

Impianto Confezionamento Moduli - Relazione generale impianto di ventilazione

Codice DN DN 00045 Fase del progetto Preliminare Data 25/02/2016 Pag 1



Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



INDICE

1	ACRONIMI.....	3
2	PREMESSA.....	4
3	SCOPO	5
4	FUNZIONI DEL SISTEMA DI VENTILAZIONE E CONDIZIONAMENTO (HVAC)	6
4.1	SISTEMA HVAC ZONA CONTROLLATA.....	6
4.2	SISTEMA HVAC ZONA NON CONTROLLATA	6
5	CLASSIFICAZIONE DELLE AREE	7
6	CRITERI GENERALI DI PROGETTO.....	12
6.1	NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO APPLICABILI	14
7	CRITERI DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA	15
8	SISTEMA HVAC ZONA CONTROLLATA.....	16
8.1	DESCRIZIONE GENERALE	16
8.2	SISTEMA DI AUTOMAZIONE E CONTROLLO	17
8.3	SOTTOSISTEMA DI ESTRAZIONE	17
8.4	SOTTOSISTEMI DI IMMISSIONE M1– M2	19
9	SISTEMA HVAC ZONA NON CONTROLLATA	21
10	DATI DI PROGETTO.....	22
10.1	CONDIZIONI AMBIENTALI ESTERNE.....	22
10.2	CONDIZIONI AMBIENTALI INTERNE E RICAMBI D’ARIA NEI LOCALI	22
10.3	CARICHI TERMICI INTERNI.....	23
10.4	LIVELLI DI PRESSIONE NEI LOCALI	24
11	DESCRIZIONE FUNZIONALE DEI SISTEMI.....	26
11.1	HVAC ZONA CONTROLLATA	26
11.2	ZONA NON CONTROLLATA	32
12	DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	37

<p>Relazione Tecnica</p> <p>Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione</p>	<p>ELABORATO DN DN 00045</p> <p>REVISIONE 02</p>
---	--



1 ACRONIMI

- **HVAC** Heating, Ventilating and Air Conditioning
- **ICM** Impianto Confezionamento Moduli
- **DNPT** Deposito Nazionale e Parco Tecnologico
- **SAS** Sistema di Accesso Sicuro

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



2 PREMESSA

Sogin S.p.A. è stata designata, attraverso il D.lgs. n.31 del 15 febbraio 2010 e successive modifiche e integrazioni, quale soggetto responsabile della localizzazione, realizzazione e dell'esercizio del Deposito Nazionale e Parco Tecnologico (DNPT) per lo 'smaltimento a titolo definitivo' dei rifiuti radioattivi di bassa e media attività (ex II categoria secondo [Rif. 28] – attività molto bassa e a bassa attività [Rif. 1] - VLLW e LLW secondo [Rif. 2]) e all'immagazzinamento, a 'titolo provvisorio di lunga durata', dei rifiuti radioattivi ad alta attività e del combustibile irraggiato provenienti dalla pregressa gestione di impianti nucleari (ex III Categoria secondo [Rif. 28] – media attività e alta attività [Rif. 1] - ILW e HLW secondo [Rif. 2]).

Nell'ambito dell'incarico ricevuto, la Sogin dovrà:

- gestire le attività finalizzate alla localizzazione del sito per il Deposito Nazionale e Parco Tecnologico
- curare le attività connesse alla progettazione ed al procedimento autorizzativo relativo alla realizzazione ed esercizio del DNPT
- provvedere alla realizzazione e all'esercizio del DNPT

Il Deposito sarà una struttura di superficie, progettata sulla base delle migliori esperienze internazionali, che consentirà la sistemazione definitiva dei rifiuti di bassa e media attività e lo stoccaggio temporaneo dei rifiuti di alta attività e del combustibile irraggiato. In particolare, l'Impianto di Confezionamento Moduli avrà la funzione di ricevere i rifiuti condizionati (manufatto) e confezionarli in appositi contenitori speciali in calcestruzzo (modulo - ~~[Rif. 24]~~[Rif. 22]) per lo smaltimento.

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



3 SCOPO

La presente relazione contiene la descrizione generale dei sistemi di ventilazione dell'edificio ICM (Impianto Confezionamento Moduli) [Rif. 24] nell'ambito del progetto preliminare del Deposito Nazionale e Parco Tecnologico finalizzato alla pubblicazione e presentazione al Seminario Nazionale.

