta conseguenze radiologiche per i lavoratori e/o la popolazione ovvero non comprometta il funzionamento di SSC Essenziali.

Le SSC che svolgono un ruolo di supporto nel consentire ad una SSC Essenziale per la Sicurezza di svolgere la propria funzione di sicurezza sono classificate anch’esse Essenziali per la Sicurezza per la parte che garantisce tale funzione.

Per tutte le SSC che svolgono funzioni essenziali di sicurezza si assicura la necessaria affidabilità con un’opportuna ridondanza di componenti e sistemi, in aggiunta all’impiego di componenti di elevato livello di qualità.

⁵ Safety Class DOE-STD-3009-94; Safety System IAEA Glossary V2007.

⁶ Safety Significant DOE-STD-3009-94; Safety related item IAEA Glossary V2007.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Le SSC classificate ES debbono rispondere ai seguenti requisiti minimi:

- Progettazione a fronte del guasto singolo.
- Indipendenza delle parti attive ridondanti.
- Progettazione a fronte di eventi base di progetto interni ed esterni di origine naturale.
- Operabilità sia con la sola alimentazione elettrica esterna, sia con la sola interna.

I componenti attivi ridondanti (quali valvole, sensori, catene di misura e comando) dovranno essere, preferibilmente, di tipo “fail safe”, testabili ed indipendenti da sistemi di supporto esterni (energia elettrica, aria, ecc.).

7.3.5 Classificazione di qualità

In relazione alle classificazioni sopra indicate si definiranno i Gruppi di Qualità che le SSC dovranno possedere a partire dalla progettazione fino al loro esercizio sull'impianto, ovvero si definirà l'insieme delle normative tecniche applicabili commisurate alla funzione di sicurezza che esse svolgono.

Per l'installazione in oggetto sono definiti tre gruppi di qualità degli standard di riferimento per la progettazione, fabbricazione, installazione e collaudo:

- Gruppi di Qualità C.
- Gruppi di Qualità D.
- Gruppi di Qualità N.

La classificazione è mutuata dalle definizioni riportate nella RG 1.26 ed RG 1.143

In generale il gruppo di qualità degli standard di riferimento è commisurato all'importanza che le SSC svolgono nei confronti della sicurezza, in particolare vale per essi la corrispondenza riportata nel prospetto che segue:

Tabella 7—5 – Corrispondenza tra classificazione di sicurezza e gruppo di qualità

Classificazione di sicurezza	Gruppo di Qualità
ES – Essenziale per la sicurezza	C

Relazione di Progetto Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino	ELABORATO TR RE 01080
	REVISIONE 00



IS – Importante per la sicurezza	D
NdS – Non di sicurezza	N

Tuttavia, a seguito dell'analisi di sicurezza, alcune SSC possono essere classificate in Gruppi di Qualità superiori rispetto alla loro classificazione di sicurezza.

In ogni caso, non è possibile:

- Classificare SCC ES in Gruppo di Qualità inferiore rispetto al gruppo C.
- Classificare SCC IS in Gruppo di Qualità inferiore rispetto al gruppo D.

La corrispondenza tra gruppi di qualità e normativa applicabile per la progettazione, realizzazione, fornitura e montaggio di sistemi e componenti deve essere riportata in una apposita tabella.

7.3.6 Classificazione sismica

Come noto le SSC svolgono la loro funzione di sicurezza a fronte degli eventi di progetto che rappresentano la gamma di condizioni e di eventi presi esplicitamente in considerazione nella progettazione dell'impianto a cui le SSC devono resistere senza superare i limiti di riferimento per la radioprotezione.

Tra gli eventi di progetto, ai fini della classificazione, risulta importante evidenziare il comportamento delle SSC a fronte dell'evento base esterno rappresentato dal sisma. In questa ottica si definiranno le categorie sismiche che le SSC dovranno possedere.

Per l'installazione in oggetto sono definite tre categorie di classificazione del comportamento richiesto dai SSC a fronte del sisma di progetto, in particolare:

- Categoria sismica I (C-I);
- Categoria sismica II (C-II);
- Categoria non sismica (NS).

Le SSC C-I devono essere tali da garantire, durante e dopo il sisma di progetto, il mantenimento della loro integrità, funzionalità e operabilità per la funzione di sicurezza che esse svolgono (Qualifica sismica). Alla Categoria Sismica I (C-I) appartengono tutte le SSC Essenziali ai fini della Sicurezza (ES), le SSC Importanti ai fini della Sicurezza (IS) per le quali si ritiene comunque necessario il funzionamento a seguito di sisma ai fini del principio della difesa in profondità.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Le SSC C-II devono essere tali da garantire, dopo il sisma di progetto, il mantenimento della loro integrità strutturale per la funzione di sicurezza che essi svolgono (Verifica sismica).

Il recupero della funzionalità, qualora questa sia stata persa durante il sisma, non deve comportare sostituzione del componente ma un semplice intervento di manutenzione e/o di ripristino.

Alla Categoria Sismica (C-II) appartengono, in generale, tutte le SSC per le quali non è richiesta la continuità di funzionamento ma il cui il collasso strutturale, durante o dopo il sisma, potrebbe avere le seguenti conseguenze:

- Compromettere la funzionalità delle SSC classificate Essenziali o Importanti per la sicurezza;
- Comportare rilasci incontrollati di radioattività nella biosfera e/o dosi indebita per gli operatori;
- Complicare le azioni di ripristino per fare fronte alle condizioni post-incidentali.

Le SSC NS devono essere tali da garantire, dopo il sisma di progetto, il mantenimento dei requisiti previsti dalle norme tecniche pertinenti.

In generale la classificazione sismica è commisurata all'importanza che le SSC svolgono nei confronti della sicurezza, in particolare si applica la corrispondenza riportata nella seguente tabella:

Tabella 7—6 – *Corrispondenza tra classificazione di sicurezza e classificazione sismica degli SSC*

Classificazione di sicurezza	Classificazione Sismica
ES – Essenziale per la sicurezza	C-I
IS – Importante per la sicurezza	C-II
NdS – Non di sicurezza	NS

Tuttavia, a seguito dell'analisi di sicurezza, alcune SSC possono essere classificate in classi sismiche superiori.

Non è possibile classificare SCC ES in Classe sismica inferiore a C-I.

Non è possibile classificare SCC IS in Classe sismica inferiore a C-II.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



7.3.7 Gruppi di qualità e normativa di riferimento

Gruppo di Qualità C

Il progetto, la costruzione, i collaudi, le prove e l'esercizio dei SSC classificati nel gruppo di qualità C saranno condotti facendo riferimento a:

- Norme specifiche, cioè utilizzate per lo stesso tipo di componenti in impianti analoghi;
- Norme di riferimento - generiche – adottate per componenti di classe analoga in impianti elettronucleari - o norme equivalenti a queste.

In particolare per i componenti meccanici in Gruppo di Qualità C si farà riferimento a quanto indicato nella US NRC Reg. Guide 1.26.

Nella tabella che segue è riportata, per i principali componenti meccanici, il relativo riferimento normativo.

Tabella 7—7 - Normativa applicabile per SSC meccanici di Gruppo di Qualità C

Componenti Meccanici	Norme Gruppo di Qualità C
Recipienti in pressione	ASME III – Code Class 3 (*)
Serbatoi 0-15 psig	come sopra
Serbatoi a pressione atmosferica	come sopra
Tubazioni e valvole	come sopra
Pompe	ASME III – Code Class 3 (*) o normative indicate nella RG.1.143 per impianti RW-IIa o normative equivalenti (**).
Ventilazioni	ASME AG-1

(*) Non è richiesto il Code Symbol ASME e non si applica la Subsection NCA 3800 e 4000 (Richiamata dalle subsection ND8000 e NF8000).

(**) Possono essere considerate equivalenti anche opportune specifiche del costruttore che garantiscano alti livelli di affidabilità in relazione alla funzione di sicurezza richiesta

Per i Sistemi e Componenti Elettrostrumentali di Classe C, il riferimento principale sarà costituito dalle norme IEC.

Relazione di Progetto Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino	ELABORATO TR RE 01080
	REVISIONE 00



Per quanto riguarda la qualifica sismica e ambientale si farà riferimento alle metodologie generali riportate nelle norme IEC applicabili. La principale normativa applicabile è riportata nella tabella seguente.

Tabella 7—8 – Normativa applicabile per SSC Elettrostrumentali di Gruppo di Qualità C.

Apparecchiatura	Norme Gruppo di Qualità C (*)
Strumentazione e Controllo	IEC Applicabili (**) e/o Standard del fabbricante IEC Applicabili (logiche cablate) e/o IEC 61508/61511 (logiche programmabili)
Alimentazioni e Distribuzione Energia Elettrica	CEI 64-8 CEI 11-20, CEI EN 50091-2, CEI EN 50178, CEI EN 62040-3 CEI EN 60439, CEI EN 60947 CEI 20-11, CEI 20-22, CEI 20-29, CEI 20-37, CEI EN 50265

(*) Integrate per gli aspetti di qualifica sismica e ambientale.

(**) Al tipo di sensore.

Gruppo di Qualità D

I riferimenti normativi dei SSC gruppo di Qualità D sono fondamentalmente quelli relativi a SSC di tipo convenzionale e commerciale.

Svolgendo, comunque, funzioni di sicurezza che hanno una validità dal punto di vista della difesa in profondità e della recuperabilità dell'impianto dopo eventi incidentali, tali sistemi saranno anch'essi sottoposti a piani di fabbricazione e controllo della qualità ed a programmi di sorveglianza ed ispezione periodica in modo da assicurare e mantenere il loro corretto funzionamento durante la vita operativa dell'impianto.

Per i Componenti Meccanici in Gruppo di Qualità D, si farà riferimento alla US NRC Reg. Guide 1.143.

Nella tabella che segue è riportata, per i principali componenti meccanici, la relativa norma di riferimento.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Tabella 7—9 - Normativa applicabile per SSC meccanici di classe D

Componenti Meccanici	Norme Gruppo di Qualità D
Recipienti in pressione	ASME VIII-div.1
Serbatoi 0-15 psig	ASME VIII (o API 620 o ASME III) (*)
Tubazioni e valvole	ANSI B31.1 Specifiche del costruttore
Pompe	Specifiche del costruttore o ASME VIII
Ventilazioni	Specifiche del costruttore

(*) L'applicazione delle norme alternative è decisa dal progettista.

Per i componenti e le apparecchiature elettriche e di strumentazione le norme di riferimento saranno le CEI-IEC applicabili.

Gruppo di Qualità N

I riferimenti normativi, per i SSC in tale Gruppo di Qualità, saranno di tipo convenzionale e commerciale, secondo gli standard del fabbricante.

7.3.8 Ridondanza, separazione ed indipendenza

Sistemi e componenti che svolgono funzioni essenziali di sicurezza devono assicurare la necessaria affidabilità delle funzioni di sicurezza; essa è ottenuta con un'opportuna ridondanza di componenti e sistemi e tramite l'impiego di componenti di elevato livello di qualità.

In particolare i sistemi e le apparecchiature, che svolgono funzioni essenziali per la sicurezza, saranno progettati in modo da garantire la loro funzione anche a fronte del peggiore guasto singolo attivo e della perdita della rete elettrica esterna (rete ENEL).

Tale requisito si applica sia ai sistemi che svolgono direttamente la funzione essenziale di sicurezza (sistemi di front line) che ai loro sistemi ausiliari di supporto essenziali (alimentazioni elettriche, strumentazione e controllo, aria strumenti, ecc.).

Il requisito della ridondanza dei componenti attivi si applicherà anche a quei sistemi ed apparecchiature che, pur non essendo essenziali per la sicurezza, risultano particolarmente critici per la continuità e la sicurezza delle normali operazioni, come ad esempio i sistemi di ventilazione delle strutture appartenenti alla barriera di confinamento primaria e/o secondaria e i sistemi che garantiscono l'arresto sicuro dell'impianto. I sistemi di filtrazione associati alle barriere di

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



confinamento (primaria e/o secondaria) dovranno in ogni caso essere dotati di doppia sezione di filtrazione HEPA in serie.

I componenti attivi ridondanti (quali ad esempio valvole, sensori, catene di misura e di comando) dovranno essere, preferibilmente, di tipo “fail safe”, testabili ed indipendenti da sistemi di supporto esterni (energia elettrica, aria, ecc.).

Le unità elettrostrumentali essenziali per la sicurezza saranno separate e diverse dalle unità che realizzano il normale controllo dei processi (unità di controllo normale).

Nel caso di utilizzazione di unità a logiche programmabili per entrambe le funzioni, le stesse saranno di differente tecnologia di prodotto.

Il comportamento di tipo fail safe, in rapporto ai segnali, delle apparecchiature elettrostrumentali essenziali è riferito, oltre che all'interruzione dei segnali di input, anche al fallimento del protocollo di comunicazione dei segnali elaborati.

Le parti ridondanti saranno indipendenti e tra loro e separate.

La separazione sarà ottenuta di norma per distanza; ove ciò non fosse possibile si provvederà a far uso di barriere.

Lo scopo della separazione fisica e dell'indipendenza è quello di:

- Evitare i modi di guasto comune dei componenti ridondanti (ed in particolare delle parti elettrostrumentali) causati da condivisioni di tipo funzionale e/o ambientale;
- Assicurare che il guasto di una ridondanza non dia luogo a prestazioni inaccettabili dell'altra.

Relazione di Progetto Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino	ELABORATO TR RE 01080
	REVISIONE 00



8. DESCRIZIONE DELLE OPERE DI ADEGUAMENTO CIVILE NECESSARIE PER L'INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO IPTR

Il progetto di adeguamento dell'edificio Waste Disposal e delle opere connesse all'installazione dell'impianto WOT riguarda:

- La realizzazione delle opere di adeguamento civile dell'edificio Waste Disposal comprensivo degli interventi di demolizione;
- La realizzazione di cunicoli;
- La realizzazione del piazzale e opere accessorie propedeutiche all'installazione della stazione ossigeno ovvero: sistema di intercettazione e convogliamento delle acque meteoriche e conduit interrati per il passaggio delle linee elettriche.

8.1 Descrizione dell'area interessata dalle attività

L'edificio Waste Disposal di Trino è localizzato a Est dell'edificio reattore. L'edificio è una struttura portante mista a parete in c.a. e a telaio. Essa si articola principalmente in due livelli: il piano interrato a quota 129.50m e il piano terra a quota 135.90m s.l.m. l'altezza totale fuori terra è di 5m e 7,5m da p.c.

La fondazione, il cui piano di posa si attesta a circa 7m di profondità da piano campagna è di tipo a platea in c.a. dello spessore medio pari a 60cm. Come emerge dalla Figura 8-2 - Figura 8-6, la disposizione in pianta è fortemente irregolare essendo presenti delle porzioni di struttura che sporgono per più del 25% della dimensione totale del lato. In elevazione, la struttura ha delle forti discontinuità per via di elementi strutturali che non si sviluppano in maniera continua in altezza.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Figura 8-1– Inquadramento dell'edificio

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00

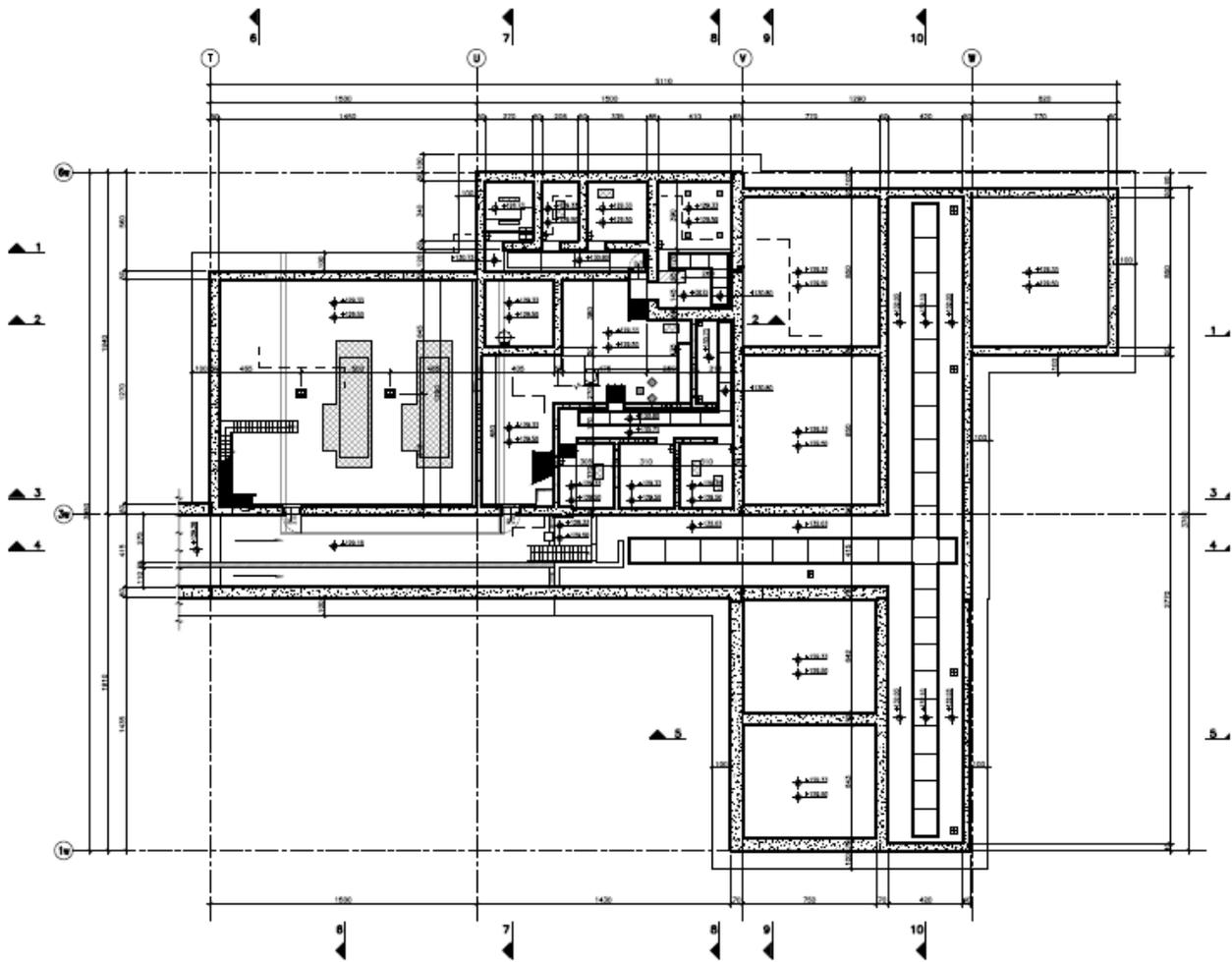


Figura 8-2 – Ante Operam: pianta piano interrato

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00

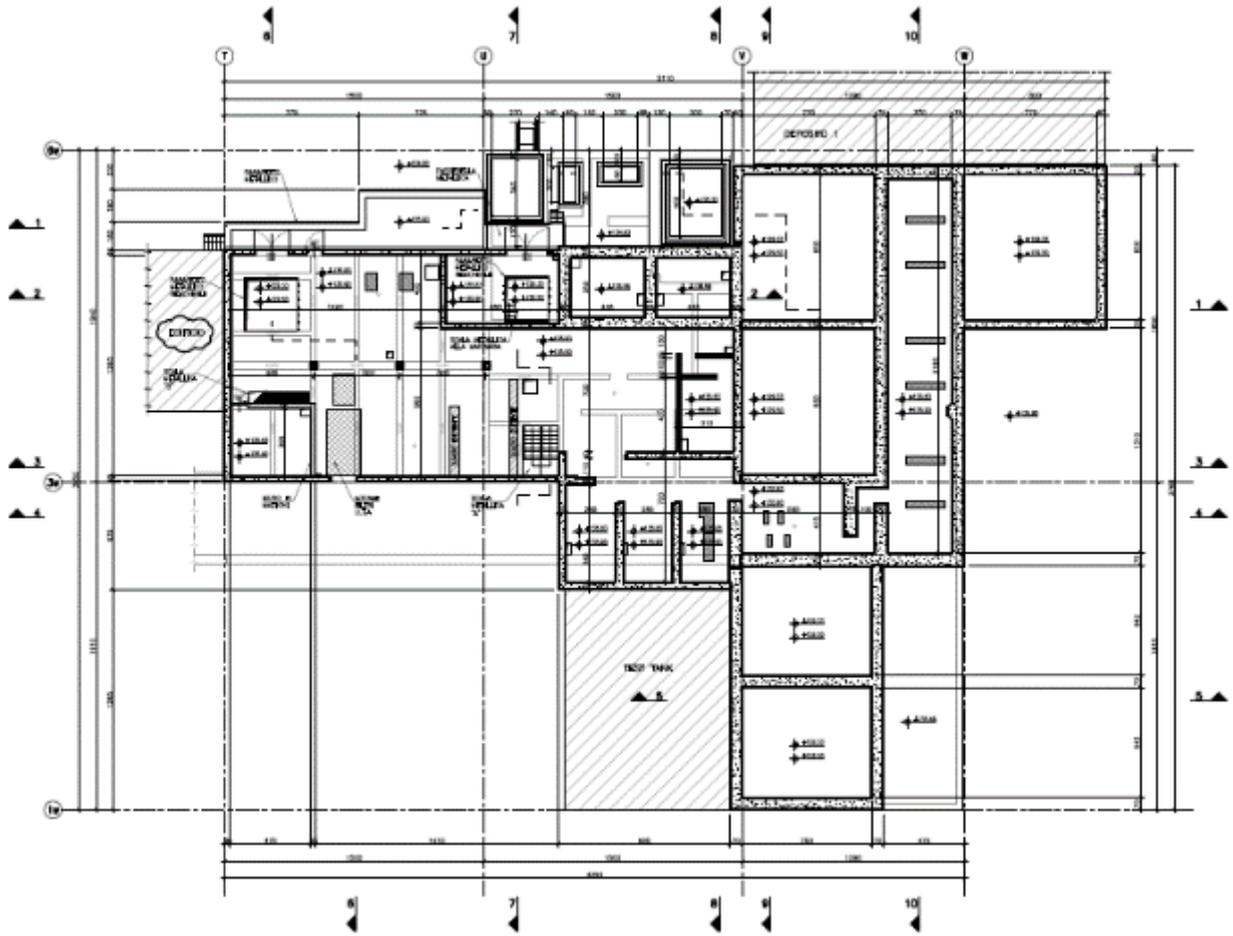


Figura 8-3 – Ante Operam: pianta piano terra

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00

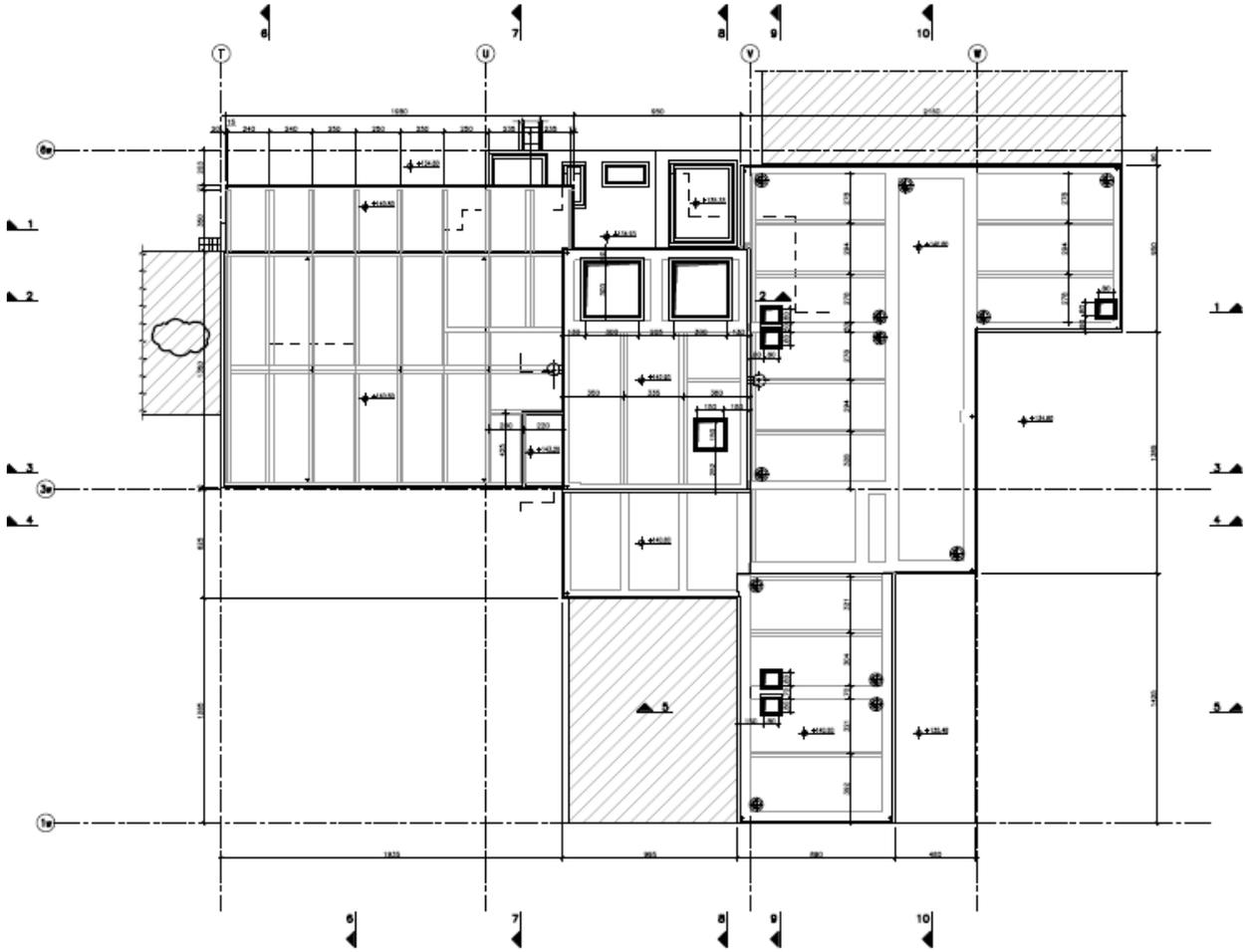


Figura 8-4 – Ante Operam: pianta copertura

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00

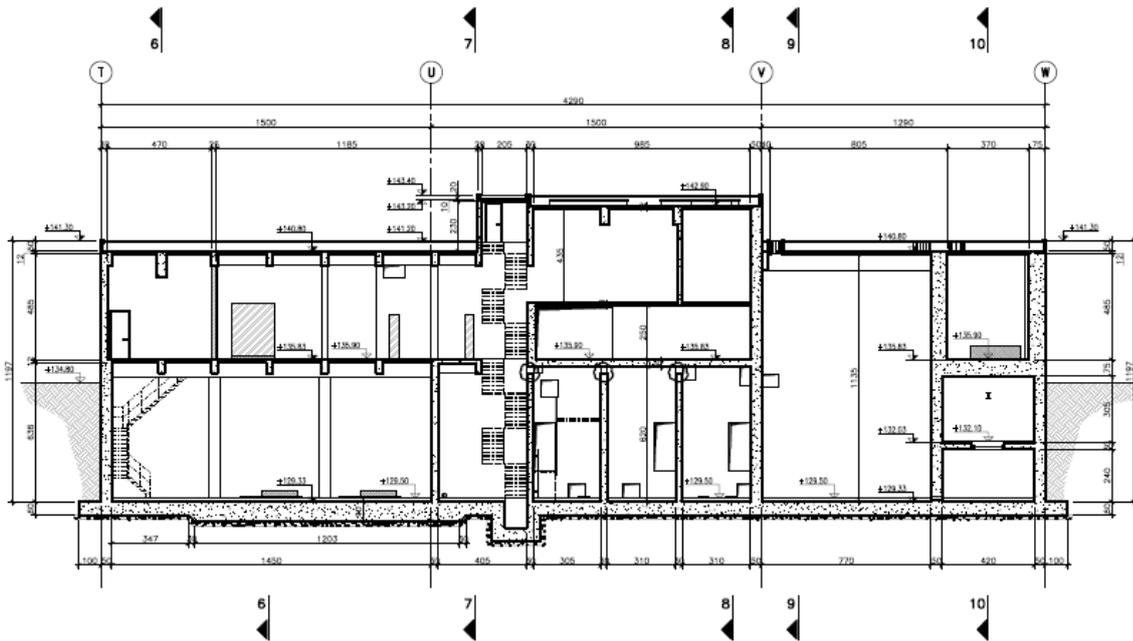


Figura 8-5 - Ante Operam: Sezione 3-3

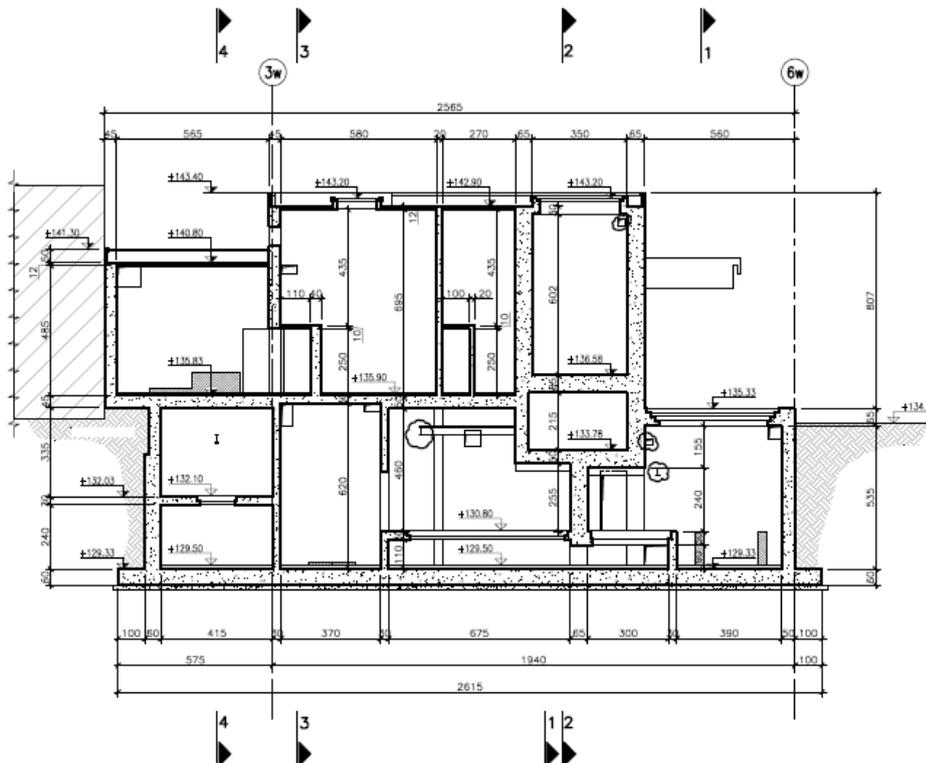


Figura 8-6 – Ante Operam: Sezione 8-8

Il sistema informatico prevede la firma elettronica pertanto l'indicazione delle strutture e dei nominativi delle persone associate certifica l'avvenuto controllo. Elaborato del 14/12/2015 Pag. 59 di 161 TR RE 01080 rev. 00 Autorizzato

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



8.2 Descrizione degli interventi

Nel seguente paragrafo è fornita una descrizione degli interventi previsti che sono dettagliati nei documenti di riferimento [5], [6], [7], [8], [9] e [10].

Interventi a quota 140.80/142.90m s.l.m.: Adeguamento della copertura

La copertura verrà adeguata ai nuovi carichi derivanti dalle apparecchiature, dal carico neve come da D.M. 2008, e dal carico in condizioni eccezionali (vento da tornado).

A tale scopo è prevista:

- Rimozione del pacchetto di copertura;
- Demolizione superficiale del copriferro (fino al raggiungimento delle armature);
- Posa in opera dell'armatura e del getto in c.a.;
- Realizzazione nuovo pacchetto di impermeabilizzazione;
- Realizzazione e collegamento al sistema esistente del nuovo sistema di raccolta delle acque meteoriche (bocchettoni, pluviali e pozzetti).

Per permettere la posa in opera delle apparecchiature meccaniche parte della copertura verrà demolita e ricostruita.

Sui locali interessati dalla demolizione totale della copertura e dalla sostituzione con solaio composto da elementi prefabbricati (locale 222,223,224,225,226), deve essere previsto un opportuno collegamento tra le pareti mediante elementi in carpenteria metallica al fine di permettere una adeguata redistribuzione delle azioni orizzontali sulle stesse a fronte dell'azione sismica di progetto.

In copertura è previsto anche un adeguamento strutturale delle travi a quota 142.90 m. s.l.m. come descritto nei paragrafi seguenti.

Deve essere realizzata l'installazione di un locale SAS in carpenteria metallica per l'entrata/uscita del personale dal locale 213. La struttura dovrà garantire la tenuta all'aria mediante la posa in opera di elementi in acciaio e pannelli di tamponatura.

È previsto un ripristino/risanamento dell'intonaco, ammalorato previa verifica dello stato di conservazione sulla facciata nord dell'edificio e in copertura e la rimozione/installazione infissi.

Relazione di Progetto Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino	ELABORATO TR RE 01080
	REVISIONE 00



Interventi a quota 134.80 e 135.80m s.l.m.

A piano campagna gli interventi si suddividono tra l'esterno e l'interno dell'edificio.

Aree esterne: al di fuori dell'edificio deve essere prevista:

- La demolizione di parti di copertura, al di sopra dei locali 101-102-103-104 e di parte del ballatoio antistante l'edificio. Una parte della copertura (al di sopra dei locali 102-103-104) verrà ricostruita predisponendo opportunamente gli elementi prefabbricati removibili portanti e l'impermeabilizzazione. La copertura al di sopra del locale 101 verrà realizzata con elementi prefabbricati in calcestruzzo baritico;
- La demolizione del ballatoio antistante l'edificio e lo scavo della porzione di area esterna adiacente i locali 106,216 per permettere la posa in opera di un nuovo locale SAS in c.a.;
- Lo scavo nella porzione di area antistante il locale 101 per permettere la posa in opera di una platea in c.a. per l'alloggiamento di un'opera in carpenteria metallica (locale 201);

La rimanente parte che costituirà l'area di cantiere deve essere opportunamente impermeabilizzata;

Interventi sull'edificio: all'interno dell'edificio è prevista

- La rimozione della pavimentazione dei locali di transito;
- La rimozione dei basamenti esistenti;
- La rimozione delle opere in carpenteria metallica;
- La demolizione del solaio nel locale 106;
- La demolizione del massetto fino al rustico nei locali 202, 203, 204, 205, 209, 210, 212, 216, 221, 222, 223, 224, 225, 226;
- L'intervento di adeguamento strutturale sul solaio nei locali 205,209,210;
- La realizzazione di nuovi setti in c.a. ancorati alla struttura esistente;
- La realizzazione di nuovi locali (pareti e solai) con modalità costruttive compatibili alla installazione delle apparecchiature;
- La realizzazione di nuovi fori per il passaggio degli impianti;
- L'eventuale chiusura vani per installazioni impiantistiche con muratura in blocchi pieni;
- L'intervento di adeguamento dei pilastri;

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- Installazione nuova canaletta;
- Realizzazione di pozzetti raccolte acque;
- Rimozione/installazione infissi.

Interventi a quota 129.33

Nel piano interrato verrà prevista:

- La demolizione del massetto fino al rustico;
- La demolizione dei basamenti;
- La rimozione di elementi in carpenteria metallica;
- La realizzazione di nuove aperture;
- La realizzazione di porzioni di solaio;
- La realizzazione di nuovi locali con modalità costruttive compatibili alla installazione delle apparecchiature;
- L'eventuale chiusura vani per installazioni impiantistiche con muratura in blocchi pieni;
- La rimozione superficiale della pavimentazione e successivo rifacimento nel locale 113;
- L'intervento di adeguamento dei pilastri;
- Realizzazione di pozzetti raccolte acque;
- Rimozione/installazione infissi.

Aree esterne

Le aree esterne all'edificio interessato dagli interventi sono illustrate nell'elaborato [10] e riguardano:

- La realizzazione del piazzale e opere accessorie propedeutiche all'installazione della stazione ossigeno;
- La realizzazione dei cunicoli di collegamento dall'impianto situato nell'edificio ai locali ausiliari e alla stazione ossigeno. In particolare:
 - Lo sviluppo di un cunicolo dedicato (o partizionato, a setto) all'Ossigeno che, partendo dalla Stazione Ossigeno + Aria compressa, si ramifica in due distinti cunicoli che vanno uno all'impianto WOT e l'altro al locale 217 (locale ausiliari

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



WOT). Il cunicolo verrebbe anche utilizzato per il passaggio dell'aria compressa ad alta pressione che va all'impianto WOT e contiene:

- Tubazione in acciaio O2 da ½" Stazione Ossigeno (alta pressione) a WOT (locale 216)
 - Tubazione aria in acciaio da ½" Stazione Aria (alta pressione) a WOT (locale 216)
 - Tubazione O2 in acciaio da 1 ½" Stazione Ossigeno a locale 217.
- Lo sviluppo di un secondo cunicolo tra il locale 217 e WOT che prevede la presenza delle seguenti tubazioni:
- Tubazione in acciaio H2O da 2" WOT (locale 117) a locale 217
 - Tubazione in acciaio H2O da 2" locale 217 a WOT (locale 117)
 - Tubazione in acciaio Ozono da 1 ½" da locale 217 a WOT (locale 119)
 - Tubazione Soda (30%vol.) da ½" Soda locale 217 (pompa TK2045) a WOT (serbatoio TK2010 – Locale 118)
 - Tubazione Soda (30%vol.) da ½" locale 217 (pompa TK2430) a WOT (linea L2255)

E' prevista una interruzione degli stessi in corrispondenza dell'edificio come da elaborato [10] (limiti di interfaccia), per poi proseguire in superficie a ridosso della parete.

Per le zone interessate dagli scavi verrà previsto un intervento di ripristino del manto stradale.

Fanno parte del progetto i seguenti collegamenti:

- Collegamento dei nuovi discendenti per la raccolta delle acque meteoriche di copertura ai pozzetti esistenti sull'impianto
- Collegamento al sistema elettrico del Sito (quadro PLTW ubicato in nel locale 211) del quadro di cantiere da installare per l'alimentazione alla cabina di deferrizzazione
- Collegamento dell'alimentazione elettrica di Cantiere alle prese ed ai quadri messe a disposizione da Sogin (uno sul piazzale Esterno ed altre prese all'interno dei locali stessi)
- Allaccio del sistema di estrazione predisposto per i confinamenti durante le demolizioni alla linea di estrazione dell'impianto di ventilazione dell'edificio linea Booster Fan nel locale 115

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



9. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO WOT (IPTR)

Il complesso delle unità dell'Impianto Prototipale per il Trattamento delle Resine esaurite (IPTR) prodotte nella Centrale di Trino (VC) si articola sinteticamente all'interno di tre sezioni

- Pre-Trattamento: consiste nel recupero delle resine esaurite dai purificatori giacenti in centrale, nella preparazione dell'alimentazione (sospensione di resina finemente macinata in acqua) e nell'omogeneizzazione del contenuto di un numero definito di purificatori;
- Trattamento: consiste nel processo di ossidazione ad umido (Wet Oxidation Technology - WOT) per trasformare la materia organica in acqua e anidride carbonica e la materia inorganica in un residuo composto sia da ossidi insolubili che da sali solubili;
- Post-Trattamento: consiste nella concentrazione della soluzione prima di essere inviata al successivo impianto di condizionamento (SiCoMoR).

Il dettaglio dei sistemi di impianto previsti per le tre sezioni è riportato nel documento di riferimento [11].

Nei documenti di riferimento [12], [13], [14], [15], [16], [17] e [18] sono riportate le disposizioni degli impianti all'interno dell'edificio Waste Disposal e nelle aree esterne.

9.1 Vita di progetto

L'Impianto di Processo è progettato per una vita utile di un anno.

9.2 Fasi di attività

Le attività inerenti l'installazione IPTR si possono considerare correlate alle seguenti fasi della vita dell'impianto:

- Costruzione ed Allestimento
- Prove e Collaudi
- Esercizio
- Decommissioning (smantellamento dell'impianto)

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



9.2.1 Costruzione ed Allestimento

L'impianto sarà realizzato all'interno dell'edificio Waste Disposal della centrale nucleare di Trino (VC).

Si distinguono le seguenti fasi:

- 1 Sistemazione dei sottoservizi
- 2 Realizzazione e adeguamento delle opere civili
- 3 Montaggi

9.2.2 Prove e collaudi

Una volta ultimata la costruzione dell'impianto sono previste una serie di prove /collaudi che si possono distinguere nelle seguenti tipologie:

- 1 Prove pre-operazionali / di componente
- 2 Prove non nucleari (semplici e combinate)
- 3 Prove nucleari.

9.2.3 Esercizio

I modi operativi normali per l'Impianto Prototipale per il Trattamento delle Resine, sono i seguenti:

- Recupero delle resine esaurite dai purificatori giacenti in Centrale
- Preparazione dell'alimentazione (sospensione di resina finemente macinata in acqua)
- Omogeneizzazione del contenuto di un numero definito di purificatori
- Ossidazione ad umido (WOT) per trasformare la materia organica in acqua e anidride carbonica e la materia inorganica in un residuo composto sia da ossidi insolubili che da sali solubili
- Trattamento finale consistente nella concentrazione della soluzione di processo.

9.2.4 Decommissioning

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Il progetto dell'installazione IPTR è stato concepito già assumendo una potenziale strategia di decommissioning che dovrà poi tradursi in opportune ed ottimizzate sequenze di smantellamento a completamento del trattamento dei rifiuti.

9.3 Criteri di confinamento del materiale radioattivo

Per l'impianto WOT il confinamento del materiale radioattivo è assicurato da due barriere (primaria e secondaria) in serie, ciascuna costituita da una componente statica (o passiva), ed una dinamica (o attiva), così definite:

- Barriera statica primaria: costituita da tutti i componenti del processo
- Barriera statica secondaria: costituita dai locali in cui sono alloggiati le tubazioni e i componenti di tutto il processo o, in caso di utilizzazione di tubazioni a doppia barriera con intercapedine, dalla barriera esterna della tubazione
- Barriera dinamica primaria: Unità di vent Off-Gas che mantiene in depressione i componenti della barriera primaria
- Barriera dinamica secondaria: sistema di ventilazione e filtrazione dei locali della barriera secondaria

I locali o le aree utilizzate per alloggiare i componenti di processo, con funzione di contenimento secondario possiedono:

- Volumi di contenimento idonei ad accogliere e rivelare perdite di liquido radioattivo
- Sistema di ventilazione e di vent / Off-Gas in grado di limitare i rilasci ambientali di materiale radioattivo a mezzo di un opportuno trattamento di filtrazione dell'aria in uscita dall'impianto.

9.4 Criteri di protezione radiologica

Le strutture dei locali costituenti la barriera secondaria devono assicurare un adeguato schermaggio delle radiazioni emergenti dai componenti di processo contenenti effluenti radioattivi. Laddove ciò non è possibile sono previsti adeguati schermi aggiuntivi.

Tali strutture (locali più eventuali schermi) assicurano un'attenuazione dei campi di radiazione tale che, al loro esterno, l'intensità di dose complessiva, dovuta a tutti i rifiuti radioattivi liquidi presenti, non superi, in ogni direzione e a determinate distanze, gli obiettivi di radioprotezione.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Tutte le porte della sezione di Trattamento sono realizzate in acciaio. In particolare, è stato previsto l'utilizzo di schermi aggiuntivi in calcestruzzo davanti alle porte dei locali L118 e L210.

Nelle valutazioni radiologiche sono state considerate:

- Geometria e contenuto radiologico dei componenti, struttura ed area esterna oggetto delle valutazioni di dose od un loro involuppo
- Fenomeni di streaming della radiazione
- Fenomeni di skyshine dovuti alla presenza dell'aria e di riflessione della radiazione da parte del suolo
- Le caratteristiche degli accessi.

9.5 Criteri di progetto per eventi naturali esterni

I criteri di progetto sono stati definiti in relazione alla Normativa Vigente, ai rischi connessi al trattamento, alla massima vita operativa (circa un anno) dell'Impianto Prototipale di Trattamento delle resine radioattive esaurite impiegato presso Trino. Le linee guida vengono implementate in tutte le possibili condizioni di impianto associabili alle fasi di normale operatività ed alle situazioni conseguenti ad eventi incidentali nelle quali, nel corso della vita di progetto, può trovarsi l'impianto

Per gli eventi esterni di origine naturale, come causa iniziatrice di malfunzionamenti e/o eventi incidentali che possono comportare rilasci di materiale radioattivo dall'installazione, si fa riferimento al sisma ed ai fulmini.

L'evento tromba d'aria, in base ai dati statistici disponibili, ha una scarsa probabilità di verificarsi nel limitato periodo di esercizio dell'impianto, tenuto conto anche del fatto che si trova in un'area di calma piatta. Tuttavia, in applicazione al concetto della "difesa in profondità" verranno investigate le conseguenze dell'occorrenza di un evento tromba d'aria e di missili associati, nell'ambito dell'analisi di sicurezza (analisi "what if").

Gli altri eventi, quali, neve, vento e condizioni climatiche estreme, pioggia e variazioni termiche stagionali, non hanno impatto sul sistema in quanto la protezione è assicurata dall'edificio stesso e sono tenuti in conto nella progettazione delle strutture civili.

9.5.1 Sisma

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Il terremoto da considerare nelle verifiche di sicurezza sismica è definito in base al D.M.14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" ed è riprodotto con la forma spettrale che le norme citate associano alle coordinate geografiche del sito.

In particolare si è assunto:

- Vita nominale dell'impianto: $V_n \leq 10$ anni (valore molto maggiore dei previsti 1/2 anni);
- Classe d'uso: $C_u = IV$ con $C_u = 2$;
- Periodo di riferimento: $V_r = 35$ anni;
- Probabilità di superamento nel periodo di riferimento: $P_{Vr} = 5\%$;
- Categoria di sottosuolo: C
- Categoria topografica: T1
- Latitudine: 45.18345°
- Longitudine: 8.27744°
- Fattore di struttura $q = 1$ (sisma elastico)
- Tempo di ritorno del sisma: 700 anni circa.

I parametri di cui sopra determinano un sisma che ha un periodo medio di ritorno pari a circa 700 anni, il che equivale ad una probabilità di superamento nel corso della vita nominale dell'impianto pari a circa il 5%; questo valore di probabilità di superamento è ritenuto in generale appropriato nei progetti di opere temporanee funzionali al decommissioning degli impianti nucleari.

Indipendentemente da quanto sopra il valore minimo dell'accelerazione al suolo (PGA) è assunto pari a 0.1 g.

I valori di smorzamento delle strutture da considerare nelle analisi a spettro di risposta saranno pari al 5 % del critico per le strutture in c.c.a. e al 3% del critico per le strutture in acciaio saldate e/o bullonate.

Il suddetto input sismico è stato utilizzato nelle verifiche delle opere civili esistenti e nel progetto e nella qualifica sismica dei componenti e delle strutture in categoria sismica CS1 e CS2 considerando le amplificazioni prodotte dalle strutture nelle posizioni di montaggio o un loro inviluppo conservativo.

A fronte del sisma di progetto sono garantite:

- L'integrità dell'edificio e dei locali (comportamento elastico delle strutture);

Relazione di Progetto Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino	ELABORATO TR RE 01080
	REVISIONE 00



- L'integrità e la funzione di contenimento passivo primario del liquido radioattivo assicurato dai componenti di processo;
- L'integrità e la funzione di contenimento passivo secondario del liquido radioattivo, laddove essenziale per la sicurezza.

9.5.2 Fulmini

Le apparecchiature elettro-strumentali saranno progettate e realizzate in modo da garantire la protezione nei confronti dei disturbi indotti dai fulmini.

Tale protezione è commisurata al livello di attività temporalesca (fulmini) attesa nell'area del sito.

Il livello di fulmini atteso è stato definito con riferimento alla norma CEI 81-3 "Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico" (Maggio 1999).

La valutazione del rischio dovuto a fulmine e la protezione delle parti d'impianto saranno condotte in accordo a quanto indicato nelle norme CEI applicabili - (Norma CEI 81-1 e successive).

9.5.3 Allagamento

I locali dell'edificio Waste Disposal utilizzati per l'impianto non sono suscettibili di allagamento indotto da quello esterno.

9.6 **Criteri di progetto per eventi interni**

9.6.1 Incendio

L'impianto è progettato in modo tale da ridurre al minimo la probabilità di incendi, mediante adeguata disposizione delle apparecchiature e, per quanto possibile, separazione delle cause di incendio dai materiali infiammabili.

Ulteriori misure di prevenzione durante l'esercizio saranno ottenute mediante procedure di controllo amministrativo. Se ciononostante un incendio dovesse verificarsi, la sua estensione è limitata da accorgimenti di progetto in modo da non compromettere le funzioni di sicurezza.

La prevenzione e protezione antincendio è realizzata sulla base del principio della difesa in profondità che prevede:

PROPRIETÀ Del Lucchese M.	STATO Documento definitivo	LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE Aziendale	PAGINE 70/161
Legenda	Stato: Bozza, In Approvazione, Documento Definitivo Livello di Classificazione: Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale – riproduzione vietata, Uso Ristretto – riproduzione vietata		

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- La riduzione al minimo dei materiali combustibili presenti e della possibilità che l'incendio possa iniziare, alimentarsi ed estendersi rapidamente; è stata effettuata una valutazione del carico d'incendio specifico nelle aree d'impianto tenendo conto dei materiali combustibili presenti (apparecchiature elettriche, isolanti dei cavi elettrici, finiture, arredi, ecc.); nell'ambito della valutazione del carico d'incendio sono classificate aree a rischio "nullo" le aree caratterizzate da un carico d'incendio specifico inferiore a 100 MJ/m²;
- Un'appropriata compartimentazione antincendio in modo da confinare un eventuale incendio che, nonostante i criteri di prevenzione incendi adottati, dovesse accadere;
- La rivelazione e la segnalazione incendi in grado di rilevare tempestivamente l'evento;
- La soppressione dell'incendio attraverso l'adozione di un appropriato sistema di spegnimento manuale o automatico.

Il sistema di protezione antincendio è definito in funzione del carico di fuoco e del rischio di incendio tipico di ogni area. Le strutture portanti saranno tali da possedere adeguate caratteristiche di resistenza al fuoco.

Le misure antincendio dovranno essere compatibili con le necessità di radioprotezione e protezione fisica tipiche di questo tipo di installazioni.

In particolare:

- Le varie parti dei componenti sono costruite con materiale incombustibile
- I cavi di circuiti elettrici di potenza e strumentazione sono di tipo non propagante l'incendio
- I cavi delle alimentazioni elettriche ridondanti sono alloggiati in vie cavi separate in modo da evitare che un incendio che ha luogo in uno dei treni interessi l'altro treno ridondante.
- Le finiture (porte, tamponature, ecc.) hanno una resistenza al fuoco minima REI 60 ed una classe di reazione al fuoco possibilmente pari a 0 (Classe 0 – materiali incombustibili) ed in ogni caso non superiore a 1 (Classe 1). Non sono utilizzate vernici intumescenti.

Le conseguenze di un potenziale incendio sono analizzate nell'ambito dell'Analisi di Sicurezza (Rif. [11]).

Tali analisi si basano sulle seguenti assunzioni principali:

PROPRIETA'	STATO	LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE	PAGINE
Del Lucchese M.	Documento definitivo	Aziendale	71/161
Legenda	Stato: Bozza, In Approvazione, Documento Definitivo Livello di Classificazione: Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale – riproduzione vietata, Uso Ristretto – riproduzione vietata		

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- Non si ipotizza lo sviluppo di incendi nelle aree di fuoco classificate con carico di incendio nullo (carico specifico ≤ 100 MJ/m²).
- Non si ipotizza la concomitanza di un incendio con:
 - Guasti o malfunzionamenti singoli indipendenti (non dovuti all'incendio stesso);
 - Altri eventi base di progetto indipendenti;
 - Fenomeni naturali severi (terremoto);
 - Non si ipotizza la presenza contemporanea di incendio in due aree di fuoco distinte.

Nella progettazione antincendio sono state applicate: la normativa italiana e le norme UNI.

9.6.2 Allagamento interno

Le quantità di liquidi presenti nel nuovo impianto sono poco significative dal punto di vista dei rischi d'allagamento. Pertanto non sono stati individuati rischi nell'edificio Waste Disposal che possono avere un impatto sull'Impianto.

I locali dove alloggiavano i componenti di processo sono dotati di un sistema di raccolta (impermeabilizzazione del pavimento e delle pareti fino ad opportuna altezza con vernice decontaminabile), dimensionato per accogliere la massima quantità di liquido che può fuoriuscire dal componente di maggiore volume. Sono inoltre dotati di dispositivi per la rivelazione della perdita e il seguente trasferimento del liquido verso i serbatoi del processo stesso.

9.6.3 Missili

Non vi sono apparecchiature che possano creare un rischio di questo tipo nei locali dove avvengono le operazioni di trattamento.

In generale, i componenti che possono produrre tale fenomeno sono confinati e/o protetti in modo da non provocare conseguenze significative sull'Impianto.

9.6.4 Sovrappressioni

Per i locali destinati ad accogliere il sistema di ossidazione a umido è stata effettuata una verifica di integrità a fronte dei transitori di sovrappressione indotti da rotture/perdite da componenti in pressione della sezione di ossidazione ad umido. Il valore massimo di pressione differenziale che garantisce l'integrità delle strutture in caso di incidente non deve superare il limite di 0,2 bar.

9.6.5 Interferenze elettromagnetiche

PROPRIETÀ	STATO	LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE	PAGINE
Del Lucchese M.	Documento definitivo	Aziendale	72/161
Legenda	Stato: Bozza, In Approvazione, Documento Definitivo Livello di Classificazione: Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale – riproduzione vietata, Uso Ristretto – riproduzione vietata		

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Per l'immunità da interferenze elettromagnetiche le norme di riferimento sono la CEI EN 61000-6-2 - e norme IEC correlate e citate nella norma - mentre le norme di riferimento per i dispositivi che possono produrre radio-disturbi sono la EN 55011 e la EN 55022. Tali norme sono state applicate in maniera generalizzata a tutti i componenti elettrostrumentali, indipendentemente dalla loro classe di qualità.

9.7 Interfacce

Le interfacce sono costituite dagli attuali sistemi della centrale di Trino opportunamente riadattati laddove necessario.

I fluidi di processo necessari per il funzionamento dei sistemi dell'Impianto Prototipale di Trattamento delle resine esaurite sono elencati nel seguito:

- Aria Compressa (Aria Servizi ed Aria strumenti)
- Acqua Demineralizzata
- Acqua Industriale
- Aria per ventilazione locali

Di seguito vengono descritte le principali funzioni di ogni fluido e la localizzazione dei punti di interfaccia.

9.7.1 Aria Compressa

L'aria compressa è utilizzata per:

1. Attuazione delle valvole di processo
2. Lavaggio in contro flusso delle linee di processo
3. Drenaggio delle linee (distacco della linea fluida per le linee che corrono a quota superiore rispetto a quella dei serbatoi di provenienza/destinazione).

Nel sito è disponibile aria compressa, esente da olio, con le seguenti caratteristiche:

- Punto di rugiada: -15°C
- Pressione di esercizio: 7 kg/cm²

Relazione di Progetto Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino	ELABORATO TR RE 01080
	REVISIONE 00



- Portata (alla pressione di esercizio): 98 l/s

La localizzazione delle interfacce con il sistema Aria Compressa è evidenziata nella Tabella 9—1.

Tabella 9—1 – Localizzazione interfacce - Aria Servizi e Stumenti

Punto interfaccia	Locale confinante
T32 PL 5001	L101 (area esterna)
T32 PL 5002	L105
T32 PL 5003	L101
T32 PL 5004	L202 - L203
T32 PL 5005	L204
T32 PL 5006	L205 - L210
T32 PL 5007	L209
T32 PL 5008	L301
T32-PL5009	L101-L102-L216-L106
T32-PL5010	L119-L117
T32-PL5011	L116-L118
T32 PL 5014	L121
T32 PL 5001	L222

9.7.2 Acqua Demineralizzata

L'acqua demineralizzata è utilizzata per:

1. Riempimento serbatoi di processo
2. Lavaggio in contro flusso delle linee di processo
3. Lavaggio pareti interne dei serbatoi
4. Lavaggio delle linee di processo

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



5. Lavaggio dei locali in cui è presente la vernice impermeabile e decontaminabile
6. Lavaggio, in contro flusso, dei filtri.

Nel sito è disponibile Acqua Demineralizzata con le seguenti caratteristiche:

- Pressione di esercizio: 3 kg/cm²
- Portata pompe: 45,4 m³/h

La localizzazione delle interfacce con il sistema Acqua Demineralizzata è visualizzata in [2.53] ed evidenziata nella Tabella 9—2.

Tabella 9—2 – Localizzazione interfacce – Acqua Demineralizzata

Punto interfaccia	Locale confinante
T26 PL 4001	L101 (area esterna)
T26 PL 4002	L105
T26 PL 4003	L101
T26 PL 4004	L202 - L203
T26 PL 4005	L204
T26 PL 4006	L205 - L210
T26 PL 4007	L209
T26 PL 4008	L301
T26-PL4009	L103-L102-L216-L106
T26-PL4010	L119-L117
T26-PL4011	L116-L118
T26 PL4014	L121
T26 PL4001	L222

9.7.3 Acqua Industriale

Nel sito è disponibile Acqua Industriale con le seguenti caratteristiche:

- Pressione di esercizio: 4 kg/cm²
- Portata pompa B: 56 m³/h
- Portata pompe A e C: 329 m³/h

9.7.4 Aria per ventilazione dei locali

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



L'aria di ventilazione è utilizzata per:

1. Aerazione Locali.
2. Rimozione del carico termico – Il carico termico è generato nei locali dalla presenza di componenti o da apporto esterno dovuto ai fenomeni di irraggiamento e conduzione.
3. Confinamento dinamico e diluizione della concentrazione dei contaminanti.
4. Riscaldamento dei locali nei periodi invernali.

9.8 Sistema di Pre-Trattamento

Il Sistema di Pre-Trattamento è suddiviso nei seguenti sistemi e unità funzionali (sottosistemi) principali:

- 1) Unità di Movimentazione
- 2) Unità di Estrazione
- 3) Unità di Separazione e Rimozione Scaglie
- 4) Unità di Macinazione
- 5) Unità di Omogeneizzazione
- 6) Unità Acqua di Trasferimento Resine.

L'Unità di Movimentazione ha la funzione di svolgere le operazioni di prelievo dei purificatori dall'ingresso nel locale L201 al corretto posizionamento nel locale L101; a questa operazione segue la sflangiatura dei bocchelli del purificatore e l'inserimento della lancia di estrazione (azioni propedeutiche all'estrazione vera e propria).

L'Unità di Estrazione ha la funzione di svolgere le operazioni necessarie per la predisposizione dei purificatori alla rimozione delle resine esaurite ivi contenute (locale L101) e successivo trasferimento al separatore di scaglie (locale L204).

L'Unità di Separazione e Rimozione Scaglie ha la funzione di svolgere le operazioni essenziali per la separazione delle scaglie metalliche dalla corrente delle resine ed il trasferimento delle resine dal locale L204, in cui è allocato il separatore di scaglie, all'unità di macinazione.

L'Unità di Macinazione ha la funzione di svolgere le operazioni di frantumazione delle resine granulari sino al valore ottimale per il corretto funzionamento del successivo sistema di

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



trattamento (dimensioni resine minori o uguali a 0.5 mm). Tale Unità comprende il package di macinazione ed il serbatoio di accumulo post macina TK1401 (locale L210).

L'Unità di Omogeneizzazione ha la funzione di consentirne l'omogeneizzazione (dal punto di vista chimico e radiologico) del contenuto di un lotto predefinito di purificatori (fino a 7 purificatori) che avviene nei serbatoi di accumulo (TK1610 e TK1620). Questa unità rappresenta un punto di collegamento funzionale con il sistema di trattamento che opera con velocità e metodologie diverse da quelle previste per il sistema di Pre-Trattamento e necessita di alimentazione in continuo.

L'Unità Acqua di Trasferimento Resine ha la funzione di supporto alle altre unità per il recupero e distribuzione dell'acqua utilizzata per il trasferimento e la diluizione della miscela di resine tra le varie Unità.

9.8.1 Unità di Movimentazione

Lo spostamento dei purificatori dal deposito D1, dove sono attualmente stoccati, fino all'impianto di Pre-Trattamento è effettuato con le pratiche adottate presso il sito nucleare di Trino Vercellese.

L'Unità di Movimentazione comprende tutte le sequenze operative che vengono svolte in seguito alla presa in carico del purificatore.

Questa unità include sia le fasi di trasferimento dei purificatori che le fasi di preparazione degli stessi per l'avvio del processo di estrazione resine.

Al termine della fase di estrazione delle resine verrà riapplicata a ritroso, per quanto possibile, la procedura di movimentazione per il prelievo del purificatore dal locale di estrazione e trasporto dello stesso al locale designato al stoccaggio dei purificatori vuotati.