Le attività previste nel ICM comportano la sola movimentazione dei manufatti per il caricamento nei moduli di smaltimento ed il riempimento con malta cementizia (grout) per l'immobilizzazione e la successiva sigillatura. Non è previsto di svolgere alcun trattamento sui rifiuti.

Nell' impianto sono svolte principalmente le seguenti operazioni:

- a) ricezione e controllo dei manufatti in ingresso con eventuale transito in area controlli non distruttivi
- b) scarico dei manufatti nelle aree di buffer
- c) caricamento dei manufatti nel modulo secondo un opportuno piano
- d) immobilizzazione dei manufatti con malta cementizia all'interno dei moduli (*grouting*)
- e) maturazione del grouting in idonea area di stoccaggio temporanea (area maturazione grouting)
- f) chiusura e sigillatura dei moduli
- g) maturazione della malta cementizia di sigillatura in idonea area di stoccaggio temporanea (area maturazione sigillatura)
- h) controllo ed etichettatura finale
- i) trasferimento dei moduli a smaltimento

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



4 FUNZIONI DEL SISTEMA DI VENTILAZIONE E CONDIZIONAMENTO (HVAC)

4.1 SISTEMA HVAC ZONA CONTROLLATA

Le funzioni principali del sistema di ventilazione/condizionamento della zona controllata, nel suo complesso, sono essenzialmente le seguenti:

- assicurare, per le zone con normale presenza di personale, condizioni termoigrometriche e di ricambio dell'aria, in accordo con i normali standard di benessere e salubrità
- mantenere le condizioni termoigrometriche idonee alle attività lavorative ed ai macchinari nei diversi ambienti dell'impianto
- realizzare la barriera dinamica di confinamento della radioattività nelle normali condizioni di esercizio, mantenendo i vari locali dell'edificio a valori di pressione o depressione differenziata rispetto all'ambiente esterno, in funzione del rischio radiologico associato
- favorire l'abbattimento dell'eventuale contaminazione accidentalmente rilasciata tramite immissione dall'alto e ripresa dal basso dell'aria nelle zone con potenziale rischio di contaminazione, in modo da
- assicurare la protezione delle popolazioni e dell'ambiente a fronte di rischi associati a situazioni incidentali filtrando l'aria estratta dalle aree potenzialmente contaminate (zona controllata) prima di inviarla al punto di scarico all'atmosfera
- filtrare l'aria immessa dall'esterno allo scopo di ridurre il contenuto di particolato in ambiente e, di conseguenza, ridurre il carico sui filtri di espulsione qualora in funzione (evento incidentale)

4.2 SISTEMA HVAC ZONA NON CONTROLLATA

Il sistema di ventilazione e condizionamento della zona non controllata assicura le condizioni termoigrometriche previste per una zona convenzionale. In particolare:

- assicura le condizioni termoigrometriche e di ricambio dell'aria, in accordo con i normali standard di benessere e salubrità
- assicura le condizioni di temperatura per un corretto funzionamento delle apparecchiature installate

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



5 CLASSIFICAZIONE DELLE AREE

Le aree in cui si svolgeranno operazioni sui manufatti di rifiuti condizionati radioattivi, sono classificate secondo il livello di rischio radioattivo ad esse associato. Di seguito sono riportate le diverse classificazioni come da tabella estratta dalla normativa (ISO 17873).

Class	Expected normal and/or occasional contamination
C1	Means a clean area free from normal radioactive contamination, whether surface or airborne. Only in exceptional situations, a low contamination level can be accepted.
C2	Means an area that is substantially clean during normal operation. Only in exceptional circumstances, resulting from an incident or accident situation, is a medium level of surface or airborne contamination acceptable, so appropriate provisions must be made for its control.
C3	Means an area in which some surface contamination could be present but it is normally free from airborne contamination. In some cases, resulting from an incident or accident situation, there will be a potential for surface or airborne contamination at a level higher than in C2 areas, so that suitable provisions must be made for its control.
C4	Means an area in which permanent, as well as occasional, contamination levels are so high that there is normally no access permitted for personnel, except with appropriate protective equipment.

Figura 1: Classificazione delle aree in base al livello di contaminazione (ISO 17873).