Le operazioni previste per questa unità possono essere suddivise, per semplicità descrittiva, nelle seguenti parti:

- Ricezione del purificatore, all'interno dell'area di lavoro L201;
- Trasferimento del purificatore dal locale L201 al locale di estrazione L101;
- Preparazione del purificatore alla fase di estrazione resine;
- Trasferimento del purificatore vuoto dal locale L101 al locale di estrazione L201;
- Consegna del purificatore vuoto per il trasporto al locale designato allo stoccaggio.

L'Unità di Movimentazione è composta dai seguenti dispositivi:

- **Monorotaia completa di dispositivo di aggancio;**

PROPRIETÀ	STATO	LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE	PAGINE
Del Lucchese M.	Documento definitivo	Aziendale	77/161

Legenda **Stato:** Bozza, In Approvazione, Documento Definitivo
Livello di Classificazione: Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale – riproduzione vietata, Uso Ristretto – riproduzione vietata

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- Pinze per presa purificatore;
- Botola servoassistita;
- Struttura schermante con apertura mobile;
- Lancia di estrazione resine;
- Vassoio salvagocce;
- Braccio mobile di aspirazione;
- Cella di carico completa di trasmettitore di peso.

9.8.2 Unità di Estrazione

L'Unità di Estrazione raggruppa, funzionalmente, le operazioni necessarie per estrarre le resine dal purificatore. Queste consistono, essenzialmente, nella disgregazione del letto di resine tramite un getto di acqua in pressione, nella preparazione di una sospensione di resine e acqua (all'interno del purificatore) e nel trasferimento della sospensione ottenuta all'unità di Separazione Scaglie a valle.

L'operazione avviene in circuito chiuso tra le unità di estrazione e separazione. L'acqua impiegata per mobilizzare le resine è recuperata e reintrodotta all'interno del purificatore.

L'Unità di Estrazione è composta da:

- Una lancia di estrazione e ricircolo resine (con relativa struttura di supporto)
- Celle di carico
- Una pompa per l'aspirazione delle resine
- Una pompa per il ricircolo dell'acqua
- Una pompa di back-up (sia per l'aspirazione delle resine che per il ricircolo dell'acqua)
- Una pompa ad alta pressione per lavaggio interno dei purificatori
- Un filtro contro lavabile posizionato a monte della pompa di estrazione resine che trattiene le eventuali scaglie metalliche di dimensione più grande
- Valvole, strumentazione in linea, filtri di avviamento, ecc.

L'operazione di estrazione resine dal purificatore comprende le fasi di riempimento, estrazione con lancia, lavaggio e svuotamento liquido residuo: questa operazione è assistita istante per istante dalla misura della cella di carico su cui è posizionato il purificatore. Tale misura permette di

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



valutare la quantità di resine trasferite mediante confronto col peso netto delle resine (disponibile come valore di input per ogni purificatore), la durata dell'operazione di estrazione, la spia a vetri e la sensibilità dell'operatore.

L'estrazione delle resine dai purificatori avviene a pressione atmosferica mediante l'uso di due pompe: una (T01-P1010) per l'aspirazione delle resine e il loro trasferimento al serbatoio di separazione scaglie (T01-TK1201), l'altra (T01-P1020) per il recupero dell'acqua da T01-TK1201 (de-watering) e il ricircolo al purificatore.

Le due pompe operano contemporaneamente alla stessa portata, in modo da non alterare i livelli del liquido sia del purificatore sia del separatore di scaglie, il risultato di questo modo di operare è il trasferimento delle resine a volumi di acqua costante nei due serbatoi. Ovviamente occorre predisporre il riempimento preventivo sia del purificatore con acqua (se necessario) che del separatore.

All'inizio delle operazioni la lancia viene posizionata con l'estremità inferiore in prossimità del pelo libero del liquido nel purificatore. Mentre la miscela di resine e acqua è aspirata dalla pompa T01-P1010 e convogliata verso il serbatoio di separazione delle scaglie, la lancia viene progressivamente abbassata in step successivi. Questa operazione viene eseguita tramite un ciclo operativo automatico.

Quando la lancia ha raggiunto il fondo del serbatoio e la maggior parte delle resine è stata asportata dal purificatore si avvia il sistema di lavaggio finale con acqua, che ha la funzione di rimuovere resine aderenti alla parete interna del purificatore e successivamente trasferirle al separatore.

Il lavaggio avviene mediante una serie di ugelli installati in corrispondenza dell'estremità della lancia, alimentati da una pompa ad alta pressione (T26-P4010).

Successivamente si rimuove il liquido residuo nel purificatore: si aspira acqua sino a che il peso rimane costante, segno che si è passati ad aspirare aria.

La pompa T01-P1015 può funzionare indipendentemente sia come back up della pompa di estrazione resine (T01-P1010) che come back up della pompa di ricircolo acqua (T01-P1020).

9.8.3 Unità di Separazione e Rimozione Scaglie

L'unità di Separazione e Rimozione Scaglie è stata progettata per:

- Separare le resine granulari dagli sfridi metallici presenti in alcuni purificatori
- Accumulare le resine granulari prive di sfidi

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- Portare la sospensione alla concentrazione finale, predefinita, per le operazioni a valle (macinazione ed omogeneizzazione).

La separazione delle scaglie metalliche è necessaria al fine di non compromettere l'integrità di alcuni componenti del Sistema di Trattamento a valle (ad esempio la pompa di alimentazione ad alta pressione del WOX).

La presenza di materiali attivati nei demineralizzatori utilizzati durante la decontaminazione della piscina è conseguente a interventi di manutenzione straordinaria (es. taglio dello schermo termico del reattore).

A causa della natura non ferromagnetica della totalità delle scaglie presenti nei purificatori, è stato ritenuto che il metodo più efficace di separazione si basi sulla differenza di densità esistente tra le resine e le scaglie metalliche, che si traduce in una diversa velocità di sedimentazione dei due materiali. Iniettando la sospensione acquosa (resine e scaglie) in una corrente ascensionale, di portata adeguata, è possibile fare in modo che il materiale con minore densità (resine) venga trasportato verso l'alto, mentre il materiale con maggiore densità (scaglie metalliche) continui, sebbene rallentato, la sedimentazione per gravità.

L'Unità di Separazione Scaglie è composta da:

- Serbatoio di separazione di scaglie
- Pompe di trasferimento resine all'unità di macinazione
- Pompa di alimentazione separatore di scaglie
- Valvole, strumentazione in linea, filtri di avviamento, ecc.

Il processo di separazione di scaglie metalliche avviene contemporaneamente al processo di estrazione resine dal purificatore (vedi § 9.8.2).

Il prelievo di acqua dal serbatoio separatore di scaglie (de-watering) avviene attraverso la linea LT01- 1215-3"-B4, prevista sul fondo del serbatoio. Questa linea ha le seguenti funzioni:

- Alimentare acqua al purificatore
- Effettuare il ricircolo nel separatore per consentire la separazione delle scaglie
- Condizionare la sospensione fino alla concentrazione adatta alle esigenze del processo a valle
- Consentire un contro lavaggio in caso di sedimentazione delle particelle di resina all'interno del serbatoio.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Al termine della fase di separazione la camera di sedimentazione viene svuotata attraverso una linea di scarico munita di filtro (T01-FR1810-Unità Acqua di Trasferimento Resine, § 9.8.6) per il trattenimento delle scaglie.

La sospensione acquosa di resine, tramite pompa autoadescante (ridondata), viene mandata all'unità di Macinazione.

Il sistema di Separazione Scaglie, al termine delle operazioni di trasferimento della sospensione all'unità di Macinazione, viene svuotato e lavato internamente.

Il lavaggio interno del serbatoio avviene grazie ad un anello di distribuzione dell'acqua dotato di ugelli diffusori, mentre lo svuotamento del serbatoio avviene mediante la linea di de-watering collegata alla pompa del serbatoio di accumulo acqua (T01-P1810).

9.8.4 Unità di Macinazione

L'Unità in oggetto, prevista per la macinazione delle resine granulari, è costituita principalmente da:

- Package di macinazione (due mulini di tipo colloidale montati in serie con relativa pompa di olio per raffreddamento tenute)
- Serbatoio di Accumulo Post-Macina
- Pompe di Alimentazione Serbatoi di Accumulo Resine Macinate
- Valvole, strumentazione in linea, filtri di avviamento, ecc.

La polverizzazione delle resine granulari si rende necessaria per il corretto funzionamento del Processo di Trattamento Ossidazione ad Umido della materia organica (WOX), dove sono richieste particelle di dimensioni minori o uguali a 0.5 mm (le resine utilizzate nella centrale di Trino sono caratterizzate da un diametro che varia da 0.3 a 1.3 mm).

La sospensione di resine granulari proveniente dall'unità di Separazione Scaglie Metalliche viene alimentata al primo mulino colloidale (T01-ML1410) che effettua una pre-macinazione ed inviata, in seguito, nel secondo mulino colloidale (T01-ML1420) che garantisce una macinazione più fine ed omogenea.

Dopo la macinazione, le resine in sospensione acquosa, sono raccolte, per gravità, all'interno del serbatoio di accumulo giornaliero (Post Macina - T01-TK1401).

Il serbatoio Post Macina viene riempito preliminarmente con un quantitativo di acqua che consente di allineare (sin dalle fasi iniziali) il ricircolo delle pompe di trasferimento (T01-P1410 /

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



T01-P1415) verso il serbatoio, per evitare che la sospensione macinata si impacchi sul fondo del serbatoio, durante le prime fasi di riempimento.

Terminata la macinazione e completato, di conseguenza, il riempimento del serbatoio di Accumulo Post-Macina, la sospensione di resine viene prelevata, con una linea pescante, dal fondo del serbatoio.

La pompa di alimentazione serbatoi di Accumulo Resine Macinate (T01-P1410), è ridondata con una seconda pompa identica e posta in parallelo (T01-P1415), al fine di garantire in caso di emergenza la continuità di trasferimento della sospensione di resine macinate ai due serbatoi di omogeneizzazione.

Entrambe le pompe (T01-P1410 / T01-P1415) garantiscono anche il ricircolo della sospensione.

9.8.5 Unità di Omogeneizzazione

Dall'unità di Macinazione le resine sono trasferite all'unità di Omogeneizzazione e raccolte nel serbatoio di accumulo (T01-TK1610 o T01-TK1620) allineato in riempimento.

L'unità di Omogeneizzazione è composta essenzialmente da due serbatoi, uno allineato per accogliere le resine provenienti dalla campagna di macinazione, l'altro allineato per alimentare il processo di ossidazione a umido. Le velocità di riempimento e di svuotamento devono essere impostate in modo che la somma dei volumi di sospensione presente nei due serbatoi sia minore o uguale al volume utile del serbatoio. Questo requisito permette che in caso di incidente (ad es. fallimento pompa di trasferimento) il contenuto di un serbatoio possa essere trasferito nell'altro.

In questa unità si effettua il campionamento per la caratterizzazione chimica e radiologica della sospensione da inviare al processo di ossidazione a umido [WOX].

Il sistema è composto dai seguenti componenti principali:

- Due Serbatoi di Accumulo Resine Macinate
- Pompe Alimentazione della sospensione al processo di ossidazione ad umido a valle.
- Sistemi di campionamento in linea
- Valvole, strumentazione in linea, filtri di avviamento, ecc.

Nei serbatoi del sistema di omogeneizzazione si accumulano le resine per rendere indipendenti i due sistemi di Pre-trattamento (che opera su base discontinua) e di Trattamento (che opera su base continua).

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



I due serbatoi sono allineati uno in ricezione, ovvero verso il sistema di Pre-Trattamento, l'altro in svuotamento, ovvero verso il sistema Trattamento.

Ogni serbatoio è corredato di una pompa di trasferimento (T01-P1610 / T01-P1620) che consente sia l'alimentazione della sospensione al processo di ossidazione ad umido sia il riciclo continuo, della sospensione resine macinate per impedirne la sedimentazione. Questa funzione è di back up a quella principale svolta dall'agitatore a elica previsto nei serbatoi: entrambe operano sia per evitare la sedimentazione sia per ottimizzare l'omogeneizzazione del contenuto di tutti i purificatori trattati.

A riempimento avvenuto le resine macinate, accumulate ed omogeneizzate nei serbatoi, sono campionate e sottoposte ad analisi chimica e radiochimica. Il sistema di campionamento prevede di intercettare la linea di ricircolo di ciascun serbatoio di omogeneizzazione e deviare parzialmente il flusso verso una linea di by-pass. Sulla linea di by-pass è installato un campionatore che raccoglie in un recipiente di accumulo calibrato un campione rappresentativo della sospensione.

9.8.6 Unità Acqua di Trasferimento Resine

L'unità Acqua di Trasferimento Resine è composta da un serbatoio le cui funzioni sono: accumulo dell'acqua di processo e smistamento dell'acqua usata nelle varie operazioni del sistema di Pre-Trattamento.

Due pompe (T01-P1810 e T01-P1820) consentono di veicolare l'acqua in entrata ed in uscita dal serbatoio.

Il sistema è composto dai seguenti componenti principali:

- Serbatoio di Accumulo Acqua di Trasferimento
- Filtro Separatore di Scaglie
- Filtro Resin Trap
- Pompa di Alimentazione Acqua
- Pompa di de-watering

Nella fase iniziale del processo, il Serbatoio di Accumulo Acqua di Trasferimento Resine (T01-TK1801) viene riempito con acqua demineralizzata, disponibile in impianto, che verrà alimentata a:

- Unità di Separazione Scaglie: per il riempimento del serbatoio T01-TK1201 prima delle operazioni di estrazione resine dal purificatore e di tutte le operazioni successive (separazione delle scaglie metalliche e lavaggio del purificatore).

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- Unità di Macinazione: per il riempimento parziale del serbatoio di Accumulo Post-Macina (T01-TK1401), al fine di consentire l'agitazione delle resine durante le prime fasi della macinazione (in queste fasi, infatti, i volumi della sospensione in gioco non permettono alla pompa di garantire il riciclo della sospensione).

Funzioni parallele di questo serbatoio sono le funzioni di accumulo che riguardano:

- Unità di Separazione Scaglie: ricevere l'acqua in eccesso scaricata per consentire alla sospensione di avere una concentrazione richiesta delle operazioni a valle.
- Sistema di trattamento (WOX): ricevere l'acqua in eccesso proveniente dal processo di ossidazione ad umido.

Questo serbatoio potrà anche ricevere l'acqua da altre operazioni di processo straordinarie quali lo svuotamento totale dei serbatoi delle unità di macinazione e omogeneizzazione e il flussaggio delle linee di processo del pre-trattamento.

Nell'Unità sono previsti due filtri:

- Filtro "separatore di scaglie" (T01-FR1810) la cui funzione è quella di trattenere le scaglie derivanti dalle unità di Separazione Scaglie e di Estrazione.
- Filtro "resin trap" (T01-FR1820) la cui funzione è quella di bloccare eventuali particelle di resina presenti nelle acque derivanti dalle operazioni straordinarie di drenaggio completo dei serbatoi delle unità di Macinazione e Omogeneizzazione.

9.9 Sistema di Trattamento

Il sistema di Trattamento è suddiviso, dal punto di vista funzionale, in quattro diverse zone:

1. Preparazione e Condizionamento Resine
2. Trattamento Sospensione Resine
3. Post Ossidazione
4. Gas di processo

1) La zona Preparazione e Condizionamento Resine che svolge le seguenti funzioni:

- Condizionamento, che consiste nella preparazione di un piccolo volume di sospensione (estratta dai serbatoi di omogeneizzazione del Pre-Trattamento) per l'ottimizzazione della reazione di ossidazione, tramite:

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- Aggiunta di soda per la correzione del pH sino al valore che consente la neutralizzazione della soluzione all'interno e all'uscita del reattore al fine di evitare ambienti aggressivi che potrebbero danneggiare l'impianto
- Diluizione della sospensione sino alla concentrazione ottimale di materia organica richiesta dalla reazione di ossidazione
- Preparazione, che consiste in:
 - Immagazzinamento della sospensione acquosa (nelle corrette condizioni per l'alimentazione al reattore) nel serbatoio di accumulo per poter alimentare in modo costante e omogeneo la reazione di ossidazione
 - Filtrazione della corrente diretta al reattore al fine di rimuovere particelle aventi diametro maggiore di 0.5 mm.

2) La zona Trattamento Sospensione Resine è predisposta per svolgere le seguenti funzioni di processo:

Imposizione e mantenimento delle condizioni operative. Questa zona opera ad alta pressione e temperatura, data la notevole esotermicità della reazione di ossidazione. La pressione operativa è raggiunta e mantenuta tramite l'azione congiunta di una pompa booster ed una ad alta pressione e di resistenze concentrate previste sulle correnti in uscita dal reattore. La temperatura operativa è raggiunta nello start up con riscaldamento elettrico ed è mantenuto, a regime, con la reazione di ossidazione che si auto sostiene. Iniezione dei gas di processo (aria in fase di start up e ossigeno a regime) Controllo della granulometria del materiale sospeso nella corrente diretta al reattore Ossidazione della materia organica in transito nel reattore. Operazioni di servizio atte a preservare l'ambiente operativo (es. pulizia del reattore, tramite spurgo etc. etc.)

La reazione di ossidazione avviene in ambiente acquoso mediante ossigeno ad alta temperatura (~300 °C) e pressione (~100 bar) e consente:

- Una drastica riduzione in volume del rifiuto dovuto alla decomposizione della materia organica costituente le resine in acqua e anidride carbonica
- La trasformazione delle sostanze inorganiche presenti nel rifiuto in ossidi di metalli e sali solubili (quali, ad esempio Na_2SO_4 , Na_2CO_3)
- La trasformazione dello Zolfo e dell'Azoto in solfati, sali di ammonio e ammoniaca, evitando la formazione di gas tossici quali anidride solforosa e/o ossidi di azoto.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



La reazione di ossidazione è esotermica, l'energia prodotta è controllata adeguando le quantità di materia organica nella corrente in ingresso al reattore in modo tale che non sia, normalmente, necessario alcun apporto termico dall'esterno.

I prodotti della reazione di ossidazione sono estratti dal reattore in due correnti:

- Una acquosa contenente solidi in sospensione e sali solubilizzati
- Una gassosa contenente CO₂ e l'eccesso di O₂ impiegato per esaltare l'ossidazione.

3) La Zona Post Ossidazione (PO) è predisposta per le funzioni relative al Trattamento delle correnti gassose e liquide in uscita dal reattore.

La corrente gassosa viene trattata tramite:

- Lavaggio della corrente in uscita dal separatore gas-liquido
- Passaggio su letto catalitico per la distruzione selettiva dei residui di sostanze organiche volatili residue, CO e NH₃
- Scarico della corrente condizionata all'off gas system per filtrazione e monitoraggio prima dell'immissione in atmosfera.

La corrente liquida, composta da acqua, sali solubili e ossidi di metalli in sospensione, viene:

- Accumulata nel serbatoio di post-ossidazione che alimenta il processo di Post-Trattamento
- Ossidata, tramite aggiunta di ozono (dosaggio massimo 12000 ppm), per assicurare, con metodologia alternativa e complementare al processo di ossidazione ad umido nella sezione precedente, il completamento della reazione di ossidazione (Rif. 2.1.32).

4) Le zone Aria di Processo, Produzione Ossigeno e Produzione Ozono sono dedicate rispettivamente alla produzione dell'aria compressa, dell'ossigeno e dell'ozono; l'ossigeno o l'ozono sono necessari durante tutto il processo per la decomposizione della materia organica, mentre l'aria ad alta pressione viene utilizzata per lo start up dell'impianto sino alla stabilizzazione della temperatura di funzionamento del reattore di ossidazione.

9.9.1 Zona Preparazione e Condizionamento Resine

La zona Preparazione e Condizionamento Resine raggruppa, funzionalmente, le operazioni necessarie alla preparazione della sospensione di alimentazione al reattore di ossidazione. Queste consistono, essenzialmente, nella diluizione con acqua della sospensione acquosa di resine proveniente dal Pre-Trattamento, nell'aggiunta dell'idrossido di sodio, nell'accumulo della

PROPRIETA'	STATO	LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE	PAGINE
Del Lucchese M.	Documento definitivo	Aziendale	86/161
Legenda	Stato: Bozza, In Approvazione, Documento Definitivo Livello di Classificazione: Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale – riproduzione vietata, Uso Ristretto – riproduzione vietata		

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



sospensione condizionata in un serbatoio dedicato e nel controllo granulometrico, tramite filtrazione, durante il trasferimento della sospensione ottenuta all'unità di Trattamento Resine.

L'unità di Preparazione e Condizionamento Resine comprende i seguenti componenti principali:

- Serbatoio di Condizionamento Resine (T02-TK2010)
- Serbatoio di Accumulo Resine Condizionate (T02-TK2020)
- Serbatoio di Accumulo acqua di processo (T02-TK2015)
- Unità di Filtrazione (T02-FR 2015, T02-FR2018)
- Pompa dosatrice per addizione soluzione idrossido di sodio (T02-P2045)
- Pompa Trasferimento dal serbatoio di Condizionamento a quello di Accumulo (T02-P2005)
- Pompa Trasferimento Acqua di processo (T02-P2015)
- Pompa di Trasferimento a Unità di Filtrazione (T02-P2025)
- Valvole manuali e automatiche di isolamento, di sicurezza, strumentazione in linea per supervisione e controllo (in particolare misuratori in linea di pressione, di portata, misuratori di livello dei serbatoi, misuratore di pH) ecc.

Al serbatoio di condizionamento (T02-TK2010) confluiscono tre correnti che trasferiscono quantità misurate di:

1. Sospensione acquosa di resine da uno dei due serbatoi di accumulo resine macinate (T01-TK1610, T01-TK1620) del sistema Pre-Trattamento (§ 9.8). Le caratteristiche di questa corrente (es. percentuale in peso di resine, COD⁷, etc) sono essenziali per stabilire i parametri operativi del reattore e la quantità di acqua di diluizione.
2. Acqua di diluizione, riciclata dal Post-Trattamento o demineralizzata, utilizzata per raggiungere la concentrazione ottimale di materia organica in acqua richiesto per la reazione (ordine di grandezza: COD 120 gr/l)
3. Soluzione di idrossido di sodio, al 30% in peso, utilizzato per raggiungere il pH ottimale nel processo a valle ove occorre neutralizzare l'ambiente acido formatosi all'interno del reattore a seguito della dissoluzione delle resine

La pompa dosatrice T02-P2045 trasferisce il volume di soluzione di idrossido di sodio al 30% in acqua al serbatoio di condizionamento (T02-TK2010). La quantità di idrossido di sodio (indicata

⁷ COD= domanda chimica di ossigeno, indice della concentrazione di materia organica in acqua

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



come Kg-NaOH/ Kg resina secca) necessaria per evitare la formazione di un ambiente acido a seguito della decomposizione delle resine viene calcolato dal programma di supervisione e controllo in base al valore di pH misurato sul liquido ossidato a valle della zona di Trattamento.

L'acqua di diluizione, proveniente dal serbatoio T02-TK2015, viene aggiunta al serbatoio T02-TK2010 in quantità nota correlata, dal sistema di supervisione e controllo, alla concentrazione di materia organica presente nella sospensione in arrivo dal sistema di Pre-Trattamento.

Nel serbatoio di Condizionamento Resine avviene l'omogeneizzazione delle quantità trasferite, tramite miscelazione mediante l'uso di un agitatore per un tempo definito. Completata la fase di miscelazione la sospensione, diluita e basificata, viene inviata al serbatoio di Accumulo.

Il serbatoio di accumulo T02-TK2020 è dimensionato per lo stoccaggio di un quantitativo di sospensione corrispondente a 10 volumi del serbatoio di condizionamento che garantiscono, tra l'altro, un'autonomia di circa 10 ore di funzionamento a regime.

Da questo serbatoio la sospensione è trasferita, con la pompa di trasferimento T02-P2025, verso l'Unità di Filtrazione.

L'Unità di Filtrazione opera in continuo, è costituita da due filtri contro-lavabili installati in parallelo. Durante il normale funzionamento di impianto, uno è allineato mentre l'altro è in stand-by.

La filtrazione assicura che le dimensioni delle particelle all'ingresso alla pompa ad alta pressione di alimentazione al reattore siano inferiori o uguali a 500 micron.

Quando il filtro in funzione si intasa (allarme di alto ΔP al sistema di supervisione e controllo), viene staccato dal processo e viene allineato il filtro precedentemente in stand by. Il filtro intasato subisce un'azione di contro-lavaggio, grazie alla quale le particelle catturate dal sistema di filtrazione vengono inviate alla zona di Macinazione del sistema di Pre-Trattamento (§9.8.4).

Il flusso in uscita dal filtro si divide in due parti: una parte viene ricircolata in modo continuo al serbatoio di Accumulo Resine Condizionate; la seconda alimenta il reattore di ossidazione a portata costante.

Nel serbatoio di accumulo è possibile effettuare manualmente azioni correttive sulla sospensione (es. aggiunta di acqua o idrossido di sodio) se evidenziate come necessarie dal sistema di supervisione e controllo.

9.9.2 Zona Trattamento Sospensione Resine

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



La zona Ossidazione Sospensione Resine è la sezione di impianto che opera ad alta pressione in cui avviene la miscelazione con ossigeno, il preriscaldamento (di tipo rigenerativo) della corrente entrante nel reattore, la reazione di ossidazione, e la separazione delle fasi liquide e gassose.

L'unità di Ossidazione Sospensione Resine comprende i seguenti componenti principali:

- Pompa (booster) di pre-alimentazione pompa alta pressione (T02-P2026)
- Pompa ad alta pressione Trasferimento a Reattore (T02-P2210)
- Scambiatore di calore rigenerativo (T02-HX2205) per il preriscaldamento della sospensione in ingresso al primo reattore (T02-WOR2205) a opera della corrente liquida in uscita dalla testa del secondo reattore (T02-WOR2210)
- Reattore tubolare composto da due unità in serie (T02-WOR2205, T02-WOR2210) con relativi riscaldatori elettrici
- Scambiatore di calore (T02-HX2215) per raffreddamento della corrente gas/vapori spillata dalla testa del secondo reattore (T02-WOR2210)
- Separatore Gas-Liquido (T02-TK2210) ove si controlla, tramite PCV agente sul flusso gassoso in uscita, la pressione operativa
- Serbatoio Sovrappressione per la soppressione e il confinamento degli scarichi di emergenza da zona reattore (T02-TK2610)
- Pompa di scarico del serbatoio di sovrappressione (T02-P2610)
- Pompa di flussaggio per operazioni di pulizia e scarico fondo reattore (T26-P4610)
- Serbatoio per la raccolta temporanea degli scarichi accumulati sul fondo del reattore (T02-TK2215)
- Serbatoio di espansione degli scarichi raccolti dal fondo del Reattore durante le operazioni di pulizia (T02-TK2235)
- Pompa di alimentazione acqua per il raffreddamento della corrente gas/vapori in uscita dalla testa del Reattore (T26-P4620)
- Pompa per il lavaggio in contro flusso degli orifizi riduttori di pressione (T26-P4630)
- Orifizi riduttori di pressione (T26-PR4650, T02-DI2238, T02-DI2245 e T02-DI2235)
- Valvole manuali e automatiche di isolamento, valvole di sicurezza, valvole di non ritorno, strumentazione in linea (in particolare misuratori in linea di pressione, di portata, misuratori di pressione e temperatura nel Reattore) ecc.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Lungo la linea di aspirazione della pompa booster è prevista una connessione che consente l'eventuale iniezione, nelle linee della zona ad alta pressione del sistema di Trattamento, di un agente ossidante per la "passivazione" iniziale della zona in oggetto. Il collegamento può essere usato, eventualmente, in caso di necessità di lavaggi chimici interni o di ripristino del film passivo.

La sospensione di resine è trasferita dalla zona Preparazione e Condizionamento a quella di Ossidazione Resine tramite il gruppo di pompe in serie P2026 e P2210. Dopo la pompa P2210 il liquido di processo viene miscelato con ossigeno, proveniente dalla zona di produzione ossigeno (o con aria in fase di start-up dell'impianto, vedi paragrafo 9.9.4). La portata di ossigeno da miscelare con la corrente di resine è regolata dal sistema di supervisione e controllo, in base al set point pre-impostato, della quantità di ossigeno non reagito nella reazione di ossidazione (misurato dall'analizzatore installato a valle del reattore).

Successivamente il liquido di processo è introdotto nello scambiatore di calore ove viene preriscaldato dal liquido di processo proveniente dalla testa del secondo reattore; la sospensione alimentata raggiunge così la temperatura necessaria per l'innesco della reazione.

Nel reattore avviene la reazione di ossidazione che è una reazione esotermica in grado di autoalimentarsi. In altri termini la temperatura nel reattore si mantiene (in condizioni normali) grazie al calore sviluppato dalla reazione stessa. Il tempo di residenza del liquido all'interno del Reattore è circa di 3 ore.

La temperatura del fluido all'interno del reattore può essere anche mantenuta a un valore prefissato grazie a scaldiglie elettriche avvolgenti esternamente il reattore che sono controllate da appositi loop di regolazione. L'apporto di calore per via elettrica è necessario in fase di avviamento, per mantenere la temperatura operativa durante inattesi periodi di fermate del processo e facilitarne così la ripartenza e per compensare inattese ed eccessive perdite termiche all'ambiente, etc.

Il Reattore presenta due uscite distinte, una per fase liquida e l'altra per la fase gas/vapore.

La corrente liquida in uscita dal Reattore viene utilizzata nello scambiatore di calore (recupero termico) per il pre-riscaldamento del liquido in ingresso.

La corrente gas/vapore, ed eventuali particelle di liquido trascinate, in uscita dalla testa del reattore viene raffreddata con acqua in pressione tramite uno scambiatore di calore. Il raffreddamento di questa corrente causa la condensazione dell'aliquota in forma di moisture (essenzialmente vapore d'acqua) ivi contenuta.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



La separazione del liquido, derivante dalla condensazione, e del gas presenti nella corrente avviene nel serbatoio dedicato identificato come Separatore Gas/Liquido.

Il separatore gas-liquido è il punto di controllo della pressione operativa della zona ad alta pressione. La pressione di set-up viene controllata tramite una valvola regolatrice installata sulla linea di scarico della fase gassosa. Sulla linea di scarico della fase liquida un'altra valvola regolatrice controlla il livello del liquido accumulatosi nel serbatoio e un orifizio, posto a valle di tale valvola, riduce la pressione della corrente liquida ai valori prefissati.

Un altro orifizio riduttore di pressione per la corrente liquida è presente sulla linea del liquido ossidato raffreddato in uscita allo scambiatore di calore rigenerativo.

Poiché il gas in uscita dal separatore di fase subisce un'espansione isoentalpica, la temperatura della corrente a valle della valvola di controllo della pressione potrebbe abbassarsi a tal punto da non risultare adeguata all'ingresso del misuratore di ossigeno e al suo lavaggio nello scrubber. Per tale motivo la temperatura della corrente gassosa viene tenuta ad un valore minima di circa 10°C mediante un riscaldatore elettrico.

Tutte le correnti liquide in uscita dai componenti della zona ad alta pressione (dallo scambiatore rigenerativo, dal separatore e dal serbatoio di espansione) si riuniscono in un collettore e sono scaricate nel Serbatoio di Accumulo Liquido Post-Ossidazione

L'unità di Trattamento è dotata di connessioni al sistema di raccolta drenaggi, ai collettori di distribuzione acqua ed aria compressa e al serbatoio di accumulo degli scarichi per sovrappressione.

Durante il normale esercizio, ossidazione a umido delle resine, è possibile eseguire la pulizia del fondo dei due componenti che costituiscono il reattore. Questa pulizia è decisa dall'operatore e ha essenzialmente carattere preventivo e quindi periodico ed è una fase operativa autonoma che non ostacola la reazione di ossidazione né ne dipende.

Per iniziare la pulizia dei fondi del reattore occorre che il serbatoio Raccolta Scarichi Fondo reattore (T02-TK2215) sia isolato (valvole sulle linee ingresso e uscita chiuse) e che gli strumenti di monitoraggio non segnalino nessuna anomalia (i.e. pressione interna elevata o temperatura interna maggiore di 60°C).

Lo scarico del fondo del reattore è inviato al serbatoio di post-ossidazione (T02-TK2415).

9.9.3 Zona Post Ossidazione

La zona Post Ossidazione è suddivisa in due sezioni:

PROPRIETÀ	STATO	LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE	PAGINE
Del Lucchese M.	Documento definitivo	Aziendale	91/161
Legenda	Stato: Bozza, In Approvazione, Documento Definitivo Livello di Classificazione: Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale – riproduzione vietata, Uso Ristretto – riproduzione vietata		

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- Trattamento della corrente gassosa, dove avviene il lavaggio dei gas prodotti ed il loro Trattamento su un letto catalitico;
- Trattamento della corrente liquida, dove la fase acquosa in uscita proveniente dalla zona ossidazione viene raccolta in un serbatoio di accumulo e sottoposta a Trattamento con ozono.

La sezione di Trattamento della corrente gassosa comprende i seguenti componenti principali:

- Serpentina Riscaldante (T02-EH2405)
- Package Analizzatore di ossigeno (T02-AT2240)
- Package Scrubber (T02-SC2410)
- Package Catalizzatore (T02-CT2415)

La sezione di Trattamento della corrente liquida con processo di ozonizzazione, comprende i seguenti componenti principali:

- Serbatoio di accumulo liquido di post-ossidazione (o serbatoio di contatto) (T02-TK2415)
- Pompa centrifuga T02-P2416 di ricircolo al serbatoio T02-TK2415
- Eiettore di miscelazione liquido-ozono
- Analizzatore di TOC (T02-AT2525)

La zona di Post-Ossidazione comprende anche: valvole manuali e automatiche di isolamento, valvole di sicurezza, valvole di non ritorno, strumentazione in linea (in particolare package analizzatore di ossigeno, misuratori in linea di pressione e temperatura, misuratori di livello del serbatoio di accumulo liquido post-ossidazione, misuratori di pH) ecc.

L'unità di Post Ossidazione è dotata di connessioni al sistema di raccolta drenaggi, ai collettori di distribuzione acqua ed aria compressa e al serbatoio di accumulo degli scarichi per sovrappressione.

Nella sezione di Trattamento della corrente gassosa, il gas in uscita dal Separatore Liquido/Gas T02-TK2210, immediatamente dopo l'espansione, è riscaldato mediante l'uso di una Serpentina Riscaldante per evitare il raffreddamento della corrente nelle linee.

In seguito, una frazione della corrente viene filtrata e convogliata nell'analizzatore di ossigeno per rilevare la quantità di ossigeno presente nella corrente (questa misura ci consente un controllo

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



indiretto della reazione di ossidazione), mentre la maggior parte della corrente viene inviata al package dello scrubber.

Nello Scrubber la corrente gassosa (temperatura 37°C circa) è lavata con acqua demi per la cattura delle polveri di trascinamento e per l'abbattimento di eventuali composti organici volatili.

Successivamente il gas, dopo essiccamento, viene confluito al catalizzatore dove si verifica principalmente la decomposizione dell'ammoniaca in azoto, del monossido di carbonio e delle sostanze organiche volatili in anidride carbonica.

La corrente condizionata viene infine inviata all'off gas system per filtrazione e monitoraggio prima dell'immissione in atmosfera.

Le fasi acquose provenienti dallo Scambiatore Pre-riscaldamento Sospensione Resine (T02-HX2205), dal Serbatoio T02-TK2235, dal Separatore Gas/Liquido T02-TK2210 e saltuariamente il liquido di lavaggio saturo proveniente dallo Scrubber, vengono sottoposte ad un Trattamento di post ossidazione con ozono.

L'ozono, prodotto dal un generatore, viene in contatto con il liquido da trattare attraverso un sistema costituito dal serbatoio di Accumulo Liquido Post Ossidazione (T02-TK2415), da una pompa di ricircolo (T02-P2416) e da un eiettore di miscelazione liquido-ozono posto sulla linea di mandata della pompa stessa. L'ozono viene introdotto nell'eiettore per effetto Venturi, formando una miscela eterogenea di gas/liquido che favorisce la diffusione dell'ozono aumentando la superficie di scambio liquido/gas.

Il pH del liquido ossidato viene misurato in continuo in modo da verificare che la soluzione acquosa sia neutra o leggermente basica a valle della zona ad alta pressione (nella corrente in entrata al serbatoio Accumulo Liquido Post-Ossidazione). Questa misura è correlata al dosaggio della quantità di idrossido di sodio che viene addizionato alla sospensione nella sezione di condizionamento resine.

Il pH del liquido all'interno del serbatoio di accumulo viene misurato per ottimizzare il processo di Post-Trattamento mediante l'aggiunta di NaOH direttamente nel serbatoio.

La pompa T02-P2460-A trasferisce in continuo il liquido post ossidato dal serbatoio di accumulo TK2415 al serbatoio di testa dell'evaporatore T03-TK3010 del sistema di Post-Trattamento.

9.9.4 Zona Aria di Processo

L'aria di processo viene utilizzata essenzialmente nelle fasi di start-up dell'impianto.

L'unità di compressione ed alimentazione dell'aria comprende i seguenti componenti principali:

PROPRIETA'	STATO	LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE	PAGINE
Del Lucchese M.	Documento definitivo	Aziendale	93/161

Legenda

Stato: Bozza, In Approvazione, Documento Definitivo

Livello di Classificazione: Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale – riproduzione vietata, Uso Ristretto – riproduzione vietata

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- Compressore
- Essiccatore
- Unità polmone di stoccaggio dell'aria
- Riduttore di pressione che consente l'alimentazione dell'aria alle condizioni previste di pressione (P compresa tra 130 e 100 bar)
- Valvole manuali e automatiche di isolamento, valvole di non ritorno, valvola di regolazione, valvole di sicurezza, strumentazione in linea (in particolare misuratore in linea di pressione) ecc.

L'aria viene compressa, essiccata ed inviata all'unità polmone di stoccaggio dell'aria; di qui, dopo essersi espansa nel riduttore di pressione, all'unità di Trattamento Sospensione Resine.

9.9.5 Zona Produzione Ossigeno

La configurazione dell'unità di Produzione Ossigeno per l'alimentazione al reattore di ossidazione ad umido è costituita essenzialmente da:

- Serbatoio di ossigeno liquido
- Pompa criogenica
- Riscaldatori
- Riduttori di pressione
- Serbatoio polmone
- Valvole manuali e automatiche di isolamento, valvole di non ritorno, valvola di regolazione, valvole di sicurezza, strumentazione in linea (in particolare misuratore in linea di pressione) ecc.

9.9.6 Zona Produzione Ozono

L'ozono è prodotto nel generatore per azione della scarica silenziosa sull'ossigeno contenuto nel gas di alimentazione. I componenti principali del package produzione di ozono sono:

- Il vessel (un serbatoio cilindrico nel quale un numero specifico di tubi in acciaio inossidabile in uno spazio compatto, sono saldati tra due piastre);
- Il sistema di produzione di azoto (alimentato da aria compressa a 7 bar e $T < 30^{\circ}\text{C}$);

Relazione di Progetto Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino	ELABORATO TR RE 01080
	REVISIONE 00



- La PSU che comprende il sistema di automazione per il controllo e la sicurezza della distribuzione di potenza all'ozonizzatore.

Un serbatoio di stoccaggio di ossigeno liquido sarà installato nell'area prossima al generatore per l'alimentazione dello stesso.

9.10 Sistema di Post-Trattamento

Il Sistema di Post-Trattamento è la parte dell'impianto dedicata alla concentrazione, mediante evaporazione, dei residui solidi contaminati ed all'accumulo del concentrato in vista del successivo condizionamento del residuo radioattivo (cementazione).

La corrente liquida in uscita dalla sezione di trattamento tramite WOT, composta da acqua, sali solubili e ossidi di metalli in sospensione viene raccolta in un serbatoio di accumulo (T02-TK2415, Rif.[2.1.21]) e sottoposta a trattamento con ozono.

Il trattamento di Post-Ossidazione è un processo complementare al processo di ossidazione ad umido e viene effettuato al fine di garantire il completamento della reazione di ossidazione e quindi la decomposizione di possibili residui di materia organica rimasti ancora in soluzione.

Il serbatoio, T02-TK2415, preposto alla reazione di Post-Ossidazione è un serbatoio di circa 4 m3, atto ad accogliere la fase liquida ossidata proveniente dal reattore.

Il serbatoio è stato dimensionato allo scopo di garantire il completamento della reazione di ossidazione del liquido di processo, ad opera dell'ozono, in un arco di tempo di circa 12 ore.

Al termine della reazione di ossidazione, tramite ozono, il liquido, raggiunto il livello di stramazzo, viene trasferito alla unità di Post-Trattamento mediante la pompa peristaltica T02-P2460.

Sulla linea di trasferimento della corrente di liquido dal sistema di Trattamento al Sistema di Post-Trattamento è installato un misuratore di TOC (Total Organic Carbon), allo scopo di controllare la concentrazione di residuo organico presente.

In caso dalla misura del TOC si ottengano valori di residuo di materia organica non accettabili il liquido verrà re-inviato al sistema di omogeneizzazione (§ 9.8.5)

Il sistema di Post-Trattamento si articola di due unità:

- Unità di Evaporazione
- Unità di Accumulo del concentrato

9.10.1 Unità di Evaporazione

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



L'Unità di Evaporazione svolge le seguenti operazioni:

- Accumulo del liquido di post-ossidazione
- Trasferimento del liquido al package evaporatore
- Eventuale trasferimento del liquido all'unità di omogeneizzazione
- Evaporazione
- Accumulo del distillato e trasferimento al Sistema Recupero Acqua e/o al Radwaste di Centrale
- Trasferimento del concentrato all'Unità di Accumulo del concentrato
- Eventuale trasferimento del concentrato al package evaporatore per aumentare l'efficienza del processo

Al termine della fase di post-ossidazione il liquido di processo, raggiunto il massimo livello di ossidazione richiesto, viene trasferito mediante la pompa peristaltica T02-P2460 al serbatoio di testa dell'evaporatore, T03-TK3010.

I componenti compresi all'interno della unità di evaporazione del sistema di post-trattamento sono:

- Package Evaporatore (T03-EV3205)
- Serbatoio di testa dell'evaporatore (T03-TK3010)
- Serbatoio di coda dell'evaporatore (T03-TK3020) per la raccolta del distillato
- Pompa peristaltica (T03-P3315) per il ritorno del liquido processo al sistema di pre-trattamento e all'unità di omogeneizzazione in caso di malfunzionamento del package evaporatore
- Pompa volumetrica (in particolare peristaltica o a membrana) (T03-P3325) per il trasferimento del concentrato in uscita all'evaporatore al serbatoio di accumulo (T03-TK3060/TK3065)
- Pompa centrifuga (T03-P3350) per l'estrazione del distillato dal serbatoio di coda dell'evaporatore
- Valvole manuali e motorizzate di isolamento, valvole di non-ritorno
- Strumentazione in linea (misuratori di pressione, misuratori di livello nei serbatoi di testa/coda all'evaporatore).

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



L'unità di Evaporazione del sistema di Post-Trattamento è collegata in interfaccia con:

- Sistema di Trattamento:
 - Dal quale riceve la corrente di liquido da processare (direttamente dal serbatoio di post-ossidazione) (§ 9.9.3)
 - Al quale invia il distillato; il serbatoio di coda evaporatore è collegato al serbatoio di accumulo acqua di processo del sistema di trattamento (T02- TK2015), § 9.9.1
- Radwaste di Centrale:
 - Dove viene raccolto e trattato il distillato prodotto che non viene smaltito dal processo.

Il liquido introdotto nel serbatoio di testa (T03-TK3010) viene condotto all'interno dell'evaporatore grazie alla depressione presente all'interno del sistema evaporatore che lavora sotto-vuoto.

Il processo di evaporazione consente di concentrare e separare i sali solubili, insolubili e la materia organica ancora presente nel liquido di processo mediante l'evaporazione di una parte dell'acqua presente.

All'uscita del package di evaporazione:

- La corrente del distillato viene inviata al serbatoio di raccolta (coda evaporatore) dal quale, mediante la pompa T03-P3350, verrà successivamente inviata al Sistema di Trattamento (Serbatoio Recupero Acqua di Processo, T02-TK2015) o al Sistema Radwaste di Centrale quando è in eccesso rispetto all'acqua necessaria al processo di Trattamento;
- La corrente del concentrato viene trasferita mediante la pompa T03-P3325 ai serbatoio di accumulo (T03-TK3060/TK3065) dell'Unità di Accumulo del concentrato.

L'Unità di Evaporazione del Post-Trattamento è connessa al sistema di raccolta drenaggi, al sistema distribuzione acqua ed aria compressa ed al sistema di off-gas.

La pompa peristaltica, T03-P3315, sarà dedicata anche al servizio drenaggi.

9.10.2 Unità di Accumulo Concentrato

Dall'Unità di Evaporazione la soluzione è trasferita all'Unità di Accumulo del Concentrato e raccolta in uno dei due serbatoi allineato in riempimento (T03-TK3060/TK3065), mentre l'altro rimarrà in stand by.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



L'Unità di Accumulo del concentrato svolge le seguenti operazioni:

- Accumulo del concentrato in un serbatoio (secondo serbatoio in stand by)
- Campionamento del concentrato (SS3570)
- Allineamento del sistema per l'alimentazione alla cementazione
- Allineamento del sistema per l'alimentazione all'evaporatore (nel caso l'efficienza di evaporazione non sia stata raggiunta dopo il primo passaggio)
- Trasferimento del concentrato da un serbatoio all'altro

I componenti compresi all'interno della unità di accumulo concentrato del sistema di post-trattamento sono:

- Due Serbatoi di Accumulo Concentrato (T03-TK3060 o T03-TK3065) uguali
- Pompa di campionamento concentrato (T03-P3070)
- Due Pompe uguali peristaltiche di alimentazione del concentrato al processo di cementazione (T03-P3360-P3365)
- Sistema di campionamento in linea (SS3570)
- Valvole manuali e motorizzate di isolamento, valvole di non-ritorno,
- Strumentazione in linea (misuratori di pressione, misuratori di livello, ecc.)

L'unità di accumulo concentrato è composta essenzialmente da due serbatoi, che lavorano uno allineato per accogliere la soluzione proveniente dal processo di evaporazione, l'altro allineato per accumulare l'eventuale prodotto concentrato rievaporato.

Le pompe per il trasferimento del concentrato alla cementazione, sono ridondate (T03-P3360/P3365).

Le operazioni di normale funzionamento di questa unità, prevedono che al riempimento del serbatoio di accumulo del concentrato, venga interrotto il funzionamento dell'evaporatore.

Il serbatoio di testa (T03-TK3010) da questo momento comincerà a funzionare come unità di accumulo del liquido post-ossidato in arrivo dal sistema di post-trattamento (funzionante in continuo 7 giorni su 7, 24h/24) garantendo in questo modo la continuità di funzionamento del sistema di Trattamento.

Dal serbatoio di accumulo concentrato verrà prelevato un significativo campione di liquido (50 cc) che verrà analizzato in laboratorio per determinarne la quantità di acqua residua e la

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



composizione chimica e radiologica prima dell'invio all'impianto di Cementazione (in interfaccia). Qualora la quantità di acqua residua nel concentrato sia maggiore rispetto a quanto richiesto dalla cementazione, è prevista la possibilità di alimentare nuovamente il concentrato al package di evaporazione.

Per garantire la continuità di funzionamento del sistema di post-trattamento senza sovradimensionare eccessivamente i componenti di detto sistema, è necessario avere risultati preliminari di campionamento sulla densità e pH della soluzione. Il sistema è stato dimensionato ipotizzando che un tempo di circa 3h ore sia sufficiente a prelevare il campione ed effettuare tale verifica.

Nel caso in cui il pH del concentrato sia inferiore a 8,3 si procede attraverso un'aggiunta di soda (NaOH) per correggerne il valore.

Nel caso in cui la quantità d'acqua rilevata durante l'analisi nel campione sia maggiore di quella richiesta dalla successiva stazione di cementazione, si provvederà ad allineare il serbatoio di accumulo in alimentazione al package di evaporazione ed a ricircolare l'intero contenuto del serbatoio di accumulo concentrato fino al raggiungimento della quantità d'acqua richiesta dalla ricetta di cementazione. Si stima sia sufficiente un solo passaggio sull'evaporatore.

Durante questa operazione si prevede di far lavorare l'evaporatore a piena potenzialità (350 l/h) in modo da garantire lo svuotamento del serbatoio di accumulo in circa 2,5 ore. Il concentrato ottenuto da questo secondo passaggio, sarà accumulato nel secondo serbatoio di accumulo concentrato che fino a questo momento era in stand by.

Raggiunto il valore di densità ottimale per le fasi successive del processo, l'evaporatore verrà nuovamente allineato verso il serbatoio di testa (T03-TK3010) e lavorerà alla massima potenzialità per smaltire l'accumulo.

Durante queste operazioni, l'impianto si allineerà nel modo seguente:

- Serbatoio di accumulo del concentrato (T03-TK3060/TK3065): alimentazione alla cementazione,
- Serbatoio di testa (T03-TK3010): alimentazione all'evaporatore (EV3205)
- Serbatoio di accumulo (vuoto): raccolta concentrato
- Serbatoio di accumulo (pieno): alimentazione alla cementazione.

Ciascun serbatoio è provvisto di un agitatore a elica necessario sia per evitare la sedimentazione che per ottimizzare l'omogeneizzazione del contenuto.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Ogni serbatoio è collegato alle due pompe di trasferimento (T03-P3360/P3365), ridondate, che consentono il ricircolo della corrente di concentrato così da garantirne l'omogeneizzazione. Durante il ricircolo verrà spillata la portata necessaria per alimentare il cassone di calibrazione dell'impianto di cementazione SiCoMoR.

Entrambi i serbatoi sono collegati ad un sistema di campionamento che preleva liquido, grazie all'ausilio di una pompa di tipo volumetrica T03-P3370.

Ciascun serbatoio è corredato di un bocchello connesso con una linea di ritorno dall'impianto di cementazione SiCoMoR, previsto per ricevere l'eccesso di concentrato eventualmente misurato dalla cella di carico del cassone di calibrazione.

L'Unità di Accumulo del Concentrato del Post-Trattamento è connessa al sistema di raccolta drenaggi, al sistema distribuzione acqua ed aria compressa ed al sistema di offgas.

La pompa peristaltica, T03-P3315 dell'Unità di Evaporazione sarà dedicata anche al servizio drenaggi dei locali adibiti al Post-Trattamento.

9.11 Sistema elettrico

L'alimentazione elettrica dell'intero impianto per il trattamento delle resine è trifase con neutro a terra (tipo TN-S). L'alimentazione viene distribuita dal quadro elettrico generale dell'impianto QEG posto nel container posizionato lateralmente all'edificio Waste Disposal (WD). Il quadro è alimentato da rete elettrica normale e da diesel di emergenza che assicura l'energia elettrica al quadro con un ritardo di cinque minuti dalla mancanza di alimentazione normale

Il QEG distribuisce l'energia elettrica a:

- I quadri elettrici del Sistema di Pre-trattamento, Trattamento e Post-trattamento
- I sistemi di ventilazione ed off-gas,
- Il sistema UPS che a sua volta alimenta le apparecchiature di radioprotezione e le lampade di emergenza; le lampade di sicurezza e le centraline dell'impianto di rivelazione incendi hanno le loro batterie tampone che garantiscono un funzionamento di un'ora per le prime e di 72 ore per le seconde.

Il Sistema elettrico della Sezione di Pre-Trattamento è composto dai seguenti dispositivi:

1. Quadro di distribuzione generale di bassa tensione,
2. Quadro comando locale movimentazione,
3. Quadro UPS - Uninterruptible Power System,

PROPRIETÀ	STATO	LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE	PAGINE
Del Lucchese M.	Documento definitivo	Aziendale	100/161
Legenda	Stato: Bozza, In Approvazione, Documento Definitivo Livello di Classificazione: Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale – riproduzione vietata, Uso Ristretto – riproduzione vietata		

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



4. Quadri alimentazione strumenti, valvole pneumatiche e a solenoide.

Il Sistema elettrico della Sezione di Trattamento è composto dai seguenti dispositivi:

1. Quadro di distribuzione generale di bassa tensione
2. Quadro UPS - Uninterruptible Power System
3. Quadri alimentazione strumenti, valvole pneumatiche e a solenoide.

Il Sistema elettrico della Sezione di Trattamento è composto dai seguenti dispositivi:

1. Quadro di distribuzione generale di bassa tensione
2. Quadro UPS - Uninterruptible Power System
3. Quadri alimentazione strumenti, valvole pneumatiche e a solenoide.

I quadri di distribuzione generale di bassa tensione hanno una tensione di esercizio pari a 400V e sono installati a pavimento. Essendo costituiti da unità modulari verticali, si presentano come una struttura rigida.

Tutte le parti in tensione accessibili hanno grado di protezione minimo di IP20.

I quadri UPS Uninterruptible Power System hanno una tensione di uscita pari a 230V. Il pannello di distribuzione ha struttura metallica con grado di protezione minimo IP40. Tutte le parti in tensione accessibili hanno invece un grado di protezione minimo IP20. La morsettiera del quadro è in grado di ricevere il 20% in più dei circuiti riportati sugli schemi. Il sistema UPS è del tipo COB (Continuous Operation with By – pass) con una potenza di 6KVA e una tensione di ingresso pari a 400V. Nel funzionamento normale il carico è alimentato dall'inverter.

In caso di superamento delle tolleranze ammesse della tensione alternata d'ingresso, il carico viene alimentato dal sistema batterie/inverter per una durata massima di 15 minuti.

Entro tale tempo entra in funzione il sistema diesel e quindi i carichi tornano ad essere alimentati dall'inverter.

I quadri alimentazione strumenti, valvole pneumatiche e valvole a solenoide sono diversi per i tre sistemi e per ognuno di essi è previsto un armadio in cui sono alloggiati le logiche a relè ed un sistema di alimentazione atto a produrre tutte le tensioni necessarie per il corretto funzionamento dell'Impianto.

L'alimentazione di ogni armadio è costituita da una linea a 230V 50Hz proveniente da UPS che alimenta un convertitore AC/DC (230/24V) il quale alimenta i segnali analogici, il circuito elettrico

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



delle valvole pneumatiche e il controllo delle valvole solenoidi. Le valvole a solenoide sono alimentate invece con la tensione 230V 50Hz da una seconda linea direttamente da UPS.

Ogni quadro ha una struttura metallica con grado di protezione minimo IP40. Tutte le parti in tensione accessibili hanno un grado di protezione minimo IP20.

Il circuito di alimentazione, di controllo, i cavi e le morsettiere sono posizionati in scomparti separati.

9.12 Sistema di supervisione e controllo

Il sistema di automazione dell'Impianto in esame è costituito da due parti integrate tra loro: il sistema di controllo e il sistema di supervisione.

L'architettura di sistema si basa sull'utilizzo di componenti hardware di ultima generazione e sfrutta le potenzialità di controllori programmabili real-time e di schede di condizionamento segnali ad alta capacità. L'interfaccia uomo-macchina (HMI) è realizzata mediante l'utilizzo di un programma software installato su di un PC convenzionale che permette, mediante l'utilizzo di pagine video, il totale controllo e la completa supervisione dell'Impianto.

Il sistema di controllo è realizzato tenendo presente i requisiti di ridondanza ritenuti indispensabili per il funzionamento in sicurezza dell'Impianto. A livello di controllore è installato un secondo controllore montato su di un backplane attivo dedicato mentre a livello di alimentazione è duplicata l'alimentazione dell'hardware di controllo con due alimentatori, ognuno dei quali di potenza tale da poter alimentare l'intero sistema. Le principali funzioni svolte dal sistema di controllo sono relative a: acquisizione dei segnali di campo, realizzazione delle soglie di allarme e interblocco, esecuzione di calcoli matematici su grandezze acquisite, comando e gestioni di tutte le utenze collegate al sistema, elaborazione di logiche di processo e di interblocco, comunicazione tra tutte le Unità, comunicazione con il sistema di supervisione. La diagnostica sullo stato dei controllori sarà realizzata hardware utilizzando schede di I/O dedicate e installate a bordo dei backplanes attivi. La comunicazione tra i backplanes passivi e i controllori è realizzata per mezzo di switches ethernet industriali. Tutti i componenti hardware sono alloggiati all'interno dell'armadio di controllo, tale da assicurare l'adeguato grado di protezione IP. Tale armadio è dimensionato opportunamente al fine di agevolare le operazioni di installazione e cablaggio ed è alimentato su linea UPS.

Il sistema di supervisione rappresenta l'interfaccia uomo-macchina per il controllo e comando delle funzioni d'impianto. Il sistema conta di un personal computer su cui è installato un software dedicato in grado di assicurare le funzioni di comunicare con il sistema di controllo, elaborare

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



pagine video con costante presentazione delle grandezze critiche, presentare i valori acquisiti in unità ingegneristiche e secondo codici colori standard o definiti con il cliente finale, memorizzare i dati acquisiti su database, elaborare e presentare i dati in vari modi (ad esempio con fogli dati, trends), elaborare sequenze di allarme e modalità di presentazione, parametrizzare regolazioni e comandi su attuatori, stampare i dati acquisiti.

Le pagine video del sistema di supervisione sono il mezzo che consente all'operatore di disporre di tutte le informazioni necessarie al controllo delle operazioni in corso grazie alla rappresentazione su sinottico dei principali parametri di processo. La "navigazione" tra le pagine video è realizzata tramite tastiera/mouse in modo che l'operatore possa posizionarsi sulla pagina relativa al processo che sta controllando. Il sistema è in grado di parametrizzare i segnali analogici e di creare soglie di allarme ove richiesto; gli allarmi sono visualizzati su pagine video dedicate.

9.13 Sistema di ventilazione

Il sistema di ventilazione è stato concepito per lo svolgimento delle seguenti funzioni:

- Assicurare nei vari locali i necessari ricambi di aria in relazione ai livelli di potenziale contaminazione in aria.
- Garantire il contenimento dinamico dell'atmosfera nelle aree/locali (potenzialmente contaminati) dove è installato l'Impianto, assicurando gradienti di depressione tali da garantire un flusso di aria dalle zone pulite, o comunque potenzialmente meno contaminate, alle zone potenzialmente contaminate.
- Inviare l'aria di ventilazione al camino della centrale.
- Raccogliere, filtrare (con filtri assoluti) e convogliare al camino l'aria estratta dai locali.
- Limitare i rilasci ambientali di materiale radioattivo a mezzo di un opportuno trattamento di filtrazione (filtri assoluti) dell'aria in uscita dall'edificio.
- Trattare l'aria in ingresso sia in termini termici sia ai fini della filtrazione per limitare l'ingresso di particolato nei locali da ventilare.
- Disperdere nell'ambiente esterno, in condizioni controllate, l'aria effluente dall'edificio.
- Assicurare il controllo delle condizioni ambientali asportando i rilasci termici delle apparecchiature o apportando calore.
- Garantire un funzionamento continuo ed automatico, provvedendo alla segnalazione di eventuali anomalie.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



I locali di processo sono ventilati secondo le seguenti modalità:

- Tutta l'aria di ventilazione viene filtrata e, quando necessario, riscaldata, prima di essere immessa nell'area operativa con possibile presenza di personale.
- L'aria è estratta dai locali secondo un flusso a cascata verso le aree più contaminate.
- Le aree operative con presenza di personale sono ventilate con aria derivata dall'unità di immissione di aria esterna e sono mantenute in leggera sovrappressione rispetto alle aree adiacenti.
- La ventilazione dei locali di processo e delle aree operative è realizzata con aria esterna, evitando ricircoli.

9.13.1 Descrizione generale dell'impianto

Dal punto di vista della potenziale contaminazione radiologica e della conseguentemente attribuzione dei livelli di depressione e dei flussi d'aria, possono essere individuate tre distinte zone:

- 1) Zona A: zona non soggetta a rischio di contaminazione; nel caso specifico si tratta solo del locale destinato alla sala controllo ed UPS (Uninterruptible Power System); detti locali sono mantenuti in sovrappressione rispetto alle aree attigue.
- 2) Zona B: aree di transito e normalmente pulite; i locali appartenenti a questa zona saranno tenuti ad una depressione di 40 Pa rispetto l'esterno;
- 3) Zona C: aree destinate al processo "freddo" con possibilità di contaminazione e per i quali è previsto un valore di depressione di 80 Pa rispetto l'esterno.

La configurazione del sistema di ventilazione ambientale prevede che ciascuna coppia, composta dalla serranda di regolazione a comando manuale e la corrispondente serranda di transito, costituisca, per ciascun locale, un sistema, che opportunamente tarato "una tantum", sia in grado di soddisfare le condizioni interne imposte, in termini di pressione e volumi di ricambio d'aria.

Lo stato di funzionamento della nuova strumentazione nei locali adibiti alla ventilazione è monitorato mediante un sistema di supervisione e controllo (SSC).

Ogni serranda di transito e/o di intercettazione di nuova installazione è completa di servomotore del tipo "failsafe" con ritorno a molla e di indicatore di fine corsa di chiusura.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Per i locali “trattamento alta pressione” L106, “locale di transito” L211, “locale evaporatore del post trattamento” L225 e “locale schermaggio pompe” L301 è prevista l’installazione di trasmettitori di pressione differenziale con segnalazione di allarme di alto e basso a SSC (T90-DPT8801, T91-DPT9152, T91-DPT9111, T91-DPT9151). In altri locali è invece prevista l’installazione di uno strumento di monitoraggio del livello di pressione differenziale con lettura in locale. La scelta dei suddetti locali è dettata dalla necessità di avere un quadro completo ed immediato dello stato di funzionamento della ventilazione ambientale monitorando ciascun ramo di aspirazione e i locali di processo più critici ai fini della potenziale contaminazione.

Il sistema sarà in grado di evitare fughe di sostanze potenzialmente contaminate in caso di fuori servizio del medesimo o comunque durante le fermate dell’impianto di ventilazione. La chiusura delle serrande attuate avverrà in modo automatico nel caso di fermata del sistema di ventilazione o mediante comando da SSC.

9.14 Sistema di Off-Gas

Il sistema di Off-Gas ha lo scopo di gestire i rifiuti gassosi costituiti dai vent dei serbatoi e dagli off-gas di processo, garantendo il mantenimento di condizioni di pressione inferiori a quelle presenti negli ambienti in cui le apparecchiature di processo sono inserite (-250 Pa rispetto all’ambiente esterno).

Il sistema svolge le seguenti funzioni:

- Provvedere al confinamento dinamico del “contenimento primario” prelevando e convogliando tutti gli sfiati del processo ad un sistema di trattamento e filtrazione.
- Mantenere in condizioni di depressione costante, al variare delle condizioni operative, i componenti della barriera statica primaria.
- Convogliare ad un adeguato sistema filtrante tutti gli sfiati derivanti dal processo di trattamento delle resine.
- Inviare gli sfiati al camino mediante ventilatori.
- Provvedere alla filtrazione dei gas estratti fungendo da barriera dinamica primaria.

La sezione include un’unità di aspirazione di aria esterna tramite una serranda di regolazione a tenuta gestita da remoto per garantire il livello di pressione voluta nella sezione di ingresso del circuito off-gas. Essa permette di isolare il circuito in caso di malfunzionamento dell’impianto. In caso di fermata dell’estrazione e/o di necessità, la saracinesca verrà portata in posizione di

PROPRIETÀ	STATO	LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE	PAGINE
Del Lucchese M.	Documento definitivo	Aziendale	105/161

Legenda

Stato: Bozza, In Approvazione, Documento Definitivo

Livello di Classificazione: Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale – riproduzione vietata, Uso Ristretto – riproduzione vietata

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



chiusura per evitare la fuga di sostanze potenzialmente radioattive. E' presente quindi un gruppo filtrante in ingresso con classe di filtrazione H12 (EN 779) in grado di garantire un filtraggio adeguato dell'aria.

I rifiuti gassosi sono convogliati al camino centrale attraverso un sistema di estrazione dedicato (circuito principale), costituito da due sottosistemi identici, uno di riserva all'altro, ciascun circuito è composto da due ventilatori (ognuno per il 100% della portata di progetto) e doppi filtri assoluti HEPA.

Gli stacchi per il collegamento con gli sfiati dei serbatoi del processo sono ricavati sul sistema di canalizzazione in acciaio inox AISI 316L.

L'unità di filtrazione e quella di estrazione sono provviste di serrande di intercettazione a tenuta in grado di consentire l'isolamento di una sezione, per sostituzione filtri o manutenzione, mantenendo il sistema in funzione. Le sezioni filtranti sono alloggiare in un involucro di acciaio inox schermato al fine di evitare le emissioni radiologiche provenienti dalle sostanze intrappolate nei filtri.

Per i componenti della linea secondaria di Off-Gas (catalizzatore T02-CT2415 e serbatoio di sovrappressione T02-TK2610) il tiraggio degli aeriformi è invece assicurato dal camino di centrale.

Il primo circuito, quello principale, aspira aria dall'interno del locale 211 e collega con un collettore le diverse utenze dell'impianto WOX, convogliando i gas fino al camino di centrale. Il compito di confinamento dinamico è assicurato da un sistema di estrazione, opportunamente ridonato con l'installazione di 2 rami in parallelo, che permette l'evacuazione degli aeriformi, provenienti dal processo. Il valore della depressione, necessario a creare il confinamento dinamico all'interno del collettore (-200 Pa ÷ -270 Pa), è ottenuto mediante il flusso continuo di una corrente d'aria all'interno del condotto.

Nella sezione di aspirazione è inoltre presente una serranda a taratura manuale (T21-MT8039) per poter modificare la resistenza del circuito, in modo da poter rispettare i valori di depressione nei serbatoi di progetto.

La serranda è dotata di chiusura automatica controllata dal Sistema di Supervisione e Controllo (SSC), che interviene nel caso in cui si verificano problemi di funzionamento dei ventilatori oppure in caso di basso valore del livello di depressione nel collettore.

Sulla sezione di aspirazione, a monte della serranda è previsto un filtro di classe H12 (T21-HF8009), dimensionato in modo da garantire il contenimento di un eventuale riflusso proveniente dal circuito di Off-Gas (caso di malfunzionamento del sistema).

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Gli Off-Gas prima del loro rilascio in atmosfera attraverso il camino di centrale, vengono filtrati, da filtri assoluti (HEPA) di classe H12 e H13. La sezione di uscita è costituita da due rami ridonati che funzionano in parallelo, in modo da permettere un funzionamento in continuo dell'Off-Gas in caso di malfunzionamento oppure manutenzione.

Il circuito secondario dell'Off-Gas, collega al camino della centrale il catalizzatore (T02-CT2415) e il serbatoio di sovrappressione (T02-TK2610). È prevista l'installazione di un filtro assoluto su ciascun ramo, in modo da filtrare l'Off-Gas della singola utenza prima del suo collegamento al camino. Non è necessaria l'installazione di un ventilatore sulla linea di estrazione Off-Gas perché la pressione a monte delle utenze è sufficiente a garantire l'evacuazione della corrente gassosa.

In entrambi i circuiti (principale e secondario) bisogna tenere conto della possibile presenza di sostanze radioattive in modo da schermare opportunamente sia i filtri che le tubazioni qualora attraversino locali accessibili al personale oppure siano installate all'esterno dell'edificio, in modo da diminuire la dose di radiazioni emessa.

E' previsto il monitoraggio in continuo degli Off-Gas, a valle dei filtri HEPA:

9.15 Sistema drenaggi e rivelazione perdite liquide

Il progetto prevede la realizzazione della rete di drenaggio da installare all'interno dell'Edificio Waste Disposal, limitando l'installazione di nuovi componenti ed utilizzando per quanto possibile tutte le pompe di processo.

La nuova rete di drenaggi è dimensionata in modo da contenere le eventuali perdite di fluidi provenienti dal processo, raccogliere ed inviarle verso il processo stesso o verso gli idonei punti di raccolta, assicurando il drenaggio in tutti i locali interessati dai sistemi di Pre-Trattamento, Trattamento e Post-Trattamento resine dell'Edificio.

Detti locali sono stati divisi in locali drenabili per gravità (DG) e non drenabili per gravità (NDG).

Le eventuali perdite potenzialmente contaminate all'interno di locali Drenabili per Gravità sono raccolte e convogliate verso un locale sottostante Non Drenabile per Gravità, penetrando attraverso la soletta. I liquidi raccolti dal sistema drenaggi (sospensioni di resine o acqua) vengono reintrodotti nel processo.

Sia per i locali Drenabili per Gravità (DG) sia per quelli Non Drenabili per Gravità (NDG) si prevede l'impermeabilizzazione del fondo del locale e delle pareti laterali fino ad un'altezza tale da raccogliere e contenere il liquido del componente di maggior volume presente nel locale. Questo

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



sistema di impermeabilizzazione svolge la funzione di 'raccolta e contenimento' non solo per la grande perdita, ma anche per le piccole perdite.

Il sistema di drenaggi ha lo scopo di riportare il fluido raccolto all'interno dei bacini al processo, evitando contaminazione esterna. Il liquido drenato viene accumulato all'interno di serbatoi utilizzati come accumulo del liquido di processo mediante pompe di processo (per limitare l'aggiunta di nuovi componenti). In ogni caso le pompe sono montate al di sopra dei serbatoi che si svuotano per gravità.

9.16 Sistema antincendio

Il Sistema antincendio del sistema di Trattamento è composto dai seguenti Sistemi e dispositivi:

- Sistemi di rivelazione incendio.
- Sistemi di estinzione incendio mobili.

La rilevazione automatica dell'incendio è effettuata tramite rilevatori di fumo puntiformi collocati sul soffitto di tutti i locali. La distanza massima tra due rilevatori di fumo è pari a 7 metri.

Le attrezzature di estinzione mobili sono costituite da estintori ad anidride carbonica, portatili e carrellati, posizionati a muro in zone ben visibili in prossimità delle porte di accesso e sulle vie di fuga. L'analisi di rischio di incendio svolta considerando gli effettivi carichi di incendio e le sorgenti di innesco presenti nel sistema di Trattamento, non ha rivelato la necessità di impianti di estinzione automatici.

L'analisi di rischio incendio svolta, ha altresì evidenziato che gli effettivi carichi di incendio e le sorgenti di innesco presenti nell'impianto sono trascurabili pertanto, ai fini del rischio incendio, si è suddiviso l'impianto in due compartimenti:

- Compartimento 1: locale reattore L106 dove avviene la reazione di ossidazione delle resine ad alta pressione e temperatura.
- Compartimento 2: i locali che ospitano il resto dell'impianto.

Le compartimentazioni sono effettuate mediante i seguenti accorgimenti impiantistici:

- Utilizzo di serrande tagliafuoco sulla mandata e sull'aspirazione del sistema di ventilazione del locale L106.
- Utilizzo di serrande tagliafuoco sulla mandata e sul collettore di aspirazione (a protezione dei filtri HEPA) del sistema di ventilazione dell'impianto.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



La gestione degli allarmi incendio è effettuata tramite una centralina situata presso il quadro di comando e controllo del sistema di trattamento. La centralina è dotata di circuito indirizzato in grado di segnalare il locale dove è stato rilevato l'incendio. Il segnale di rilevazione dell'incendio è ripetuto in sala comando e controllo dell'impianto (permanentemente presidiato durante il processo di trattamento delle resine) e in sala comando della centrale (permanentemente presidiata). Il sistema di rilevazione incendio è dotato di propria batteria in grado di assicurare un'autonomia di 72 ore in assenza di alimentazione elettrica esterna.

I pulsanti di emergenza e le lampade per l'illuminazione di emergenza sono dislocati lungo tutte le vie di fuga. Il segnale proveniente dai pulsanti di emergenza è gestito dalla centralina di cui sopra. Le lampade per l'illuminazione di emergenza sono in grado di funzionare per 1 ora in assenza di alimentazione elettrica esterna.

9.17 Sistema di monitoraggio radiologico ambientale e contaminazione aria

Tutti i locali dei sistemi di Pre-trattamento, Trattamento e Post-trattamento sono dotati di monitori d'area del tipo Geiger Müller a range esteso. Le caratteristiche sono le seguenti:

- Limite inferiore di misura: 0.1 μ Sv/h
- Range di funzionamento: 0.1÷1Sv/h

I monitori d'area sono collocati in tutti i locali nella parte superiore degli stessi.

Nei locali (L101, L106 ed L216) nei quali esiste la possibilità di dispersione di contaminazione in aria, è previsto anche un rivelatore di contaminazione areodispersa.

I rilevatori utilizzati sono rilevatori allo stato solido. Le caratteristiche sono le seguenti:

- Limite inferiore di misura: 1 Bq/m³
- Range di funzionamento: 1 - 10 Bq/m³

Il campionamento viene effettuato in continuo, tramite prelievo di un campione di aria dai locali L101, L106 ed L216, all'esterno degli stessi locali, nella parte superiore degli stessi: ciò assicura l'eliminazione del contributo del fondo ambientale di radiazione del locale.

Nel collettore di estrazione aria è previsto, a valle dei filtri HEPA, un rivelatore della contaminazione dispersa con presa isocinetica per un campionamento in continuo dell'aria estratta dai locali prima dell'invio al camino. I rilevatori utilizzati sono rilevatori allo stato solido. Le caratteristiche sono le seguenti:

- Limite inferiore di misura: 1 Bq/m³

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- Range di funzionamento: 1 Bq/m³ - 100 MBq/m³

Analogamente è previsto un monitoraggio in continuo degli Off-Gas a valle dei filtri HEPA prima del loro scarico al camino tramite un rilevatore della contaminazione dispersa con presa isocinetica per un campionamento in continuo dell'aria estratta dai locali prima dell'invio al camino. I rilevatori utilizzati sono rilevatori allo stato solido. Le caratteristiche sono le seguenti:

- Limite inferiore di misura: 1 Bq/m³
- Range di funzionamento: 1 Bq/m³ - 100 MBq/m³

Il sistema di supervisione e controllo dei dispositivi per il monitoraggio radiologico è indipendente dal sistema di controllo dell'Impianto e viene controllato dalla Sala Comando. L'eventuale segnale di anomalia/allarme viene ripetuto nella sala comando della Centrale permanentemente presidiata.

La strumentazione di monitoraggio viene utilizzata come protezione per il personale e non per la rilevazione di piccole perdite liquide. Il sistema drenaggi, infatti, prevede il confinamento di qualsiasi perdita liquida e, in caso di perdite più ingenti, la strumentazione a pozzetto ne consente la rilevazione.

9.18 Sistemi Ausiliari di servizio

I Sistemi Ausiliari di servizio dell'impianto sono preposti alla distribuzione dei seguenti fluidi: aria compressa, acqua demineralizzata ed acqua industriale, necessari a supportare altri sistemi e attrezzature.

9.19 Sistemi di comunicazione, visione e sorveglianza

La gestione dei sistemi di comunicazione comuni a tutto l'edificio Waste Disposal si integrano con le procedure di Centrale e possono essere distinti nei sottosistemi Sistema interfono, telefonico, TVCC.

Il Sistema interfono, collegato al circuito di centrale, consente la comunicazione tra l'impianto e la Sala Comando ed, in particolare, tra i locali L101, L201, L301 e L302 del Pre-Trattamento e L207, L108 del Trattamento, dove è prevista la presenza di personale, e la Sala Comando stessa per il controllo delle operazioni. Ogni postazione operativa è costituita da un apparecchio per contattare la Postazione di Controllo. In detti locali sono inoltre presenti diffusori che consentano al Supervisore in Postazione di Controllo di diffondere avvisi in viva voce.

Relazione di Progetto Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino	ELABORATO TR RE 01080
	REVISIONE 00



Il Sistema telefonico consente la comunicazione con gli altri impianti o fabbricati e con l'esterno.

Il Sistema televisivo a circuito chiuso (TVCC) utilizzato è quello già installato nella Centrale: si ritiene sufficiente il controllo visivo degli accessi in Centrale effettuato da questo

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



10. DESCRIZIONE DELLE OPERE NECESSARIE ALL'INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO SICOMOR

Ai fini dell'installazione dell'impianto SiCoMoR e del suo collegamento all'impianto WOT ed al radwaste di centrale, dovranno essere realizzati [19]:

- 1) Una struttura di confinamento e relativa opera di fondazione
- 2) Un piazzale esterno idoneo all'istallazioni di futuri moduli e apparecchiature (strutture ausiliarie).
- 3) Un cunicolo di processo, per il trasferimento del rifiuto da condizionare dall'impianto WOT all'impianto SiCoMoR
- 4) Un cunicolo di servizio per il collegamento dei drenaggi dell'impianto SiCoMoR al radwaste di centrale.

10.1 Struttura di Confinamento

La struttura di confinamento (vedi disegno di riferimento [20]) è costituita da un edificio realizzato in carpenteria metallica con fondazioni in c.a.

La struttura di confinamento è stata progettata per garantire:

- Risposta elastica al terremoto con tempo di ritorno pari a 500 anni definito dallo spettro di risposta allo SLE (stato limite di esercizio) (vedi § 11.4.1)
- Assenza di collasso in seguito al terremoto con tempo di ritorno pari a 1250 anni definito dallo spettro di risposta allo SLU (stato limite ultimo) (vedi § 11.4.1)
- Resistenza al vento da tornado e ai missili associati (vedi § 11.4.2)

La struttura in oggetto è realizzata tramite pilastri e travi metallici, da montare tramite collegamenti bullonati.

Il confinamento è realizzato tramite pannellatura collegata alle travi e ai pilastri della struttura.

La struttura in oggetto ha una pianta rettangolare di dimensioni pari a 16,7x18,2 m con un'appendice di 3,8x8,7 m. L'ingombro massimo è di 22 m (18,2+3,8). Inoltre presenta un unico piano fuori terra.

La struttura portante è costituita da telai di acciaio. In elevazione la struttura arriva fino a quota 6,00 m, fatta eccezione per la zona del torrino dove la falda si sviluppa fino ad un'altezza massima di 8,70 m.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



In copertura e sulla sommità del torrino sono disposte delle maglie di controventi accoppiati a L con profili 150x100x12. Le colonne dei telai sono realizzate con profili HEB 300; le travi principali con profili IPE500.

La trave di colmo, che connette tra loro in direzione longitudinale i telai trasversali, ha un profilo IPE600 ed una luce massima di 4,8m.

Per garantire la resistenza della struttura al vento da tornado ed ai missili associati, le colonne sono collegate da orditure orizzontali costituite da profili HEA180 con interasse verticale di 0,6 m; su tali orditure è fissata una lamiera grecata con spessore 1,5 mm e altezza 100 mm.

Le tamponature della struttura sono realizzate con pannelli sandwich prefabbricati in lana di roccia con spessore di 80 mm (classe di resistenza al fuoco EI60), e devono garantire un adeguato grado di tenuta della struttura. Lungo tutto il perimetro i pannelli verticali sono poggiati alla base su un cordolo di contenimento in c.a.

Per assicurare il confinamento dinamico, all'interno dell'edificio si dovrà mantenere un dislivello di pressione rispetto all'esterno pari a 40 Pa.

La tamponatura dovrà garantire un tasso di rientro di aria massimo nella struttura inferiore a 0,1 Vol/ora, quando il volume confinato è posto ad una depressione di -40 Pa rispetto all'esterno.

La fondazione è costituita da un graticcio di travi rovesce in grado di distribuire al terreno in modo uniforme le azioni trasmesse dalle strutture in elevazione. Le travi di fondazione sono collegate da una platea in calcestruzzo armato dello spessore di 30 cm.

Sono previste le seguenti opere di finitura: canaline, pavimentazione e opere di protezione antincendio.

In particolare, le strutture portanti dovranno avere una classe di resistenza al fuoco pari ad almeno R60. A tal fine esse dovranno essere sottoposte a opportuno trattamento di verniciatura con vernice intumescente.

I pannelli sandwich prefabbricati in lana di roccia da impiegare per la tamponatura della struttura dovranno avere una classe di resistenza al fuoco pari ad almeno EI60.

La parete della struttura di confinamento, nella zona affacciata al modulo che ospita i ventilatori dovrà, nel suo complesso, garantire un classe di resistenza al fuoco pari ad almeno REI60.

L'accesso all'interno della struttura sarà consentito attraverso due ingressi perimetrali, uno principale (realizzato attraverso accoppiamento della struttura con il Modulo SAS Ingresso

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Personale e Radioprotezione Operativa) e l'altro di emergenza (realizzato attraverso accoppiamento della struttura con il Modulo SAS Uscita di Emergenza).

Lungo il perimetro della struttura sono, inoltre, presenti altre aperture che consentono l'accoppiamento della struttura con i Moduli SAS di ingresso e uscita colli e con il Modulo Sala Quadri, ed il collegamento con le tubazioni di altri Moduli ausiliari. Queste zone di accoppiamento e di collegamento sono realizzate con telai di rinforzo costituiti da orditure orizzontali e montanti verticali in carpenteria metallica.

10.1.1 Sistema di drenaggi interni

I canali di drenaggio sono profilati con sezione 100x60 mm e spessore 3mm in acciaio inossidabile AISI-304 e si sviluppano all'interno della soletta di fondazione. Tali canali ricoprono tutta la zona interna alla struttura SiCoMoR e servono per collettare eventuali infiltrazioni (acqua di rientro) in un pozzetto di raccolta. Una pompa di rilancio preleva l'acqua dal pozzetto e la manda nel sistema radwaste di Centrale.

10.1.2 Piastre di ancoraggio dei moduli di processo

Sia per la struttura SSC - 100 che per la SSC – WOT, le piastre sono in S255J0 UNI EN 10025 e vengono ancorate al cunicolo attraverso un tassello a fissaggio chimico. Secondo le ipotesi attuali, è prevista una piastra con 75mm di spessore lato SSC-100 e 60mm lato WOT.

10.1.3 Schermi removibili in acciaio zincato

È prevista una parete schermante con spessore di 80mm e altezza 1.8m per ridurre il rateo di dose nella zona d'ingresso del personale. Altre pareti con spessore di 30mm e verranno installate in prossimità della sala controllo, del modulo di ingresso/uscita e locale radioprotezione [22].

10.2 Cunicolo di trasferimento WOT-SiCoMoR

I cunicoli sono del tipo illustrato nell'elaborato [19], ove è riportata una sezione tipo, lo sviluppo in pianta all'interno del sito e i relativi dettagli.

E prevista l'installazione di due cunicoli (tipo (A)60Xh85cm, e tipo (B)40Xh40cm) che correranno in modo parallelo dalla struttura di confinamento del SiCoMoR all'edificio denominato Waste Disposal.

Entrambi i cunicoli verranno rivestiti internamente con resina epossidica, in particolare nel cunicolo tipo (A) sul fondo verrà realizzato un massetto in cls delle pendenze (P=0,2%) atto a

PROPRIETÀ	STATO	LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE	PAGINE
Del Lucchese M.	Documento definitivo	Aziendale	114/161

Legenda

Stato: Bozza, In Approvazione, Documento Definitivo

Livello di Classificazione: Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale – riproduzione vietata, Uso Ristretto – riproduzione vietata

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



raccogliere e convogliare i fluidi verso all'edificio denominato Waste Disposal (in corrispondenza del quale verrà realizzato un pozzetto d'interfaccia in c.a.).

Entrambi i cunicoli saranno dotati di dalle removibili in c.a.

Le tubazioni saranno posati entro cunicoli in cemento armato prefabbricato ispezionabili. Essi dovranno sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradali (D400 UNI-EN-124) e sono stati dimensionati in modo da permettere l'alloggiamento delle tubazioni, che non verranno posate sul fondo del cunicolo, essi saranno dotati di profilati in acciaio zincato fissati alle pareti o sul fondo del cunicolo.

Dovendo disporre più tubazioni all'interno dello stesso cunicolo, dovrà essere assicurato un distanziamento tra tubo e tubo onde assicurare la libera circolazione dell'aria.

10.2.1 Tubazioni cunicolo

Le tubazioni passanti all'interno del cunicolo di trasferimento schermato sono le seguenti:

- 32-P-001-M1 dalla stazione di rilancio pompe P3360-65 al serbatoio V-101;
- 32-P-003-M1 ricircolo dal serbatoio V-101 ai serbatoi TK3060 e TK3065;
- 32-P-013-M1 dalle linee 40-P011-M1 e 40-P-012-M1 ai serbatoi TK3060 e TK3065 o alle pompe P3360 o P3365;
- 32-SF-001-M1 da filtro F-101 su sfiato serbatoi alla linea vent dei serbatoi TK3060 e TK3065;
- 15-P-001-M1 da recupero perdite da liner a pompe P3360 e P3365;
- 350-P-001-M1 tubo camicia.

Quelle da 1"1/4 avranno una lunghezza approssimativa di 100 metri, mentre si stimano 30 metri per la linea di recupero perdite dal liner. Riguardo il materiale, saranno tutte in AISI 304L, flangiato, 150# RF, schedula 40S.

Le tubazioni di processo svolgono il ruolo di prima barriera di contenimento del rifiuto liquido radioattivo, di conseguenza sono classificate come SSC essenziali ai fini della sicurezza (ES), in classe di qualità C. Per la loro progettazione viene presa a riferimento la normativa ASME III – Division 1 – Subsection ND – Class 3 Components. Inoltre, vengono classificate in classe sismica C-I al fine di garantire la funzionalità e la tenuta a seguito di sisma senza interventi di ripristino.

Il montaggio prevede la saldatura dei tratti di tubo di lunghezza pari a 6 metri in ambiente esterno e l'introduzione graduale mediante l'ausilio di carrello e gru dedicati.

PROPRIETA'	STATO	LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE	PAGINE
Del Lucchese M.	Documento definitivo	Aziendale	115/161
Legenda	Stato: Bozza, In Approvazione, Documento Definitivo Livello di Classificazione: Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale – riproduzione vietata, Uso Ristretto – riproduzione vietata		

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Prima dell'introduzione all'interno del cunicolo (pendenza del 2x1000, 1 metro al di sotto del piano campagna lato SiCoMoR, 1,2 metri lato WOX), è necessario eseguire controlli non distruttivi con liquidi penetranti (100% sia per i fluidi di processo che per gli sfiati) e con rx.(100% per i fluidi di processo e 15% per gli sfiati). Le modalità di esecuzione di tali controlli dovranno essere conformi al codice ASME V o equivalente (è considerato tale la EN 13445-5).

I saldatori e i processi di saldatura dovranno essere qualificati in conformità al codice ASME IX o ad altra normativa non meno restrittiva (come la UNI EN 287-1).

10.3 Strutture schermanti delle tubazioni di collegamento

Per i tratti di cunicolo di processo al di fuori della soletta, sia lato impianto SiCoMoR che lato impianto WOT si prevede l'utilizzo di strutture schermanti, in acciaio, ancorate al terreno. Tali strutture sono realizzate con telaio di supporto e pannelli schermanti di acciaio con spessore pari a 15 cm. Tali strutture consentono di ottenere al loro esterno un rateo di dose inferiore agli obiettivi di progetto fissati.

10.4 Sistemazioni esterne

a. Al fine di realizzare un idoneo appoggio per i futuri moduli e apparecchiature e per allacciare l'edificio con i sottoservizi di sito [19] sono necessarie le seguenti opere esterne:

- Rete di scarico acque meteoriche realizzata tramite tubi IN PVC di vari diametri, pozzetti prefabbricati in c.a. e caditoie e griglie in ghisa carrabile classe di portata D400
- N°4 DN 125 conduit interrati per il futuro passaggio dei cavi elettrici.
- Lungo il perimetro del piazzale esterno verranno installati n° 6 pozzetti collegati da un conduit DN 125 che serviranno per il passaggio di cavi di alimentazione dell'illuminazione esterna futura.
- Pavimentazioni carrabili aree esterne, per tale opera sono previsti:
 - Cordoli prefabbricati in c.a.;
 - Pozzetti con sifone per raccolta acque dei pluviali;
 - Soletta armata h=25 cm;
 - Pavimentazione in conglomerato cementizio h=10 cm (6 cm binder+ 4 tappetino di usura);

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



11. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO SICOMOR

11.1 Caratteristiche dell'impianto e sue principali finalità

L'impianto denominato Sistema di Condizionamento Modulare dei Rifiuti (SiCoMoR) è finalizzato al condizionamento di rifiuti radioattivi in matrice cementizia.

L'impianto è concepito per essere trasportabile in moduli e componenti separati ed è installabile sul sito sul quale si rende necessario il condizionamento di rifiuti radioattivi.

Al termine della campagna di condizionamento, l'impianto sarà facilmente decontaminato, disassemblato e trasportato su un altro sito.

A tal fine, l'impianto è concepito con una struttura per quanto possibile modulare e non prevede la realizzazione di opere civili fisse.

I pesi e le dimensioni d'ingombro di ciascun modulo sono tali da consentirne il trasporto su strada.

I vari sistemi e componenti all'interno di ciascun modulo sono preassemblati in officina, limitando al minimo le operazioni di montaggio necessarie in sito.

I moduli di processo saranno collocati all'interno di una struttura di confinamento che viene montata per il solo tempo necessario all'esercizio del SiCoMoR.

Al di fuori di tale struttura, che delimita l'area operativa dell'impianto, saranno collocati degli ulteriori moduli di servizio e i silos di stoccaggio del cemento in polvere e della sabbia (se prevista nella ricetta di cementazione).

Il lay-out d'assieme dell'impianto è riportato nei disegni di cui ai riferimenti [22], [23] e [24], il dettaglio dei singoli moduli è riportato nel documento di riferimento [21].

Il rifiuto radioattivo costituito dai residui del trattamento di WOT delle resine di Trino rientra ampiamente, sia dal punto di vista chimico-fisico che dal punto di vista radiologico, nello spettro di rifiuti condizionabili dall'impianto SiCoMoR.

Il processo di condizionamento consisterà nella miscelazione del rifiuto radioattivo con cemento secco in polvere (ed eventuali additivi), in modo da ottenere l'immobilizzazione dei radionuclidi in una matrice cementizia compatta e di adeguate caratteristiche meccaniche e fisiche.

Il rifiuto in forma liquida da condizionare sarà trasferito all'impianto SiCoMoR in uno dei due serbatoi della sezione di ricevimento e dosaggio attraverso le tubazioni di collegamento.

Da tale serbatoio il rifiuto sarà inviato, tramite pompa di trasferimento, al fusto di cementazione, collocato nella sezione di cementazione dell'impianto.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



La polvere di cemento sarà inviata al fusto da un serbatoio di carica, tramite sistema di dosaggio a vite, simultaneamente al rifiuto liquido, in modo tale che il rapporto in massa tra liquido e cemento rimanga sempre all'interno della ricetta di cementazione stabilita.

Le tubazioni di trasferimento del rifiuto radioattivo e della polvere di cemento sono accoppiate al fusto per mezzo della testa di cementazione.

L'impasto è effettuato direttamente all'interno di fusti d'acciaio inossidabile dotati di girante a perdere (in drum mixing and cementation). Tale girante a perdere viene azionata dal motore idraulico posizionato sulla testa di cementazione.

La matrice cementizia occuperà un volume pari al massimo all'85% del volume utile del fusto CC-440.

Il restante volume del fusto viene riempito con malta inerte che ricopre la matrice cementizia. Tale operazione viene condotta tramite il sistema di capping dell'impianto.

Successivamente al capping, il fusto viene chiuso con il proprio coperchio in un'apposita sezione dell'impianto.

Durante le operazioni di condizionamento dei rifiuti i fusti potranno essere racchiusi all'interno di apposito overpack schermante per limitare il rateo di dose al loro esterno.

Le suddette operazioni avvengono in sezioni dell'impianto strutturate in moduli di processo preassemblati.

Tali moduli vengono accoppiati tra loro al momento dell'installazione sul sito dell'impianto SiCoMoR.

I moduli di processo accoppiati tra loro vengono a costituire un'area di processo confinata che assicura una barriera sia statica che dinamica alla diffusione della contaminazione.

Il fusto entra in tale area ancora vuoto e ne fuoriesce solo una volta completato l'intero processo con la chiusura del coperchio e il controllo di contaminazione superficiale.

I moduli di processo sono collocati all'interno di una struttura di confinamento posta in depressione rispetto all'ambiente esterno che delimiterà l'area operativa dell'impianto e garantisce un'ulteriore barriera alla diffusione della contaminazione verso l'esterno.

L'ingresso e l'uscita dei fusti e degli overpack da tale area avviene per mezzo di SAS in grado di garantire il confinamento dell'area operativa.

La movimentazione dei fusti (e dell'eventuale overpack) all'interno dell'area operativa interna alla struttura di confinamento avviene per mezzo di rulliere.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



La maggior parte di tali rulliere sono integrate direttamente nei moduli che costituiscono le varie sezioni dell'impianto e sono, pertanto, preassemblate nei moduli stessi.

Al di fuori di tale area saranno collocati ulteriori moduli di servizio quali:

- Modulo di preparazione della malta di capping.
- Modulo sala controllo.
- Modulo quadri elettrici.
- Modulo SAS ingresso personale e Radioprotezione Operativa.
- Modulo ventilatori.

L'impianto è dimensionato per produrre un massimo di 5 manufatti cementati al giorno.

Oltre alla realizzazione per quanto possibile in moduli pre-assemblati facilmente trasportabili e installabili sul sito l'impianto ha le seguenti caratteristiche principali:

- Semplicità di conduzione;
- Controllo automatizzato e remotizzato (ridotta necessità di interventi in campo dell'operatore);
- Minimizzazione degli interventi di manutenzione;
- Semplicità di smantellamento (es. utilizzo di materiali e geometrie facilmente decontaminabili). Pertanto dovranno essere previste misure e sistemi per facilitare la decontaminazione e lo smantellamento dei componenti.

11.2 Suddivisione dell'impianto in sezioni e numerazione dei sistemi e componenti

L'impianto SiCoMoR è suddiviso nelle seguenti sezioni, che coincidono con le principali fasi del processo di condizionamento da eseguire:

- Sezione di ricevimento e dosaggio dei rifiuti liquidi (sezione 100).
- Sezione di cementazione dei rifiuti (sezione 200).
- Sezione di caricamento del cemento, additivi e rifiuti solidi granulari (sezione 300).
- Sezione di ingresso all'area di processo confinata e di indirizzamento fusto/overpack (sezione 400)
- Sezione di maturazione della matrice cementizia (sezione 500)
- Sezione di capping (sezione 600).

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- Sezione di maturazione del capping (sezione 700)
- Sezione di chiusura dei coperchi del fusto e dell'overpack e controllo della contaminazione (sezione 800).

Il codice identificativo di ogni componente terrà conto della sezione di impianto in cui il componente è installato.

Tale codice identificativo è composto da una o più lettere che identificano il tipo di componente e da 3 cifre.

La prima cifra rappresenta la sezione di impianto di installazione e le ultime due rappresentano il numero progressivo del componente.

Ad esempio, il serbatoio di dosaggio dei fanghi installato nella sezione di trasferimento e dosaggio dei rifiuti liquidi (sezione 100) ha il seguente codice identificativo: V-101.

11.3 Criteri e requisiti generali

11.3.1 Funzioni di sicurezza e sistemi associati

Il rispetto degli obiettivi di sicurezza riportati nel paragrafo 7.1.1 verrà garantito assicurando il mantenimento delle funzioni di sicurezza descritte nel paragrafo 7.3.2 con le modalità e i sistemi descritti nei paragrafi seguenti.

11.3.1.1 *Confinamento del materiale radioattivo*

La protezione radiologica degli operatori, della popolazione e dell'ambiente è ottenuta per mezzo del contenimento statico, garantito dalle barriere ingegneristiche e del confinamento dinamico assicurato dall'impianto di ventilazione. Tali tipologie di confinamento hanno entrambe la funzione di impedire la dispersione del materiale radioattivo.

Si impiegano barriere statiche successive, costituite da strutture e componenti in numero e con caratteristiche (resistenza, tenuta, ecc.) tali da garantire, sia in condizioni normali di funzionamento sia a seguito degli incidenti individuati dall'analisi di sicurezza e degli eventi esterni di progetto, che i rilasci all'esterno di materiale radioattivo siano compresi entro i limiti normativi e di progetto. Ad ogni barriera statica può essere associato un confinamento dinamico atto a fornire un'ulteriore impedimento alla fuoriuscita di eventuali polveri ed aerosol presenti nell'atmosfera confinata.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



In particolare, i moduli di processo accoppiati tra loro vengono a costituire un'area di processo confinata che assicura una barriera sia statica che dinamica alla diffusione della contaminazione. Il fusto entra in tale area ancora vuoto e ne fuoriesce solo una volta completato l'intero processo con la chiusura del coperchio e il controllo di contaminazione superficiale.

I moduli di processo sono collocati all'interno di una struttura di confinamento posta in depressione rispetto all'ambiente esterno che delimita l'area operativa dell'impianto e garantisce un'ulteriore barriera alla diffusione della contaminazione verso l'esterno. L'ingresso e l'uscita dei fusti e degli overpack da tale area avviene per mezzo di SAS in grado di garantire il confinamento dell'area operativa durante le operazioni di ingresso/uscita dei fusti/overpack.

Pertanto, nell'impianto SiCoMoR il confinamento del materiale radioattivo è assicurato da tre barriere statiche (o passive) in serie (primaria e secondaria e terziaria) di seguito descritte.

Il contenimento primario è costituito dalle apparecchiature di processo che devono essere tali da impedire la fuoriuscita del materiale radioattivo contenuto al loro interno.

Fanno parte del contenimento primario:

- I serbatoi, i componenti e le tubazioni di processo utilizzate per il trasferimento ed il dosaggio del batch di liquido radioattivo da cementare;
- Le tubazioni di trasferimento della soluzione al fusto;
- Il fusto accoppiato alla testa di miscelazione durante la fase d'impasto;
- La matrice di cemento una volta completata la fase di cementazione.

Fino alla fase di produzione della matrice cementizia, alle barriere precedentemente elencate (che costituiscono il contenimento statico primario), è associato il confinamento dinamico, assicurato, rispettivamente da: sistema di vent dei serbatoi e dal sistema di estrazione dell'aria dal fusto accoppiato alla testa di miscelazione, durante la fase di cementazione.

La barriera statica secondaria è invece costituita dalla camicia esterna della tubazione di trasferimento e dalle strutture di confinamento dei moduli di processo (Sezioni 100, 200, 400, 500, 600, 700, 800) che costituiscono l'area di processo confinata.

La barriera secondaria è dotata anche di una componente dinamica (o attiva), garantita dal sistema di ventilazione dei moduli di processo, che assicura il confinamento dinamico dei moduli in questione.

Fin quando il rifiuto è ancora in forma liquida, i moduli utilizzati per alloggiare i componenti di processo, quindi con funzione di contenimento secondario, dovranno: essere dotati di volumi di

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



contenimento idonei ad accogliere e rivelare perdite di liquido radioattivo (es. vasche o piatti di contenimento).

Tutti i moduli che costituiscono l'area di processo confinata hanno, inoltre, una tenuta adeguata per garantire il confinamento della radioattività di natura aeriforme in caso di incidente.

Il manufatto cementato fuoriesce dall'area di processo confinata, che costituisce la barriera secondaria, solo a seguito della chiusura del coperchio del fusto e successivo controllo di assenza di contaminazione superficiale. L'applicazione del coperchio a tenuta del fusto, dotato di guarnizioni, garantisce, infatti, l'inserimento di una barriera secondaria.

Inoltre, durante tutte le fasi del processo, è attiva l'ulteriore barriera costituita dalla struttura di confinamento (contenimento terziario). Anche a tale barriera è associata una componente dinamica garantita dal sistema di ventilazione dell'area operativa, che permette di mantenere in depressione l'area operativa, nella quale sono alloggiati i moduli di processo, rispetto all'ambiente esterno (-40 Pa).

11.3.1.2 Schermaggio delle radiazioni

Le varie sezioni dell'impianto dovranno prevedere schermature adeguate al fine di assicurare un adeguato schermaggio considerando la massima attività di radioisotopi gamma emettitori di riferimento.

Tali schermi dovranno assicurare un'attenuazione dei campi di radiazione tale che, al loro esterno, l'intensità di dose complessiva, dovuta cioè a tutti i rifiuti radioattivi presenti, non superi in ogni direzione e a determinate distanze, gli obiettivi di radioprotezione indicati al paragrafo 7.1.3.

Nelle valutazioni radiologiche dovranno essere considerate:

- L'esatta geometria e contenuto radiologico dei componenti, struttura ed area esterna oggetto delle valutazioni di dose od un loro inviluppo;
- Fenomeni di streaming della radiazione;
- L'eventuale presenza fenomeni di skyshine dovuti alla presenza dell'aria e di riflessione della radiazione da parte del suolo;
- Le caratteristiche degli accessi, così come derivate dal progetto.

Le valutazioni saranno effettuate tramite appropriati codici di calcolo qualificati e adeguati alle analisi da condurre.

Relazione di Progetto Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino	ELABORATO TR RE 01080
	REVISIONE 00



11.3.1.3 Arresto sicuro

La funzione ha lo scopo di garantire che l'impianto sia portato in una condizione sicura in caso di situazioni incidentali in modo da impedire o limitare rilasci radioattivi dalla barriera di confinamento primaria. Essa comprende:

- Il monitoraggio dei parametri di impianto per rivelare eventuali deviazioni dal normale funzionamento;
- Le azioni di arresto dei processi in atto (arresto dei trasferimenti e delle operazioni in corso, intercettazione di eventuali rilasci radioattivi);
- La riconfigurazione dell'impianto in una condizione di arresto sicuro.

11.3.2 Requisiti funzionali

Eventi di categoria II

Le barriere di confinamento statiche e dinamiche (primaria e/o secondaria) saranno progettate in modo che per ciascun evento di categoria II mantengano l'integrità e la funzionalità in modo tale da garantire il rispetto dei limiti di dose indicati al paragrafo 7.1.3.

Le operazioni di ripristino dell'operabilità dell'impianto a valle dell'evento devono potersi compiere nel rispetto dei limiti di dose al personale d'impianto definiti al 7.1.3.

L'impianto sarà poi progettato in modo che nessun evento di categoria II generi un evento di categoria più severa (categoria III) senza che si verifichino indipendentemente altri incidenti o malfunzionamenti.

Eventi di categoria III

Per ogni evento di categoria III andrà verificato il rispetto degli limiti di dose indicati nel paragrafo 7.1.3. Inoltre, l'impianto dovrà essere in grado di assicurare l'arresto sicuro d'eventuali operazioni di trasferimento o trattamento in corso al momento dell'evento.

I sistemi di filtrazione, ove accreditati, devono assicurare la loro funzionalità nelle condizioni prodotte dall'evento.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Le operazioni di messa in sicurezza dell'impianto a valle dell'evento, al fine di avviare le operazioni di recupero della completa operabilità, devono potersi compiere nel rispetto dei limiti di dose al personale d'impianto definiti al paragrafo 7.1.3.

11.3.3 Confinamento dinamico e controllo della contaminazione

Il confinamento dinamico sarà ottenuto mantenendo in depressione l'atmosfera confinata, in modo che i flussi d'aria vadano dalle zone a minor rischio di contaminazione verso quelle a maggior rischio, impedendo così la dispersione della contaminazione in forma di polveri ed aerosol.

La contaminazione eventualmente presente nell'aria dovrà essere rimossa per diluizione mediante adeguati ricambi d'aria.

L'impianto di ventilazione dovrà assicurare che nei locali dove è previsto l'accesso di personale in normali condizioni operative, la concentrazione dell'attività nell'aria sia molto inferiore ai limiti stabiliti dalla normativa nazionale.

Per i limiti di concentrazione in aria, in funzione della tipologia di zone di contaminazione definite al paragrafo 7.2.3, si farà riferimento alla norma UNI 17873, come indicato nella Tabella 7—4.

I rischi di contaminazione di ambienti dovranno essere valutati in condizioni normali di esercizio ed in condizioni accidentali.

Lo scopo di questa quantificazione sarà quello di stabilire i requisiti specifici per il sistema di ventilazione e di verificare che il progetto della ventilazione sia in accordo con i criteri evitare o limitare al massimo la diffusione di contaminazione.

Oltre ai limiti di concentrazione in aria riportati nella Tabella 7—4, per le superfici in Zona C2 la contaminazione asportabile delle superfici non dovrà superare di norma 1/10 del Massimo Livello Permesso (MLP). Il Massimo Livello Permesso è un limite operativo derivato che vale:

- a Per la contaminazione da emettitori alfa: $MLP = 0,37 \text{ Bq/cm}^2$;
- b Per la contaminazione da emettitori beta-gamma: $MLP = 3,7 \text{ Bq/cm}^2$.

11.3.4 Sistemi di intervento remotizzato

Ai fine di ridurre le dosi al personale per irraggiamento o da contaminazione, i materiali radioattivi dovranno essere opportunamente segregati e schermati in modo che tutte le azioni da parte degli

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



operatori, per le normali esigenze di esercizio e manutenzione, avvengano all'interno di aree appartenenti alla zona controllata accessibile.

Il progetto dei sistemi ed apparecchiature poste in zone ad alto rischio di radiazione o contaminazione dovrà prevedere di ridurre al massimo la manutenzione.

La manutenzione diretta dovrà essere effettuata in aree di intervento di facile accesso e, comunque, in condizioni di controllo della contaminazione, dopo la rimozione in sicurezza delle sorgenti radioattive e la decontaminazione eventuale.

La disposizione delle apparecchiature dovrà essere tale da semplificare le operazioni e da ridurre il rischio radiologico durante la manutenzione.

Le operazioni che comportano alti rischi di irraggiamento, sebbene non attese per questo impianto, dovranno essere eseguite mediante l'impiego di apparecchiature remotizzate.

11.3.5 Gestione degli effluenti

Nella fase operativa dell'impianto di processo si prevede la produzione e gestione delle seguenti tipologie di rifiuti secondari:

- Rifiuti liquidi derivanti da eventuali perdite e/o lavaggi dei moduli di ricevimento e calibrazione e di cementazione. Tali moduli devono prevedere pozzetto per raccolta liquidi e sistema di rinvio dei liquidi raccolti nel serbatoio di partenza.
- Rifiuti gassosi costituiti dagli off-gas di processo che verranno inviati, dopo filtrazione assoluta e controllo radiometrico allo scarico in locale o al camino dell'impianto.
- Rifiuti solidi costituiti essenzialmente da:
 - a Parti di sistemi di impianto contaminati conseguenti a sostituzioni o comunque derivanti da operazioni di manutenzione;
 - b Sostituzione dei filtri esauriti;
 - c Rifiuti di fisica sanitaria (indumenti protettivi, soprascarpe, guanti, ecc).

Questi rifiuti, previo opportuno confinamento in sacchi di plastica o contenitori, saranno gestiti nei modi e secondo la prassi consolidata attualmente in vigore per tale tipologia di rifiuti.

11.3.6 Predisposizione per il decommissioning

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



La predisposizione ad essere facilmente smantellato dal sito in cui viene temporalmente installato per condurre la campagna di cementazione, rappresenta uno dei requisiti di progetto principali dell'impianto SiCoMoR.

Le caratteristiche principali dell'impianto, concepito in moduli preassemblati e trasportabili, e senza l'utilizzo di strutture civili fisse, sono mirate proprio al facile smontaggio e rimozione dal sito di installazione.

Il progetto adotta, inoltre, tutti i provvedimenti necessari per facilitare la decontaminazione dei vari moduli di processo.

11.4 Criteri di protezione da eventi naturali esterni

Essendo il SiCoMoR, come detto, un impianto trasportabile che potrà essere installato su vari siti, nella progettazione sono stati considerati eventi esterni di origine naturale che costituiscono un iniluppo di quelli che possono aversi sui vari siti degli impianti Sogin.

In particolare come eventi esterni di origine naturale, come causa iniziatrice di malfunzionamenti dell'impianto che possono comportare rilasci di materiale radioattivo, si fa riferimento al sisma, al vento da tromba d'aria ed ai missili ad essa associati, ai fulmini, all'allagamento da cause esterne e agli eventi climatici quali neve, vento, pioggia, coazioni dovute a variazioni termiche etc.

11.4.1 Sisma

In generale la scelta del terremoto di progetto per gli impianti nucleari dipende dalla pericolosità sismica del sito di installazione, dalla vita nominale dell'opera da realizzare e dalla pericolosità radiologica del materiale radioattivo trattato o detenuto nell'impianto in progettazione.

Per l'impianto SiCoMoR la permanenza in esercizio sul singolo sito si può stimare non superiore a due anni.

Conservativamente, per le strutture in oggetto, ai fini delle verifiche sismiche, si considera, in accordo alle Norme Tecniche per le costruzioni (NTC 2008) una vita nominale di esercizio V_N pari a 25 anni ed una classe d'uso IV cui corrisponde un coefficiente d'uso C_U pari a 2.

La vita di riferimento V_R per tali opere risulta, pertanto:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 25 \cdot 2 = 50 \text{ anni}$$

Si assume come sisma di progetto allo SLE quello che ha una probabilità di essere superato del 5% nella $V_N = 25$ anni che risulta associato ad un tempo di ritorno TR pari a circa 500 anni, mentre allo

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



SLU quello che ha una probabilità di essere superato del 2% nella $VN = 25$ anni che risulta associato ad un tempo di ritorno TR pari a circa 1250 anni.

Essendo una struttura trasportabile con utilizzo previsto sui vari siti della Sogin, per il dimensionamento dell'azione sismica si è preso come riferimento il sito con maggiore pericolosità sismica, ossia il sito del Garigliano.

Gli spettri di risposta elastici allo SLE ed allo SLU così ottenuti per il sito del Garigliano, per un suolo di tipo C e una categoria topografica T1, sono rappresentati nelle figure seguenti.

Figura 11-1 - Spettro di risposta elastico allo SLE, TR=500 anni

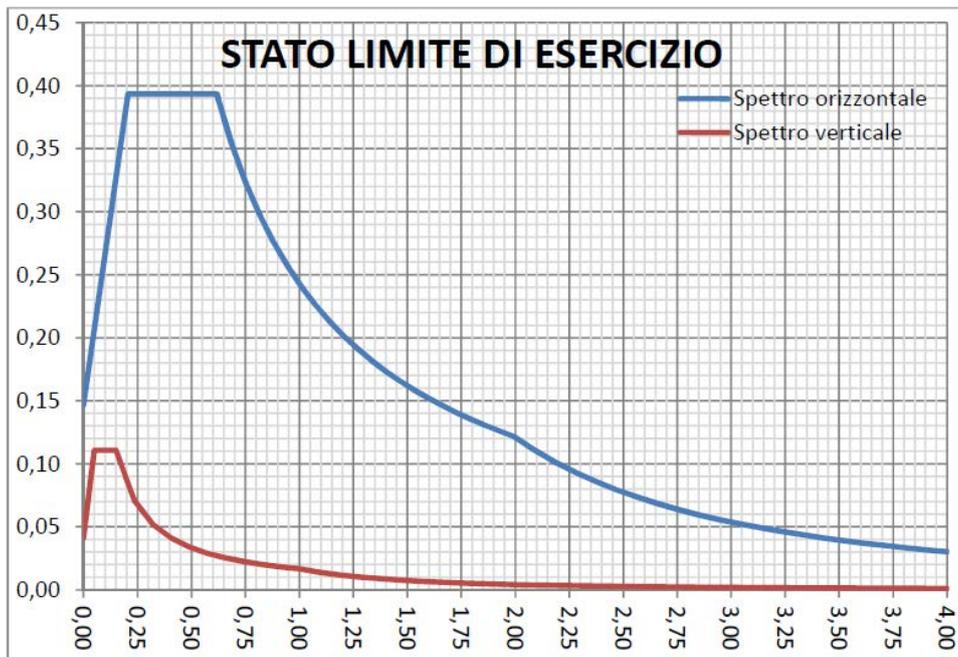


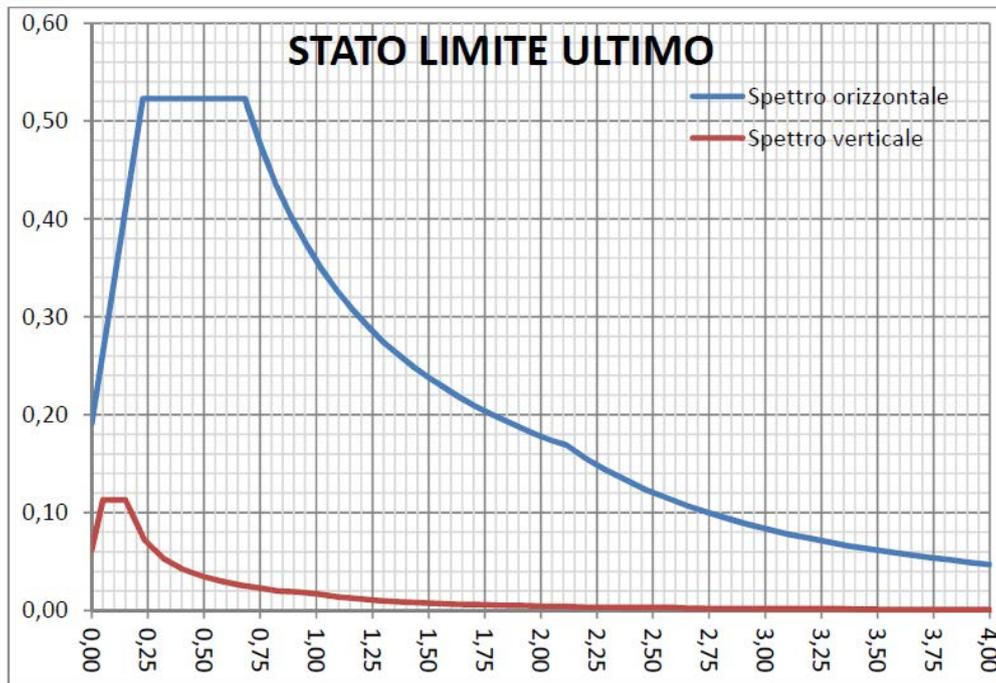
Figura 11-2 - Spettro di risposta elastico allo SLU, TR=1250 anni

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Le strutture dovranno essere dimensionate in modo da garantire una risposta elastica al terremoto con tempo di ritorno pari a 500 anni definito dallo spettro di risposta allo SLE.

Per la struttura di confinamento viene verificata anche l'assenza di collasso in seguito al terremoto con tempo di ritorno pari a 1250 anni definito dallo spettro di risposta allo SLU.

11.4.2 Tromba d'aria

Per il progetto si è considerata una tromba d'aria di riferimento i cui parametri involuppano largamente quelle che possono verificarsi sui vari siti degli impianti Sogin.

I dati caratteristici di tale tromba d'aria di riferimento per il progetto sono definiti (Rif. Doc. ENEL 1PO 0530 LRID 0001 Rev. 01 – "P.U.N. – rapporto Standard di Sicurezza") nel seguito.

Caratteristiche della Tromba d'Aria di progetto:

- Velocità di traslazione: 24 m/s
- Massima velocità di rotazione: 73.5 m/s
- Minima velocità di rotazione: 34.5 m/s
- Velocità massima roto-traslatoria: 97.5 m/s
- Raggio corrispondente alla massima velocità di rotazione: 45.7 m

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00

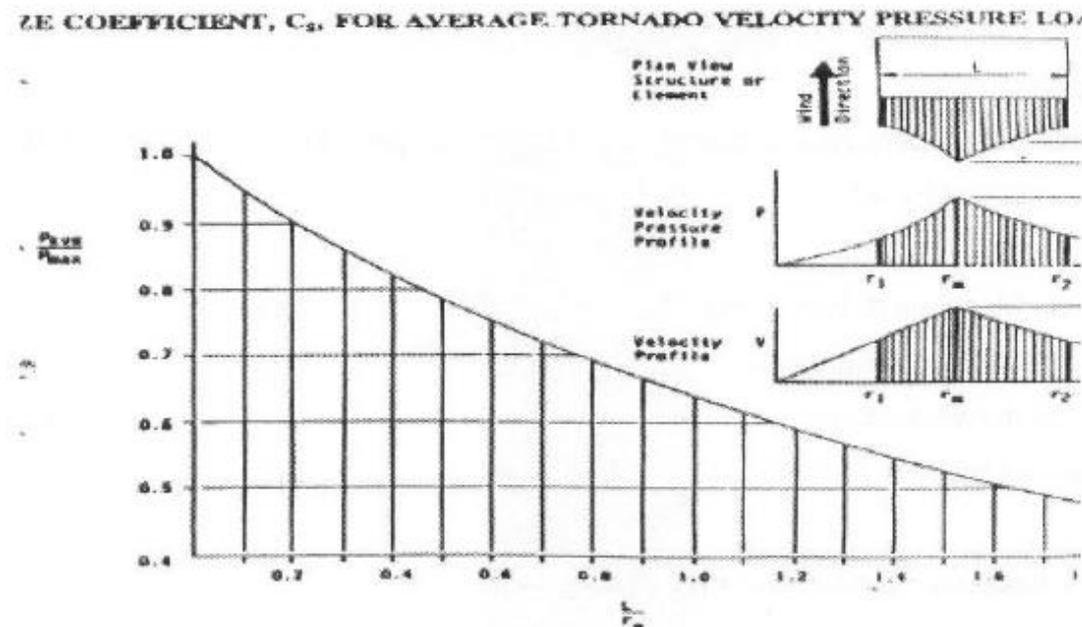


- Pressione massima: 6000 N/m^2
- Depressione massima: 7000 N/m^2

Le pressioni/depressioni massime sono considerate per la valutazione degli effetti locali (es. resistenza delle tamponature, strutture, serramenti direttamente esposti).

Per il calcolo delle azioni di insieme sulle strutture (verifica di stabilità globale), si tiene invece conto della pressione media (q_m), funzione della pressione massima e del rapporto L/r tra la dimensione L caratteristica della struttura (in genere la dimensione minima in pianta), ed il raggio r corrispondente alla massima velocità tangenziale secondo quanto riportato nella figura seguente:

Figura 11-3 - Pressione media in funzione della P_{max} e del rapporto L/r



Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



I coefficienti aerodinamici C_e e C_i da applicare alle varie superfici esposte (sopravento, sottovento e copertura), sono definiti in accordo alla normativa vigente in materia.

I missili associati alla tromba d'aria hanno le seguenti caratteristiche raccolte nella Tabella 11—1.

Tabella 11—1- Caratteristiche dei missili associati alla tromba d'aria

	Automobile	Tubo di acciaio $\Phi=3''$ L=3 m	Trave di legno 0,1 x 0,3 x 3,6 m
Massa	1000 kg	35 kg	50 kg
Velocità	12.25 m/s	24.5 m/s	73,5 m/s
Energia	75000 J	10500 J	135000 J
Sezione d'urto	2.1 m ²	25 cm ²	1.08 m ² (3,6 m x 0,3m)
Altezza urto	<7 m	Nessun limite	

Devono essere effettuate verifiche locali di non perforazione/scabbing e verifiche di non collasso per le tutte strutture direttamente esposte. Deve essere fatta opportuna distinzione tra le diverse metodologie di verifica da applicare a seconda delle tre tipologie di missile considerate (hard impact, soft impact) (DOE-STD 3014-96, Accident analysis for aircraft crash into hazardous facilities, 1996).

Tutti i sistemi, strutture e componenti essenziali per la sicurezza devono far fronte alla tromba d'aria garantendo la completa funzionalità ed una risposta elastica. Tali sistemi devono essere quindi adeguatamente protetti con strutture di schermo che potranno subire danni permanenti purché il loro danneggiamento non costituisca minaccia alla integrità dei sistemi protetti.

Metodologia per le analisi di impatto

La analisi per la valutazione degli effetti dell'impatto di missili su strutture in calcestruzzo e/o in carpenteria metallica dovranno essere sviluppate tramite analisi numeriche, con modelli matematici ad elementi finiti generalmente non lineari in campo statico e/o dinamico.

Un carico dinamico impulsivo applicato a elementi strutturali come travi e piastre produce sia risposte ad alta frequenza ("stress waves") che si propagano attraverso lo spessore dell'elemento alla velocità del suono (effetti locali dell'impatto) sia risposte a frequenze più basse che invece interessano globalmente la struttura (effetti globali dell'impatto)

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Per carichi sufficientemente severi, gli effetti locali possono dar luogo a rotture come spalling, penetrazione o perforazione. Questi fenomeni hanno durate confrontabili con il tempo che impiegano le onde di pressione a percorrere lo spessore H dell'elemento. La rottura locale si sviluppa quindi in qualche microsecondo. Le risposte strutturali globali, invece, hanno durate dell'ordine dei millisecondi. Il carico dinamico trasferisce istantaneamente una quantità di moto finita all'elemento e la propagazione delle onde in direzione ortogonale al piano dell'elemento viene trascurata. In pratica gli aspetti locali ("early time waves") e gli aspetti globali ("gross structural response") si possono studiare separatamente proprio in ragione delle loro differenti durate.

Analisi di risposta globale

I legami costitutivi ammessi sono l'elastico, l'elastico-perfettamente plastico, il rigido-plastico. In prima approssimazione si possono trascurare gli effetti prodotti dalla velocità di deformazione sui parametri di resistenza meccanica del materiale. Per travi e piastre si possono utilizzare modelli semplificati equivalenti che condensano rigidezze e masse in sistemi a singolo grado di libertà (SDOF). In questo caso la domanda di duttilità può essere ricavata da diagrammi del tipo riprodotto in Figura 11-4.

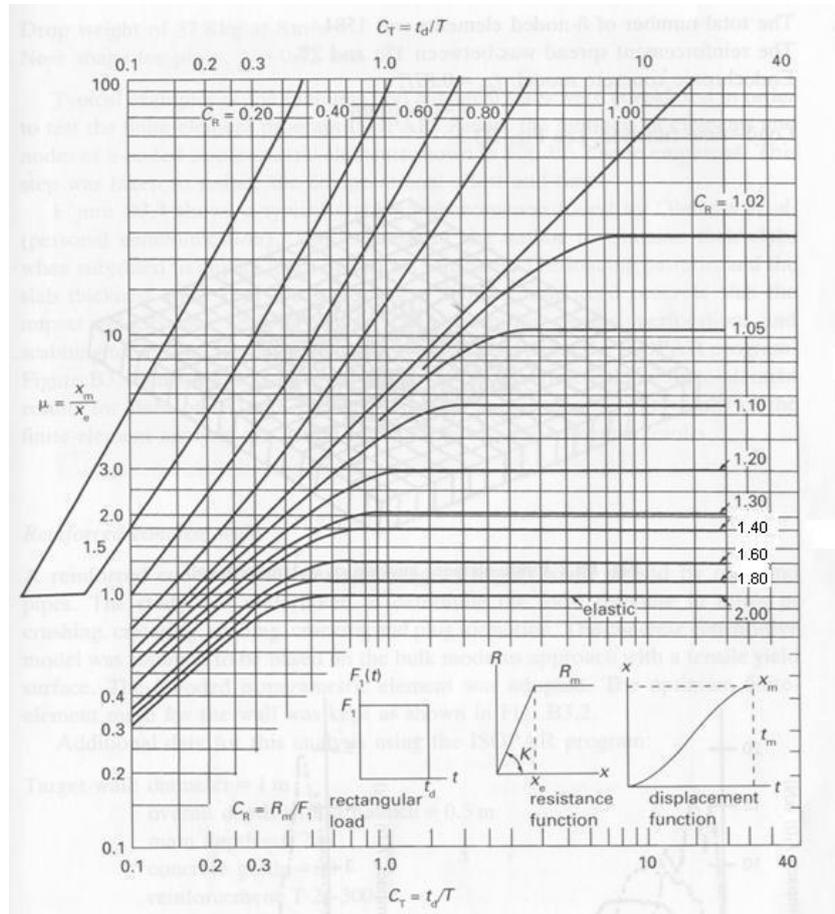
Figura 11-4

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



I metodi di calcolo e i criteri di accettabilità ammessi sono descritti in “Appendix F” e “Commentary on Appendix F” della ACI 349-06, “Code requirements for nuclear safety related concrete structures”.

Analisi di risposta locale

I fenomeni che caratterizzano la risposta locale di una parete colpita da un proiettile sono essenzialmente tre: Spalling, Scabbing e Penetrazione (Figura 11-5).

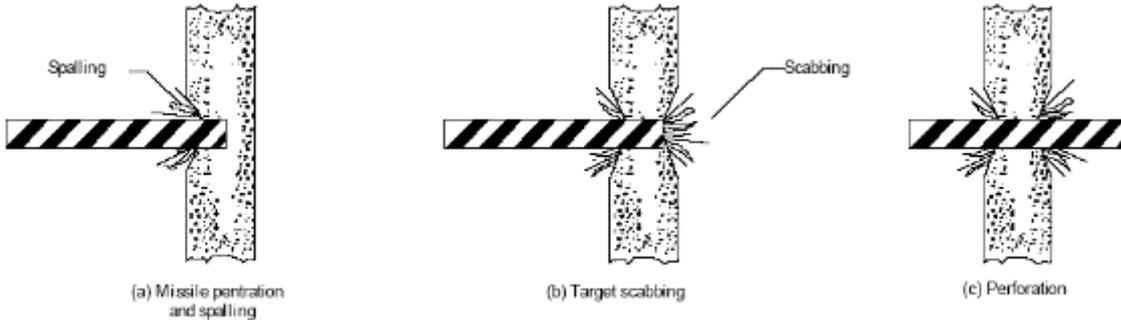
Figura 11-5

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Per ognuno di tali aspetti sono state messe a punto formule empiriche valide in specifici contesti.

Un quadro riassuntivo delle principali formule ammesse nei calcoli e raccomandate dal DOE (DOE-STD-3014-96, Accident analysis for aircraft crash into hazardous facilities, October 1996) è riportato in Tabella 11—2.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Tabella 11—2

DAMAGE MODE	RIGID (NONDEFORMABLE) MISSILE	SOFT (DEFORMABLE) MISSILE (See Note 2)
Penetration (x) ³	-Modified NDRC	50% of Rigid
Scabbing (t_s) ⁴	- Modified NDRC - Bechtel - Chang ⁷ - CRIEPI	60% of Rigid or - Stone & Webster
Perforation (t_p) ⁵	- Modified NDRC - CEA - EDF - Degen - Chang ⁷ - CRIEPI	70% of Rigid
Punching Shear ⁶		- ACI ⁷ - Long

NOTES:

1. For a typical example using these empirical formulas and a discussion of their relative merits, please refer to Section 3 of the technical support document (Reference 1) and Table A-1 therein. These formulas are not applicable to unreinforced concrete or masonry structures.
2. The reduction factors for deformable missiles acknowledge the fact that they produce relatively less local damage, and the impact forces do not exceed the crushing strength of these missiles. They are based on recent aircraft engine missile tests and comparison of various empirical formulas and their agreement with the actual test results, as reported by Sugano (Reference 5).
3. Penetration (x) is computed to determine t_s and t_p (Modified NDRC and Degen formulas only).
4. To prevent scabbing, minimum required thickness t_s should be $\geq 1.1 t_p$.
5. To prevent perforation, minimum required thickness t_s should be $\geq 1.2 t_p$.
6. Punching shear considerations for small nondeformable missiles are implicit in the formulas for penetration and perforation.
7. Recommended formula (see Section 6.3.2.1). References for all other formulas are given in Appendix C.

*All of the formulas presented in this table are based on data for lightly reinforced (0.3 percent - 1.5 percent each way) concrete targets. Application to heavily reinforced targets would give a conservative estimate of local response.

11.4.3 Urti e scosse associati al trasporto

I moduli in oggetto verranno trasportati tal quali, con i componenti in essi installati.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Le strutture, i componenti e i relativi supporti, devono essere in grado di garantire l'integrità strutturale e la tenuta, a seguito delle sollecitazioni associate al trasporto.

Facendo riferimento alla seguente Tabella 11—3, derivata dalla normativa CEI EN 60068-2-27, "Prove climatiche e meccaniche fondamentali. Parte 2: Prove – Prova Ea e guida: Urti" (1998), si assume come rappresentativa delle sollecitazioni associate alle condizioni di trasporto, la forma d'impulso semisinusoidale con la severità corrispondente a $g_n = 50$ (500 m/s²) e durata $D=11$ ms.

La verifica di resistenza strutturale su strutture e componenti dei moduli può essere condotta mediante simulazione numerica.

Per le strutture e i componenti facenti parte dei moduli il requisito di integrità strutturale richiede che tali strutture e componenti abbiano una risposta elastica all'impulso rappresentativo delle condizioni di trasporto, senza alcuna alterazione di assetto geometrico.

Tabella 11—3

Accelerazione di picco (A)		Durata corrispondente dell'impulso nominale (D)	Corrispondente variazione di velocità (ΔV)		
			Semisinusoidale $\Delta V = \frac{2}{\pi} AD \times 10^{-3}$	Dente di sega con picco finale $\Delta V = 0,5 AD \times 10^{-3}$	Trapezoidale $\Delta V = 0,9 AD \times 10^{-3}$
g_n	(m/s ²)	ms	m/s	m/s	m/s
5	(50)	30	1,0	—	—
15	(150)	11	1,0	0,8	1,5
30	(300)	18	3,4	2,6	4,8
30	(300)	11	2,1	1,6	2,9
30	(300)	6	1,1	0,9	1,6
50	(500)	11	3,4	2,7	4,9
50	(500)	3	0,9	0,7	1,3
100	(1000)	11	6,9	5,4	9,7
100	(1000)	6	3,7	2,9	5,3
200	(2000)	6	7,5	5,9	10,6
200	(2000)	3	3,7	2,9	5,3
500	(5000)	1	3,1	—	—
1000	(10000)	1	6,2	—	—
1500	(15000)	0,5	4,7	—	—
3000	(30000)	0,2	3,7	—	—

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



11.4.4 Fulmini

Le apparecchiature elettro-strumentali saranno progettate e realizzate in modo da garantire la protezione nei confronti dei disturbi indotti dai fulmini.

Tale protezione sarà commisurata al livello di attività temporalesca (fulmini) attesa nell'area del sito.

Il livello di fulmini atteso sarà definito facendo riferimento alla norma CEI 81-3 "Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico" (Maggio 1999).

Dovranno essere presi in considerazione i valori inviluppo tra quelli relativi ai possibili siti di installazione dell'impianto SiCoMoR, ossia i siti delle centrali e degli impianti Sogin.

La valutazione del rischio dovuto a fulmine e la protezione delle parti d'impianto saranno condotte in accordo a quanto indicato nelle norme CEI applicabili - (Norma CEI 81-1 e successive).

11.4.5 Allagamento da cause esterne

Dovranno essere adottate tutte le precauzioni atte ad evitare l'ingresso di acqua nell'impianto a causa di eventi normali ed eccezionali di allagamento da causa esterna (esondazioni, risalite di falda etc.). Per ciascun sito dovranno essere valutate le condizioni eccezionali di allagamento e adottate le adeguate misure di sicurezza: installazione sopra una certa quota di sicurezza rispetto al piano campagna, barriere contro l'ingresso di acqua etc.

11.4.6 Neve, vento, pioggia e azioni termiche.

Per neve, vento, pioggia coazioni dovute a variazioni termiche si dovrà far riferimento a quanto indicato nella normativa tecnica sulle costruzioni NTC 2008. Dovranno essere considerati i valori inviluppo relativi ai siti di possibile installazione dell'impianto SiCoMoR.

11.5 Criteri di protezione nei confronti di eventi interni d'area

11.5.1 Incendio

L'impianto è progettato in modo tale da ridurre al minimo la probabilità di incendi, mediante adeguata disposizione delle apparecchiature e, per quanto possibile, separazione delle cause di incendio dai materiali infiammabili.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Ulteriori misure di prevenzione durante l'esercizio saranno ottenute mediante procedure di controllo amministrativo. Se ciononostante un incendio dovesse verificarsi, la sua estensione sarà limitata da accorgimenti di progetto in modo da non compromettere le funzioni di sicurezza

La prevenzione e protezione antincendio sarà realizzata sulla base del principio della difesa in profondità che prevede:

- La riduzione al minimo dei materiali combustibili presenti e della possibilità che l'incendio possa iniziare, alimentarsi ed estendersi rapidamente utilizzando materiali non propaganti la fiamma. Dovrà essere effettuata una valutazione del carico d'incendio specifico nelle aree d'impianto tenendo conto dei materiali combustibili presenti (apparecchiature elettriche, isolanti dei cavi elettrici, ecc.); nell'ambito della valutazione del carico d'incendio saranno classificate aree a rischio "nullo" le aree caratterizzate da un carico d'incendio specifico⁸ inferiore a 100 MJ/m²;
- La rivelazione e la segnalazione incendi in grado di rilevare tempestivamente l'evento;
- La soppressione dell'incendio attraverso l'adozione di un appropriato sistema spegnimento manuale o automatico.

Il sistema di protezione antincendio viene definito in funzione del carico di fuoco e del rischio di incendio tipico di ogni area. Le strutture portanti devono essere tali da possedere adeguate caratteristiche di resistenza al fuoco.

Le misure antincendio saranno compatibili con le necessità di radioprotezione e protezione fisica tipiche di questo tipo di installazioni.

In particolare:

- Le varie parti dei componenti saranno costruite con materiale incombustibile.
- I cavi di circuiti elettrici di potenza e strumentazione saranno di tipo non propagante l'incendio.
- I cavi delle alimentazioni elettriche ridondate saranno alloggiati in vie cavi separate in modo da evitare che un incendio che ha luogo in uno dei treni interessi l'altro treno ridondante.
- Le finiture (porte, tamponature, ecc.) dovranno avere una classe di reazione al fuoco possibilmente pari a 0 (Classe 0 – materiali incombustibili) ed in ogni caso non superiore a 1 (Classe 1). Non dovranno essere utilizzate vernici intumescenti.

⁸ Valore tratto dalla norma IAEA 50-SG-D2 Rev.1 "Fire Protection in Nuclear Power Plants"

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Le conseguenze di un potenziale incendio saranno analizzate nell'ambito dell'analisi di sicurezza.

Tali analisi si basano sulle seguenti assunzioni principali:

- Non si ipotizza lo sviluppo di incendi nelle aree di fuoco classificate con carico di incendio nullo (carico specifico ≤ 100 MJ/m²).
- Non si ipotizza la concomitanza di un incendio con:
 - Guasti o malfunzionamenti singoli indipendenti (non dovuti all'incendio stesso);
 - Altri eventi base di progetto indipendenti;
 - Fenomeni naturali severi (terremoto);

Nella progettazione antincendio sarà applicata la normativa italiana e le norme UNI.

11.5.2 Allagamento interno

Le quantità di liquidi presenti nell'impianto sono poco significative dal punto di vista dei rischi d'allagamento.

I locali o le aree utilizzate per alloggiare i componenti di processo e quindi con funzione di contenimento secondario dovranno essere dotati di bacini di contenimento (liner o vasche di contenimento) che dovranno essere dimensionati per accogliere la massima quantità di liquido che può fuoriuscire accidentalmente nel locale e dotate di dispositivi per la rivelazione della perdita e l'evacuazione del liquido verso un volume di accumulo disponibile che può essere costituito o da un serbatoio integro (già previsto nel processo) o da un serbatoio di accumulo delle perdite di riserva da prevedere nell'impianto.

Le tubazioni, in assenza di bacino di raccolta nell'area, dovranno essere a doppio tubo con intercapedine drenabile verso un punto di raccolta adeguato dotato di apparecchiature di rilevamento perdite e sistemi di trasferimento.

11.5.3 Missili

I missili possono essere originati da componenti in pressione, da apparecchiature elettriche (es. lancio di coperchi di scatole elettriche per corto-circuito), da macchine rotanti all'interno dei locali (es. ventilatori).

In generale i componenti che possono produrre tali fenomeni dovranno essere confinati e/o protetti in modo da non provocare conseguenze significative sull'impianto.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



I sistemi essenziali di sicurezza, ove presenti, dovranno essere protetti da potenziali missili adottando opportune disposizioni impiantistiche o con barriere di protezione.

Essi dovranno essere in grado di assolvere, senza penalizzazioni, la loro funzione anche a fronte degli effetti generati da un missile.

Allo scopo si dovrà provvedere a:

- 1 Minimizzare le cause che possono produrre missili presenti nell'impianto;
- 2 Proteggere quei componenti dei sistemi essenziali di sicurezza che possono essere danneggiati attraverso opportune disposizioni impiantistiche e/o barriere di protezione.

11.5.4 Interferenze elettromagnetiche

Per l'immunità da interferenze elettromagnetiche le norme di riferimento sono la CEI EN 61000-6-2 - e norme IEC correlate e citate nella norma - mentre le norme di riferimento per i dispositivi che possono produrre radio-disturbi sono la EN 55011 e la EN 55022. Tali norme si applicheranno in maniera generalizzata a tutti i componenti elettrostrumentali, indipendentemente dalla loro classe di qualità.

11.6 **Sezione di ricevimento e dosaggio dei rifiuti liquidi (Sezione 100)**

La sezione in oggetto deve assolvere alle seguenti funzioni:

- Consentire il ricevimento e lo stoccaggio nel modulo di rifiuti radioattivi sotto forma di soluzioni e/o sospensioni acquose con o senza presenza di precipitato.
- Permettere il dosaggio e la calibrazione della quantità di rifiuto radioattivo da cementare nel fusto.
- Permettere il trasferimento del rifiuto liquido al fusto di cementazione.

I requisiti di progetto specifici che guidano le scelte progettuali per la sezione in questione sono:

- Realizzazione della sezione come modulo preassemblato, di dimensioni e peso complessivo tale da poterne consentire il trasporto su strada tal quale.
- Possibilità di ricevere e di dosare la quantità stabilita da inviare alla cementazione nel fusto sia di soluzioni radioattive con precipitato (fanghi) che di resine granulari in sospensione acquosa.
- Assicurare due barriere di confinamento (statiche e dinamiche) per il rifiuto radioattivo liquido presente nel modulo.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- Garantire lo schermaggio del materiale radioattivo al fine di attenuare il rateo di dose all'esterno del modulo a valori compatibili con la presenza continuativa di operatori.
- Garantire la possibilità, anche in caso di guasto singolo di un componente, di rimuovere il materiale radioattivo dal modulo e permettere il lavaggio delle linee, per consentire un successivo intervento di manutenzione degli operatori all'interno del modulo in assenza, o con presenza assai limitata, di sorgente radioattiva.
- Possibilità di recuperare eventuali perdite o trafiletti dalle linee di trasferimento o dai serbatoi di processo e rinviarle ai serbatoi di partenza.
- Implementazione di componenti progettati e realizzati secondo normative adeguate alla classificazione di sicurezza e sismica stabilita per i componenti stessi.
- Le strutture della box di contenimento del modulo, i componenti e le apparecchiature installate nel modulo e i relativi ancoraggi dovranno essere tali da non subire danneggiamenti strutturali a seguito del sisma di progetto di cui al paragrafo 11.4.1 e delle sollecitazioni associate al trasporto del modulo di cui al paragrafo 11.4.3.

Il liner di confinamento del modulo e i componenti del sistema di contenimento primario del liquido radioattivo dovranno garantire la tenuta a seguito di tali sollecitazioni di progetto.

La sezione di ricevimento e dosaggio dei rifiuti liquidi è realizzata come modulo preassemblato (MOD-100) costituito dai seguenti componenti principali:

- Serbatoio di dosaggio V-101, che ha la funzione di ricevere e di dosare la quantità di rifiuto prestabilita da trasferire nel fusto per la cementazione, nel caso di rifiuti costituiti da soluzioni liquide con o senza presenza di precipitati (ad esempio fanghi);
- Serbatoio di dosaggio V-102, che ha la funzione di ricevere e di dosare la quantità di rifiuto prestabilita da trasferire nel fusto per la cementazione, nel caso di rifiuti costituiti da resine granulari in sospensione acquosa;
- Due pompe pneumatiche a doppia membrana (P-101A/B), che hanno la funzione di trasferire i rifiuti liquidi da una sezione d'impianto all'altra. Le due pompe sono una di riserva all'altra ed in caso di malfunzionamento recuperano eventuali perdite per mezzo del sistema dei drenaggi;
- Linee di processo per trasferimento dei liquidi di processo;
- Sistema di lavaggio delle linee di processo e del liner interno;
- Linee di servizio;

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- Strutture schermanti dei due serbatoi V-101 e V-102;
- Box di confinamento schermata, costituita da un liner interno in acciaio inox a tenuta (B-101), da una struttura schermante esterna al liner (B-102) realizzata tramite pannelli in acciaio di opportuno spessore e da una struttura di base (B-103) realizzata con travi a doppio T, sulla quale sono montate le suddette strutture.

11.7 Sezione di cementazione rifiuti (Sezione 200)

La sezione in oggetto deve assolvere alle seguenti funzioni:

- Permettere il trasferimento del rifiuto liquido o del rifiuto secco nel fusto di cementazione.
- Permettere il trasferimento della polvere di cemento (ed eventualmente della sabbia) nel fusto di cementazione
- Permettere la movimentazione del fusto e il suo accoppiamento con i sistemi per la cementazione
- Svolgere il processo di cementazione “di tipo in drum mixing and cementation”.
- I requisiti di progetto specifici che guidano le scelte progettuali per la sezione in questione sono:
- Realizzazione della sezione come modulo preassemblato, di dimensioni e peso complessivo tale da poterne consentire il trasporto su strada tal quale.
- Possibilità di trasferire simultaneamente il rifiuto radioattivo in forma liquida o solida e la polvere di cemento, restando sempre all’interno dei rapporti liquido/cemento stabiliti dalla ricetta di cementazione.
- Esecuzione del processo di cementazione in remoto con controllo effettuato dalla sala controllo.
- Assicurare due barriere di confinamento (statiche e dinamiche) per il materiale radioattivo presente nel modulo.
- Garantire lo schermaggio del materiale radioattivo al fine di attenuare il rateo di dose all’esterno del modulo a valori compatibili con la presenza degli operatori in caso di operazioni di manutenzione.
- Garantire la possibilità, anche in caso di guasto singolo di un componente, di rimuovere il materiale radioattivo dalla sezione e permettere il lavaggio delle linee, per consentire

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



un successivo intervento di manutenzione degli operatori all'interno della sezione in assenza, o con presenza assai limitata, di sorgente radioattiva.

- Garantire la possibilità di ottenere un fusto conforme alla ricetta anche in caso di malfunzionamento. I quantitativi di rifiuto, acqua e cemento arriveranno simultaneamente al fusto in proporzioni corrette. L'interruzione di una delle tre correnti comporterà l'immediato arresto delle altre due. In questo modo i fusti prodotti saranno sempre qualitativamente conformi alla ricetta qualificata. In questo caso il riempimento del fusto avverrà con malta cementizia inerte nel modulo di capping.
- Assicurare la certezza dell'uscita del fusto a fine cementazione ridondando i motori di allineamento del fusto. In questo modo si evita, in caso di malfunzionamento, l'intervento di manutenzione straordinaria in presenza del fusto pieno.
- Possibilità di recuperare eventuali perdite o trafiletti dalle linee di trasferimento o dai serbatoi di processo e rinviarle ai serbatoi di partenza.
- Implementazione di componenti progettati e realizzati secondo normative adeguate alla classificazione di sicurezza stabilita per i componenti stessi.
- Le strutture della box di contenimento del modulo, i componenti e le apparecchiature installate nel modulo e i relativi ancoraggi dovranno essere tali da non subire danneggiamenti strutturali a seguito del sisma di progetto di cui al paragrafo 11.4.1 e delle sollecitazioni associate al trasporto del modulo di cui al paragrafo 11.4.3. Il liner di confinamento del modulo e i componenti del sistema di contenimento primario del liquido radioattivo dovranno garantire la tenuta a seguito di tali sollecitazioni di progetto.

La sezione di cementazione dei rifiuti (sezione 200) è realizzata come modulo preassemblato (MOD-200) costituito dai seguenti componenti e apparecchiature:

- Testa di miscelazione (X-202), che ha la funzione di permettere l'accoppiamento delle linee di trasferimento dei rifiuti, del cemento e di aspirazione dal fusto con i rispettivi fori presenti sulla piastra superiore del fusto, e l'accoppiamento del motore idraulico con la girante a perdere presente nel fusto;
- Sistema costituito da motore idraulico (X-203) e centralina idrodinamica (X-204), che ha la funzione di attuare la rotazione della girante a perdere presente nel fusto;

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- Un sistema di movimentazione e centraggio del fusto (X-205) che ha la funzione di movimentare il fusto all'interno della sezione 200 e di posizionarlo in modo tale da poter consentire il corretto accoppiamento della testa di cementazione al fusto stesso;
- Linee di processo, per il trasferimento dei rifiuti liquidi dalla sezione 100, dei rifiuti solidi e del cemento dalla sezione 300 e per l'aspirazione dal fusto;
- Linee di servizio;
- Una box di contenimento schermata adibita al confinamento delle attrezzature sopra descritte e allo schermaggio delle radiazioni;
- Portello di ingresso/uscita fusto/overpack.

11.8 Sezione di caricamento del cemento, degli additivi e dei rifiuti solidi granulari (Sezione 300)

La sezione in oggetto deve assolvere alle seguenti funzioni:

- Permettere il trasferimento della polvere di cemento e dell'eventuale sabbia dai rispettivi silos di stoccaggio ai serbatoi di dosaggio posti al di sopra della sezione di cementazione.
- Permettere il trasferimento del rifiuto in forma di solido secco dal contenitore di trasporto al serbatoio di dosaggio posto al di sopra della sezione di cementazione.
- Permettere il trasferimento della polvere di cemento (ed eventualmente della sabbia) nel fusto di cementazione.
- Permettere il trasferimento del rifiuto secco nel fusto di cementazione.
- I requisiti di progetto specifici che guidano le scelte progettuali per la sezione in questione sono:
- Possibilità di trasferire simultaneamente alla sezione di cementazione il rifiuto radioattivo in forma di solido secco e la polvere di cemento, restando sempre all'interno dei rapporti stabiliti dalla ricetta di cementazione.
- Utilizzo di sistemi di trasferimento in grado di garantire una precisione del 1% in peso. I segnali di questi sistemi saranno integrati da misure di peso che, elaborate dal sistema di supervisione e controllo, permetteranno di garantire il mantenimento della proporzione tra i due flussi cemento e rifiuti granulari (o sabbia) con una precisione del 5% in peso.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- Esecuzione del processo di trasferimento in automatico con controllo effettuato dalla Sala Controllo.
- Assicurare una barriera di confinamento per il rifiuto radioattivo in forma di solido secco.
- Garantire lo schermaggio del materiale radioattivo in forma di solido secco al fine di attenuare il rateo di dose all'esterno della sezione a valori compatibili con la presenza di operatori durante il caricamento del serbatoio di stoccaggio ed in caso di operazioni di manutenzione.
- Implementazione di componenti progettati e realizzati secondo normative adeguate alla classificazione di sicurezza stabilita per i componenti stessi.
- Le strutture di sostegno della sezione, i componenti e le apparecchiature installate nella sezione e i relativi ancoraggi dovranno essere tali da non subire danneggiamenti strutturali a seguito del sisma di progetto di cui al paragrafo 11.4.1

La sezione di caricamento del cemento, degli additivi e dei rifiuti solidi granulari (Sez 300) è costituita dalle seguenti apparecchiature:

- Sistema di dosaggio e trasferimento del rifiuto radioattivo in forma di solido secco, che ha la funzione di ricevere, di dosare e di trasferire con un rateo di massa controllato la quantità di rifiuto prestabilita da immettere nel fusto per la cementazione.
- Sistema di dosaggio e trasferimento della polvere di cemento, che ha la funzione di ricevere, di dosare e di trasferire con un rateo di massa controllato la quantità di cemento ed eventuali additivi prestabilita da immettere nel fusto per la cementazione.
- Sistema di dosaggio e trasferimento della sabbia, che ha la funzione di ricevere, di dosare e di trasferire con un rateo di massa controllato la quantità di sabbia prestabilita da immettere nel fusto per la cementazione nel caso di ricette che la prevedano.
- Struttura di sostegno della sezione 300.
- Sistema di trasferimento pneumatico della polvere di cemento e della sabbia dai Silos di stoccaggio alle rispettive tramogge di dosaggio.

11.9 Sezione di ingresso nell'area di processo confinata e di indirizzamento fusto/overpack (Sezione 400)

La sezione in oggetto deve assolvere alle seguenti funzioni:

PROPRIETA'	STATO	LIVELLO DI CLASSIFICAZIONE	PAGINE
Del Lucchese M.	Documento definitivo	Aziendale	144/161
Legenda	Stato: Bozza, In Approvazione, Documento Definitivo Livello di Classificazione: Pubblico, Aziendale, Riservato Aziendale – riproduzione vietata, Uso Ristretto – riproduzione vietata		

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- Consentire l'ingresso del fusto/overpack all'area di processo confinata attraverso un SAS.
- Consentire l'indirizzamento del fusto/overpack al modulo della sezione di cementazione (MOD-200) e al primo modulo della sezione di maturazione della matrice (MOD-501).
- I requisiti di progetto specifici che guidano le scelte progettuali per la sezione in questione sono:
- Realizzazione della sezione in moduli preassemblati, di dimensioni e peso complessivo tale da poterne consentire il trasporto su strada tal quali.
- Fornire un SAS di ingresso all'area di processo confinata.
- Garantire lo schermaggio aggiuntivo del fusto durante il transito al fine di attenuare il rateo di dose all'esterno della sezione a valori compatibili con la presenza di operatori durante operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria.
- Garantire una barriera di confinamento statica alla diffusione della contaminazione.
- Garantire una barriera dinamica alla diffusione della contaminazione.
- Garantire la possibilità, anche in caso di guasto singolo di un componente, di rimuovere il materiale radioattivo dal modulo per consentire un successivo intervento di manutenzione degli operatori all'interno del modulo in assenza, o con presenza assai limitata, di sorgente radioattiva.
- Le strutture della box di contenimento del modulo, i componenti e le apparecchiature installate nel modulo e i relativi ancoraggi dovranno essere tali da non subire danneggiamenti strutturali a seguito del sisma di progetto di cui al paragrafo 11.4.1 e delle sollecitazioni associate al trasporto del modulo di cui al paragrafo 11.4.3. Il liner di confinamento dei moduli dovrà garantire la tenuta a seguito di tali sollecitazioni di progetto.
- Implementazione di componenti progettati e realizzati secondo normative adeguate alla classificazione di sicurezza stabilita per i componenti stessi.

Al fine di assicurare le funzioni sopra elencate, la sezione di ingresso all'area di processo e di indirizzamento del fusto/overpack (sezione 400) sarà composta dai seguenti moduli preassemblati:

- Modulo SAS ingresso area di processo confinata (MOD-401).

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- Modulo di indirizzamento del fusto/overpack (MOD-402).

Il modulo MOD-401 e il modulo MOD-402 vengono accoppiati tra loro in fase di installazione sul sito e fanno parte dell'area di processo confinata.

11.10 Sezione di maturazione della matrice cementizia (Sezione 500)

La sezione in oggetto deve assolvere alle seguente funzione:

- Ospitare il numero di fusti/giorno prodotti per tutta la durata della fase di maturazione della matrice cementizia (circa 24 ore)

I requisiti di progetto specifici che guidano le scelte progettuali per la sezione in questione sono:

- Realizzazione della sezione in moduli preassemblati, di dimensioni e peso complessivo tale da poterne consentire il trasporto su strada tal quali.
- Prevedere un numero di posizioni di maturazione pari almeno al numero massimo di fusti prodotti al giorno (5 fusti/giorno).
- Garantire lo schermaggio aggiuntivo del fusto al fine di attenuare il rateo di dose all'esterno della sezione a valori compatibili con la presenza di operatori durante operazioni di manutenzione.
- Garantire una barriera di confinamento statica alla diffusione della contaminazione.
- Garantire una barriera dinamica alla diffusione della contaminazione. Nei moduli di maturazione matrice tale barriera dinamica dovrà avvalersi di cappe di aspirazione diretta su fusto in maturazione con velocità dell'aria aspirata adeguata al fine di evitare la diffusione di contaminazione nel modulo.
- Garantire la possibilità, anche in caso di guasto singolo di un componente, di rimuovere il materiale radioattivo dal modulo per consentire un successivo intervento di manutenzione degli operatori all'interno del modulo in assenza, o con presenza assai limitata, di sorgente radioattiva.
- Le strutture della box di contenimento dei moduli, i componenti e le apparecchiature installate nel modulo e i relativi ancoraggi dovranno essere tali da non subire danneggiamenti strutturali a seguito del sisma di progetto di cui al paragrafo 11.4.1 e delle sollecitazioni associate al trasporto del modulo di cui al paragrafo 11.4.3. Il liner di confinamento dei moduli dovrà garantire la tenuta a seguito di tali sollecitazioni di progetto.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- Implementazione di componenti progettati e realizzati secondo normative adeguate alla classificazione di sicurezza stabilita per i componenti stessi.

Al fine di assicurare le funzioni sopra elencate, la sezione di maturazione della matrice cementizia (sezione 500) sarà composta dai seguenti moduli preassemblati:

- Modulo di maturazione a due posizioni con portello di ingresso/uscita fusto/overpack (MOD-501).
- Modulo di maturazione a due posizioni (MOD-502).
- Modulo di maturazione ad una posizione con rulliera girevole (MOD-503).

I moduli MOD-501, MOD-502 e MOD-503 vengono accoppiati tra loro in fase di installazione sul sito e fanno parte dell'area di processo confinata.

11.11 Sezione di capping (Sezione 600)

La sezione in oggetto deve assolvere alle seguenti funzioni:

- Permettere la movimentazione del fusto e il suo l'accoppiamento con i sistemi di capping
- Preparare la malta inerte per capping
- Trasferire la malta inerte nel fusto.

I requisiti di progetto specifici che guidano le scelte progettuali per la sezione in questione sono:

- Realizzazione della sezione in moduli preassemblati, di dimensioni e peso complessivo tale da poterne consentire il trasporto su strada tal quali.
- Esecuzione del processo di capping in remoto con controllo effettuato dalla sala controllo.
- Garantire lo schermaggio aggiuntivo del fusto al fine di attenuare il rateo di dose all'esterno della sezione a valori compatibili con la presenza di operatori durante operazioni di manutenzione.
- Garantire una barriera di confinamento statica alla diffusione della contaminazione.
- Garantire una barriera dinamica alla diffusione della contaminazione.
- Garantire la possibilità, anche in caso di guasto singolo di un componente, di rimuovere il materiale radioattivo dal modulo per consentire un successivo intervento di

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



manutenzione degli operatori all'interno del modulo in assenza, o con presenza assai limitata, di sorgente radioattiva.

- Le strutture della box di contenimento dei moduli, i componenti e le apparecchiature installate nel modulo e i relativi ancoraggi dovranno essere tali da non subire danneggiamenti strutturali a seguito del sisma di progetto di cui al paragrafo 11.4.1 e delle sollecitazioni associate al trasporto del modulo di cui al paragrafo 11.4.3. Il liner di confinamento dei moduli dovrà garantire la tenuta a seguito di tali sollecitazioni di progetto.
- Implementazione di componenti progettati e realizzati secondo normative adeguate alla classificazione di sicurezza stabilita per i componenti stessi.

Al fine di assicurare le funzioni sopra elencate, la sezione di maturazione della matrice cementizia (sezione 600) sarà composta dai seguenti moduli preassemblati:

- Modulo di capping (MOD-601).
- Modulo di preparazione e trasferimento malta di capping (MOD-602).

11.12 Sezione di maturazione del capping (Sezione 700)

La sezione in oggetto deve assolvere alle seguente funzione:

- Ospitare il numero di fusti/giorno prodotti durante la fase di maturazione del capping (circa 24 ore)

I requisiti di progetto specifici che guidano le scelte progettuali per la sezione in questione sono:

- Realizzazione della sezione in moduli preassemblati, di dimensioni e peso complessivo tale da poterne consentire il trasporto su strada tal quali.
- Prevedere un numero di posizioni di maturazione pari almeno al numero massimo di fusti prodotti al giorno (5 fusti/giorno).
- Garantire lo schermaggio aggiuntivo del fusto al fine di attenuare il rateo di dose all'esterno della sezione a valori compatibili con la presenza di operatori durante operazioni di manutenzione.
- Garantire una barriera di confinamento statica alla diffusione della contaminazione.
- Garantire una barriera dinamica alla diffusione della contaminazione. Nei moduli di maturazione del capping tale barriera dinamica dovrà avvalersi di cappe di aspirazione

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



diretta su fusto in maturazione con velocità dell'aria aspirata adeguata al fine di evitare la diffusione di contaminazione nel modulo.

- Garantire la possibilità, anche in caso di guasto singolo di un componente, di rimuovere il materiale radioattivo dal modulo per consentire un successivo intervento di manutenzione degli operatori all'interno del modulo in assenza, o con presenza assai limitata, di sorgente radioattiva.
- Le strutture della box di contenimento dei moduli, i componenti e le apparecchiature installate nel modulo e i relativi ancoraggi dovranno essere tali da non subire danneggiamenti strutturali a seguito del sisma di progetto di cui al paragrafo 11.4.1 e delle sollecitazioni associate al trasporto del modulo di cui al paragrafo 11.4.3. Il liner di confinamento dei moduli dovrà garantire la tenuta a seguito di tali sollecitazioni di progetto.
- Implementazione di componenti progettati e realizzati secondo normative adeguate alla classificazione di sicurezza stabilita per i componenti stessi.

Al fine di assicurare le funzioni sopra elencate, la sezione di maturazione della matrice cementizia (sezione 700) sarà composta dai seguenti moduli preassemblati:

- Modulo di maturazione ad una posizione con rulliera girevole (MOD-701);
- Modulo di maturazione a due posizioni (MOD-702);
- Modulo di maturazione a due posizioni con portello di chiusura varco di ingresso/uscita fusto/overpack (MOD-703).

I moduli MOD-701, MOD-702 e MOD-703 vengono accoppiati tra loro in fase di installazione sul sito e fanno parte dell'area di processo confinata.

11.13 Sezione di chiusura coperchi e controllo contaminazione (Sezione 800)

La sezione in oggetto deve assolvere alle seguenti funzioni:

- Posizionamento e chiusura del coperchio del fusto.
- Controllo della contaminazione superficiale del fusto/overpack tramite smear test.
- Eventuale decontaminazione del fusto/overpack.
- Fornire una SAS di uscita del fusto/overpack dall'area di processo confinata.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- Posizionamento e chiusura del coperchio dell'overpack, nel caso di utilizzo dell'overpack.

I requisiti di progetto specifici che guidano le scelte progettuali per la sezione in questione sono:

- Realizzazione della sezione in moduli preassemblati, di dimensioni e peso complessivo tale da poterne consentire il trasporto su strada tal quali.
- Permettere lo svolgimento delle operazioni di posizionamento e chiusura del coperchio del fusto e del controllo della contaminazione in modo remotizzato.
- Garantire lo schermaggio aggiuntivo del fusto al fine di attenuare il rateo di dose all'esterno della sezione a valori compatibili con la presenza di operatori durante operazioni di manutenzione.
- Garantire una barriera di confinamento statica alla diffusione della contaminazione dal fusto fino all'avvenuto controllo della contaminazione superficiale del fusto successivo alla chiusura del coperchio del fusto.
- Garantire una barriera dinamica alla diffusione della contaminazione dal fusto fino all'avvenuto controllo della contaminazione superficiale del fusto successivo alla chiusura del coperchio del fusto.
- Garantire la possibilità, anche in caso di guasto singolo di un componente, di rimuovere il materiale radioattivo dal modulo per consentire un successivo intervento di manutenzione degli operatori all'interno del modulo in assenza, o con presenza assai limitata, di sorgente radioattiva.
- Le strutture della box di contenimento dei moduli, i componenti e le apparecchiature installate nel modulo e i relativi ancoraggi dovranno essere tali da non subire danneggiamenti strutturali a seguito del sisma di progetto di cui al paragrafo 11.4.1 e delle sollecitazioni associate al trasporto del modulo di cui al paragrafo 11.4.3. Il liner di confinamento dei moduli dovrà garantire la tenuta a seguito di tali sollecitazioni di progetto.
- Implementazione di componenti progettati e realizzati secondo normative adeguate alla classificazione di sicurezza stabilita per i componenti stessi.

Al fine di assicurare le funzioni sopra elencate, la sezione di chiusura dei coperchi, controllo e decontaminazione (sezione 800) sarà composta dai seguenti moduli preassemblati:

- Modulo di chiusura coperchio fusto e controllo contaminazione (MOD-801)

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- Modulo di decontaminazione fusto/overpack (MOD-802)
- Modulo SAS uscita fusto/overpack dall'area di processo confinata (MOD-803)

Della sezione fa parte, inoltre, la stazione di chiusura coperchi overpack SKD-804.

I moduli MOD-801, MOD-802 e MOD-803 vengono accoppiati tra loro in fase di installazione sul sito e fanno parte dell'area di processo confinata.

La stazione di chiusura coperchi overpack SKD-804 è esterna all'area di processo confinata, ma è collocata internamente alla struttura di confinamento.

11.14 Sezioni di ingresso (I00) e di uscita (U00) dall'area operativa

La sezione di ingresso (I00) dovrà assolvere alle seguenti funzioni:

- Consentire l'accesso del fusto/overpack dall'esterno all'area operativa racchiusa dalla struttura di confinamento attraverso un SAS.
- Trasferire il fusto/overpack fino alla SAS di ingresso all'area di processo confinata (MOD-401).

La sezione di uscita (U00) dovrà assolvere alle seguenti funzioni:

- Trasferire il fusto/overpack dalla stazione di chiusura del coperchio dell'overpack (SKD-804) fino alla SAS di uscita dall'area operativa.
- Consentire l'uscita del fusto/overpack dall'area operativa racchiusa dalla struttura di confinamento all'esterno attraverso un SAS.
- I requisiti di progetto specifici che guidano le scelte progettuali per la sezione in questione sono:
- Realizzazione della sezione in moduli o skid preassemblati, di dimensioni e peso complessivo tale da poterne consentire il trasporto su strada tal quali.
- Garantire la possibilità, anche in caso di guasto singolo di un componente, di rimuovere il materiale radioattivo dal modulo per consentire un successivo intervento di manutenzione degli operatori all'interno del modulo in assenza, o con presenza assai limitata, di sorgente radioattiva.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- Le strutture della box di contenimento dei moduli, i componenti e le apparecchiature installate nel modulo o sugli skid e i relativi ancoraggi dovranno essere tali da non subire danneggiamenti strutturali a seguito del sisma di progetto di cui al paragrafo 11.4.1e delle sollecitazioni associate al trasporto di cui al paragrafo 11.4.3.
- Il liner di confinamento dei moduli dovrà garantire la tenuta a seguito di tali sollecitazioni di progetto.
- Implementazione di componenti progettati e realizzati secondo normative adeguate alla classificazione di sicurezza stabilita per i componenti stessi.

Al fine di assicurare le funzioni sopra elencate, la sezione di ingresso (I00) sarà composta dai seguenti moduli e skid preassemblati:

- Modulo SAS ingresso in area operativa (SAS-I01)
- 3 skid composti ciascuno da rulliera rettilinea motorizzata e struttura di base (SKD- I01, SKD- I02, SKD- I03)

La sezione di uscita (U00) sarà composta dai seguenti moduli e skid preassemblati:

- Modulo SAS uscita dall'area operativa (SAS-U01)
- Skid composto da rulliera rettilinea motorizzata e struttura di base (SKD-U01)

11.15 Sistema di ventilazione

Il sistema di ventilazione garantisce un funzionamento continuo ed automatico, provvedendo alla segnalazione di eventuali anomalie. Esso svolge le seguenti funzioni:

- Limitare il rischio di esposizione del personale nei confronti di eventuali aerosol di materiali radioattivi sviluppati nel corso dell'esercizio, realizzando flussi di aria dalle zone a minor rischio di contaminazione verso quelle a maggior rischio;
- Garantire il contenimento dinamico dell'aria delle aree di operazione, potenzialmente contaminate, mantenendole in depressione tra di loro e rispetto all'esterno in modo da impedire fuoriuscite incontrollate di contaminazione nell'ambiente;
- Limitare i rilasci ambientali di materiale radioattivo a mezzo di un opportuno trattamento di filtrazione dell'aria in uscita dall'impianto;
- Mantenere all'interno delle aree di lavoro condizioni termo-igrometriche di benessere per il personale, a mezzo di un conveniente numero di ricambi dell'aria e l'immissione della stessa a temperatura e umidità controllata.

Relazione di Progetto Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino	ELABORATO TR RE 01080
	REVISIONE 00



Per la descrizione di dettaglio del sistema si rimanda al capitolo 7.16 del riferimento [21].

11.16 Sistema di strumentazione e controllo

Il Sistema di Controllo principale (nel seguito denominato PCS) dovrà svolgere le seguenti funzioni:

- Controllo (regolazione/comando) e supervisione dei diversi impianti/sistemi dell'impianto
- Integrare i sistemi di controllo relativi ad alcuni sistemi package (di seguito definiti "sistemi di controllo terzi") al fine di realizzarne la completa integrazione operativa per garantire la completa gestione dell'Impianto
 - Sistemi di controllo terzi
 - Sistema di movimentazione (PAS).
 - Sistema di Ventilazione e Condizionamento (HVAC).
 - Sistema chiusura coperchi dei manufatti (modulo 801).
 - Sistema TVCC per il controllo del processo.
- Supervisionare i sistemi ausiliari di seguito elencati
 - Sistema di monitoraggio Antincendio
 - Sistema di monitoraggio radiologico

In particolare, per l'integrazione con il PCS, dei sistemi di controllo terzi sarà preferibile la realizzazione tramite connessione diretta degli stessi alla Rete d'Impianto; ciò sarà assicurato prescrivendo che i Sistemi di controllo da integrare siano realizzati dallo stesso fornitore di PCS (stesso protocollo proprietario di comunicazione tra i processori).

Normalmente le operazioni di supervisione e controllo verranno effettuate da operatore in sala controllo. L'operatore utilizzerà le Stazioni Operatore informatizzate (PICS). Sarà presente anche un pannello ausiliario (AICS) di tipo hardware, attraverso il quale potranno essere effettuati monitoraggi di variabili importanti ai fini del processo e interventi manuali per consentire la messa in sicurezza dell'impianto o di sezioni di impianto. Quest'ultimo acquisito da schede fail-safe.

In particolari casi potrà essere richiesta l'installazione di pannelli HMI locali, per funzioni di manutenzione o di messa in sicurezza di parti dell'impianto.

11.17 Sistemi elettrici e speciali

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Gli impianti elettrici e speciali dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche ed esigenze:

- Utilizzare le più moderne ed affidabili soluzioni tecnologiche disponibili al momento della realizzazione e in accordo alle normative in vigore;
- Consentire un agevole aggiornamento tecnologico nel corso della vita prevista per l'installazione, in accordo alle normative in vigore;
- Essere caratterizzati da ridotte esigenze di manutenzione e limitate necessità di accesso alle aree con presenza di radiazione;
- Essere concepito in modo da poter connettere facilmente i vari moduli di processo tra di loro e alla rete di alimentazione e controllo in fase di installazione e montaggio sul sito facendo un uso estensivo di connessioni multipolari a tenuta di tipo industriale.

E' previsto siano realizzati all'interno della struttura, le seguenti sezioni di impianti:

1. Un impianto di alimentazione dei carichi FM di potenza sotto la sezione normale;
2. Un impianto di alimentazione dei carichi FM di servizio sotto la sezione normale;
3. Un impianto di alimentazione carichi di emergenza;
4. Un impianto di alimentazione carichi ininterrompibili;
5. Un impianto illuminazione normale;
6. Un impianto di illuminazione di sicurezza ed emergenza;
7. Un impianto di rivelazione incendi con propria centralina a microprocessore;
8. Un impianto interfonico, un impianto telefonico e trasmissione dati collegati agli attuali impianti interfonico, telefonico e dati di sito;
9. Un impianto TVCC.

11.18 Sistema di monitoraggio radiologico

Il sistema di monitoraggio radiologico dovrà svolgere le seguenti funzioni:

- Controllo dei livelli di irraggiamento nelle aree dell'impianto;
- Controllo dell'eventuale contaminazione degli ambienti e dell'aria prima dell'espulsione;
- Segnalazione dell'insorgere di anomalie o del verificarsi di incidenti;

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



- Trasmissione dei dati di monitoraggio e delle eventuali segnalazioni di allarme nei locali di Fisica Sanitaria e di Sala Controllo.

Nello specifico, le funzioni di base del sistema di monitoraggio radiologico saranno:

- Proteggere i lavoratori tramite un monitoraggio dei ratei di dose a cui sono sottoposti;
- Monitorare l'intensità di dose da radiazione nelle aree di impianto;
- Monitorare l'attività α e β del particolato che può essere potenzialmente rilasciata nelle sezioni di processo dell'impianto;
- Acquisire, salvare e trasmettere le grandezze monitorate.

Tale sistema comprende i seguenti sottosistemi:

Sistema di monitoraggio ambientale costituito da un numero adeguato di stazioni per la misura in continuo della radiazione γ ambiente, avrà la funzione di misurare e registrare l'intensità di esposizione nelle aree operative e di intervento dell'impianto, e di dare un segnale di allarme quando sono superati i livelli predeterminati (High e High-High).

Ogni stazione sarà costituita da un rivelatore gamma collegato ad un'unità locale di elaborazione dati, munita di indicatore e di allarmi visivi e acustici. Ciascuna unità locale di elaborazione dati sarà collegata all'Unità Centrale di supervisione e controllo a cui trasmetterà i valori rilevati.

Il sistema di monitoraggio ambientale della radiazione γ comprenderà anche una stazione di misura del rateo di dose sul filtro a maniche posto nel modulo di cementazione sulla linea di aspirazione dal fusto in fase di cementazione.

Sistema di monitoraggio della contaminazione dell'aria provvederà al monitoraggio della contaminazione alfa/beta dell'aria proveniente da:

- Moduli delle sezioni di processo dell'impianto,
- Sistema di ventilazione
- Area operativa dell'impianto

Le stazioni di monitoraggio della contaminazione dell'aria prelevata dai moduli di processo dovranno prelevare l'aria dall'interno dei moduli, rilevare l'eventuale contenuto di contaminazione, discriminando la contaminazione alfa-beta da quella gamma, fornire l'indicazione della misura e infine, rinviare la portata prelevata all'interno del modulo stesso. Le stazioni di monitoraggio dovranno essere di tipo carrellato.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



Le stazioni di monitoraggio della contaminazione dell'aria prelevata dal sistema di ventilazione dovranno prelevare l'aria dalle canalizzazioni della ventilazione, rilevare l'eventuale contenuto di contaminazione, discriminando la contaminazione alfa-beta da quella gamma, fornire l'indicazione della misura e infine, rinviare la portata prelevata all'interno della canalizzazione. Il prelievo dell'aria dalle canalizzazioni del sistema di ventilazione dovrà essere effettuato tramite una sonda isocinetica.

Nell'area operativa dell'impianto il monitoraggio della contaminazione dell'aria sarà realizzato per mezzo di sistemi mobili composti da un aspiratore e una presa filtro di tipo carrellato. I filtri verranno misurati tramite un misuratore di filtri collocato nel modulo di Radioprotezione Operativa.

Sistema di monitoraggio del personale sarà costituito da un contaminometro fisso (mani e piedi), installato nel modulo di accesso personale all'area operativa.

I restanti strumenti di radioprotezione dei lavoratori (dosimetri, rivelatori portatili ecc.) saranno forniti e gestiti direttamente dal servizio di Fisica Sanitaria e Radioprotezione del sito di installazione dell'impianto.

Sistema di trasmissione e supervisione costituito dall'Unità Centrale di supervisione e controllo del sistema di monitoraggio, dai cavi di collegamento da questa alle stazioni di misura in campo, e dai display di visualizzazione dei dati rilevati. L'Unità Centrale supervisione e controllo sarà installata nel modulo di Radioprotezione Operativa.

Tale Unità Centrale sarà dotata di software per l'acquisizione, visualizzazione, archiviazione e gestione dati, nonché il controllo tramite password dei sistemi stessi.

I display di visualizzazione saranno collocati uno nel modulo di Radioprotezione Operativa e uno in Sala Controllo.

11.19 Ubicazione SiCoMoR sul sito di Trino e interfacce

Si è scelto di posizionare l'impianto SiCoMoR nella zona nord-ovest del sito di Trino, precisamente ad ovest del Deposito 1, ad una distanza superiore a 150 m dall'argine del fiume Po.

L'impianto, compresi i moduli ausiliari posti esternamente alla struttura, occuperà indicativamente, una superficie di circa 800 m² (21,5 x 37 m).

Nella planimetria di cui al riferimento [4] è riportato il posizionamento dell'impianto SiCoMoR sul sito di Trino.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



11.19.1 Interfaccia del SiCoMoR con l'impianto WOT

Il processo di condizionamento dei residui del trattamento WOT delle resine prevede il trasferimento di tale residuo sotto forma di soluzione acquosa con precipitati dal serbatoio di accumulo del concentrato della sezione di post-trattamento dell'impianto WOT (edificio 223) al serbatoio V-101 della sezione di ricevimento e dosaggio rifiuto liquido (Sezione 100) dell'impianto SiCoMoR.

Sono presenti tre linee di processo per il trasferimento della soluzione dal serbatoio di partenza della WOT a quello di ricevimento del SiCoMoR (due di ricircolo soluzione ed una di eventuale recupero dal serbatoio V-101).

È prevista, inoltre, una linea per il collegamento del serbatoio V-101 al sistema di off-gas.

Il collegamento tra l'impianto SiCoMoR e l'impianto WOT consisterà, pertanto, in una condotta costituita dalle tubazioni di collegamento delle suddette 4 linee (tre di processo e una di off-gas), collocate all'interno di una camicia di confinamento che costituisce la seconda barriera e garantisce il recupero in caso di perdite dalle linee di processo.

Le tubazioni verranno collegate agli stacchi flangiati presenti sulle corrispondenti linee del MOD-100.

Le tubazioni di collegamento e la camicia di confinamento che le contiene saranno realizzate in acciaio inox AISI 304 L.

Per la camicia di confinamento sarà attiva anche una barriera dinamica, essendo il volume da essa confinato posto in depressione dal sistema di ventilazione dell'impianto SiCoMoR.

La camicia di confinamento sarà dotata di pozzetto di raccolta delle eventuali perdite.

Tale pozzetto sarà provvisto di livellostato per segnalazione di eventuali perdite e di linea di svuotamento collegata alle pompe di trasferimento della sezione di post-trattamento della WOT per il rinvio delle perdite al serbatoio di accumulo del concentrato.

In analogia con le linee di processo della Sezione 100 dell'impianto SiCoMoR alle quali si collegano, le tali tubazioni e la camicia di confinamento costituenti la condotta di collegamento sono classificati come SSC essenziali ai fini della sicurezza (ES) limitatamente alla loro funzione di contenimento del liquido radioattivo.

Di conseguenza a tali tubazioni viene assegnata la classe di qualità C e sismica CS1. Pertanto, per la loro progettazione e realizzazione viene presa a riferimento la normativa ASME III – Division 1 – Subsection ND - Class 3 Components.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



I materiali utilizzati, le saldature e i relativi controlli non distruttivi e le prove da condurre sulle linee di processo dovranno, pertanto, essere conformi alla suddetta normativa e a quella da essa richiamata.

In particolare i processi di saldatura e i saldatori impiegabili dovranno essere qualificati in conformità al codice ASME IX o ad altra normativa non meno restrittiva (è considerata tale la UNI EN 287-1).

Le modalità di esecuzione dei controlli non distruttivi sulle saldature dovranno essere conformi al codice ASME V od equivalente (è considerato tale la EN 13445-5).

La suddetta condotta di collegamento sarà collocata all'interno di un cunicolo di collegamento tra l'impianto WOT e l'impianto SiCoMoR.

Tranne che per il tratto di uscita dall'edificio della WOT e il tratto finale di collegamento al MOD-100 del SiCoMoR, il cunicolo sarà interrato.

Nei tratti fuori terra il cunicolo sarà realizzato con struttura in acciaio con spessore pari a 10 cm.

Nel tratto interrato il cunicolo sarà realizzato con struttura in calcestruzzo opportunamente impermeabilizzata. La copertura del cunicolo verrà realizzata tramite dalle in calcestruzzo con spessore di 50 cm, tranne che nel tratto che attraversa la soletta della struttura di confinamento, dove tale copertura sarà realizzata con piastra in acciaio da 15 cm.

Il cunicolo sarà realizzato con pendenza verso l'edificio dove è ubicato l'impianto WOT e sarà dotato di pozzetto di raccolta di eventuali infiltrazioni, dotato di livellostato e di linea per svuotamento.

11.19.2 Interfacce con il sito

Le interfacce del sistema SiCoMoR con il sito sono le seguenti:

Scarichi liquidi potenzialmente contaminati:

- Si prevede la raccolta in un serbatoio (V-603), previa filtrazione, dell'acqua di lavaggio della tubazione di passaggio della malta di capping (quantità stimata in circa 50 litri/giorno). Tale serbatoio sarà collegato al sistema Radwaste di Centrale tramite pompa di rilancio.
- Liquidi di servizio per eventuali operazioni di lavaggio pavimento interno alla struttura di confinamento, o acqua di infiltrazione dall'esterno della struttura vengono raccolti nelle canale di drenaggio di cui è dotata la soletta. Tale canale sono, a loro volta,

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



connesse ad un pozzetto finale di raccolta collegato al sistema Radwaste di Centrale tramite pompa di rilancio.

Alimentazione idrica

Come sistema di lavaggio del liner, dei serbatoi, delle linee di processo e delle pompe è previsto l'utilizzo di acqua demineralizzata proveniente dal sistema di Centrale, a bassa pressione, che confluirà alla linea di distribuzione dell'acqua dell'impianto SiCoMoR. Si stima un fabbisogno idrico contenuto in circa un centinaio di litri al giorno.

Alimentazione elettrica

Il fabbisogno elettrico è stimato in circa 300 kW, l'interfaccia è costituita dai quadri esistenti di Centrale collocati nella zona Radwaste che alimenteranno il quadro generale dell'impianto SiCoMoR situato nel modulo sala quadri.

E' previsto il collegamento delle sezioni di Alimentazione Normale e di Alimentazione di Emergenza del Quadro generale SiCoMoR alle corrispondenti sezioni di alimentazione del Sito.

Non è previsto il collegamento alla sezione di alimentazione ininterrompibile del Sito, essendo il SiCoMoR dotato di UPS autonomo.

Impianto di protezione scariche atmosferiche

Per la protezione antifulmine, essendo la struttura di tipo metallico con intelaiatura ed interasse inferiore a 5 metri, si prevede il solo collegamento a terra della stessa con la realizzazione di pozzetti con dispersori collegati fra loro ad anello ed interconnessi in almeno due punti con la rete di terra generale di Sito.

Tale soluzione, essendo la struttura di tipo smontabile trasportabile e quindi installabile in più siti, sarà equivalente ad un livello di protezione massimo (Classe I), in accordo alla CEI EN 62305.

Trasmissione segnali

Saranno interconnessi ai sistemi di centrale i seguenti sistemi di comunicazione:

- Interfono;
- Rete LAN;
- Telefono;

Saranno duplicati in sala manovra Centrale i principali segnali di allarme e malfunzionamento SiCoMoR.

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



12. IMPATTO RADIOLOGICO IN CONDIZIONI NORMALI E ANALISI DI SICUREZZA

Le valutazioni di radioprotezione in condizioni di normale esercizio sono riportate in dettaglio ai capitoli 14, 19 e 24 del documento di riferimento [11] per l'impianto WOT e al capitolo 9 del documento di riferimento [21] per l'impianto SiCoMoR,

I mezzi per il controllo della contaminazione consistono nell'utilizzo del contenimento statico e dinamico, per mezzo del sistema di ventilazione, e nel monitoraggio. Il rischio di diffusione di contaminazione è controllato attraverso la definizione di opportune aree a rischio differente e relative modalità di ingresso/uscita dalle stesse per uomini e materiali.

L'adozione delle barriere statiche e degli associati sistemi di confinamento dinamico previsti, permette di escludere l'eventualità, in condizioni normali, di dose da contaminazione interna ai lavoratori.

Gli scarichi potenzialmente contaminati saranno convogliati verso il Radwaste di Centrale e gestiti, ai fini del rilascio, in accordo alle prescrizioni tecniche dell'Impianto.

Gli scarichi aeriformi sono limitati all'aria estratta dal sistema di ventilazione, che prevede molteplici stadi di filtrazione prima del rilascio in atmosfera.

Entrambi gli scarichi liquidi ed aeriformi sono tali da rendere del tutto trascurabile la dose alla popolazione in condizioni di normale esercizio dell'impianto.

Per quanto detto, la dose occupazionale e alla popolazione in condizioni normali è valutata principalmente in base ai valori dei ratei di esposizione da irraggiamento gamma presenti, stimati in sede di dimensionamento degli schermi.

La valutazione, tiene conto dei tempi di permanenza degli operatori nelle posizioni riportate e della distanza minima a cui si troverà la popolazione dall'impianto; tiene inoltre conto delle attività di manutenzione e intervento programmate.

La verifica di rispondenza agli obiettivi di progetto in condizioni anormali (eventi di categoria II) ed incidentali (eventi di categoria III) è stata effettuata per mezzo di un'analisi di sicurezza.

Il calcolo dei rilasci è stato sviluppato con ipotesi conservative e supportate, ove possibile, da prassi nazionali e internazionali e da risultati sperimentali.

Le finalità dell'analisi consistono nell'evidenziare gli aspetti di sicurezza dell'impianto, intesi come l'insieme delle salvaguardie adottate per minimizzare le possibili conseguenze di eventi iniziatori,

Relazione di Progetto

Realizzazione di un impianto per il trattamento e condizionamento delle resine a scambio ionico esaurite della Centrale di Trino

ELABORATO
TR RE 01080

REVISIONE
00



nonché accertare che tali salvaguardie consentano di garantire il rispetto degli obiettivi di radioprotezione stabiliti.

Le valutazioni di sicurezza si basano su un'analisi deterministica, con opportuni margini di conservativismo, del comportamento dell'impianto a fronte dei transitori postulati e dei possibili malfunzionamenti o rotture di sistemi e/o componenti e su assunzioni e metodologie caratterizzate da elevati margini di sicurezza che conducono a valutazioni pessimistiche dei rilasci all'ambiente e delle dosi.

L'analisi di sicurezza, oltre a valutare le conseguenze ambientali derivanti dall'occorrenza degli eventi investigati, consente di classificare gli SSC in classi di sicurezza e in gruppi di qualità e categorie sismiche di appartenenza.

L'analisi condotta ed i risultati ottenuti per l'impianto WOT sono riportati nel documento di riferimento [11] ai capitoli 13, 18 e 23 e nel capitolo 10 del documento di riferimento [21] per l'impianto SiCoMoR.