Inoltre in base al rischio radiologico è associato il livello di depressione e il numero di ricambi orari da attribuire all'area di interesse. Le tabelle seguenti riassumono tali caratteristiche depressioni e ricambi d'aria raccomandati sulla base dello standard ISO 17873:

Nature of room or area	Depression value ^a	Containment class
Non-controlled rooms or areas free from contamination	Atmospheric pressure or small overpressure	Unclassified
Supervised areas with low levels of surface or airborne contamination	Less than 60 Pa	C1
C1 should be uncontaminated in normal operations		
Controlled areas with moderate levels of surface or airborne contamination	80 to 100 Pa	C2
Controlled areas with high levels of surface or airborne contamination	120 to 140 Pa	C3
Controlled areas with very high levels of surface or airborne contamination	220 to 300 Pa	C4
Areas which are not accessible except under specific circumstances		

Figura 2: Livelli di depressione in base alla classificazione delle aree (ISO 17873)

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



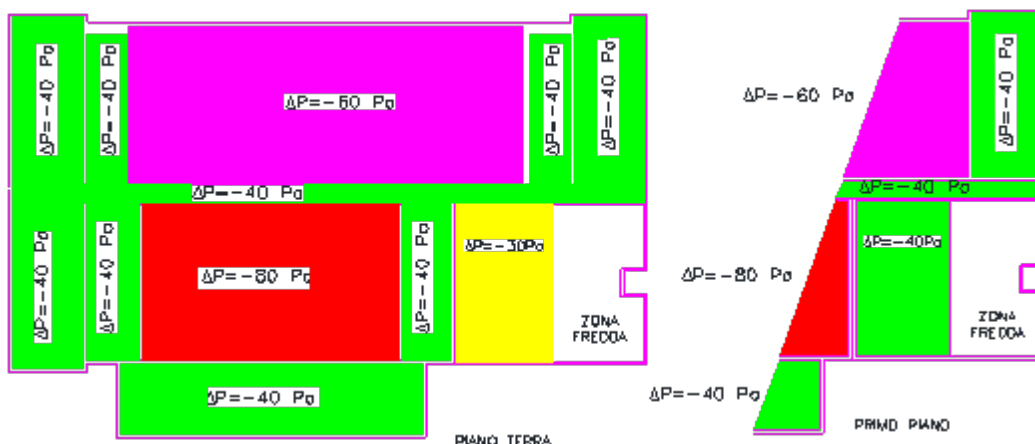
Compartment	Typical air changes per hour	Containment class
Changing rooms, air locks	4 to 5	C1, C2 or C3
Normally clean air corridor	1 to 2	C2
Normally non-active rooms	1 to 2	C2
Controlled areas of medium potential hazard	2	C2
Maintenance areas to primary containment of risk process plants	1 to 5	C3
Controlled area of high potential hazard	5 to 10	C3
Maintenance areas to primary containment of high-risk process plants	10	C3
Primary containment (glove box, containment enclosure or shielded cell)	1 to 30 (depending entirely on process, volume of the containment enclosure and on hazard)	C4

Figura 3: Ricambi aria in base alla classificazione delle aree (ISO 17873)

Il mantenimento dei livelli di depressione consente di avere flussi di aria dalle zone a minor livello di potenziale contaminazione verso quelle a maggior livello di potenziale contaminazione, evitando la retrodiffusione.

Gli ambienti in cui si movimentano manufatti di rifiuti radioattivi e dove a seguito di incidente si potrebbe verificare un rilascio di contaminazione sono serviti da un impianto denominato *zona controllata*. Gli ambienti liberi sono serviti d un impianto separato dal precedente, denominato *zona non controllata*.

In figura 4 è rappresentata la parte dell'edificio servita dall'impianto zona controllata suddivisa in base al rischio radiologico e conseguente livello di depressione.



Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



Figura 4: Livelli di depressione

Come si può constatare la zona a cui è stata associata la depressione più elevata è l'Area deposito Buffer Manufatti dove, per il numero atteso di movimentazione, è maggiore il rischio di un incidente con possibile rilascio di radioattività.

Nell'impianto *zona non controllata* è possibile distinguere due zone, entrambe ubicate al piano terra: *zona Fredda* e *zona Calda*. Le prima ha un livello di pressione positiva di + 20 Pa. Nella seconda, che si trova ad una depressione di variabile tra 0 e -20 Pa, il reintegro di aria esterna trattata proviene dall'impianto di zona non controllata mentre l'estrazione avviene tramite l'impianto di zona controllata. In figura 5 si distingue (linea blu di maggior spessore) la separazione tra le due zone:

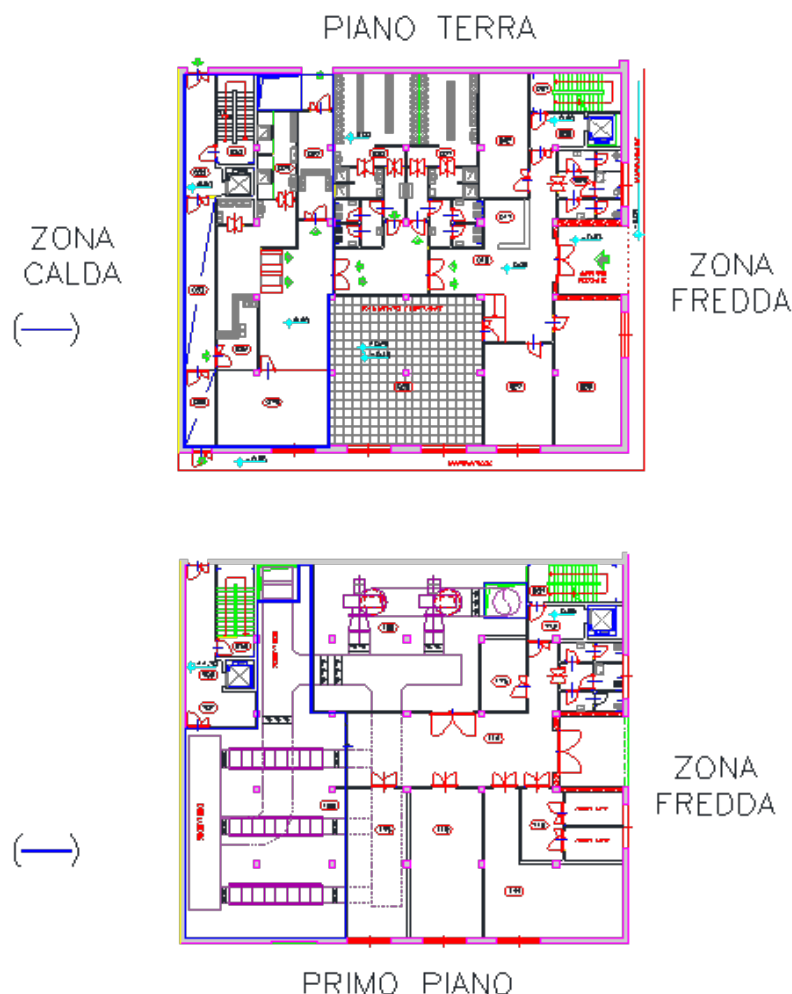


Figura 5: ZNC - Separazione tra zona calda e zona fredda

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



Nelle tabelle 1 e 2 è riportata la suddivisione dei locali della zona controllata e non controllata con i diversi livelli di depressione e numero di ricambi orari:

ZONA NON CONTROLLATA				
Denominazione locale	Cod. Locale	Classificazione ISO 17873	Pressione ΔP [Pa]	Ricambi [vol/h]
Piano Terra zona fredda				
Locale sala controllo	26	Unclassified	+20	2
Uffici	27-28		+20	2
Atrio ingresso piano terra	18		+20	2
Guardiania	41		+20	2
Spogliatoi Uomini	20		+20	2
Spogliatoi Donne	21		+20	2
Magazzino	42		+20	2
Servizi igienici – WC	29		+20	2
Sbarco ascensore zona fredda	30		+20	2
Piano Terra zona calda				
Locale Fisica Sanitaria	19	Unclassified	-30	2
Locale docce calde	25		-30	2
Area svestizione	24		-30	2
Sbarco ascensore zona calda	32		-30	2
1° Piano zona calda				
Locale ventilatori	113	Unclassified	0	2
Locali quadri elettrici	116		+20	2
Locale ausiliari	115		+20	2

Tabella 1: Suddivisione dei locali della zona non controllata

ZONA CONTROLLATA				
Denominazione Locale	Cod. Locale	Classificazione ISO 17873	Depressione ΔP [Pa]	Ricambi [vol/h]
Locale Filtri	108	C1	-40	2
Corridoio e Galleria tecnica	017-105-201	C1	-40	2
Area di ricezione e scarico manufatti	001	C1	-40	2
Maturazione moduli	006-007-008	C2	-80	2
Locale manutenzione 1 confezionamento moduli	009	C1	-40	2

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



Locale manutenzione 2 confezionamento moduli	010	C1	-40	2
Area manutenzione 1 Carroponte zona processo	101	C2	-60	2
Area manutenzione 2 Carroponte zona processo	102	C2	-60	2
Area deposito Buffer Manufatti	002-003	C2	-80	2
Locale manutenzione 1 Buffer	004	C2	-40	2
Locale manutenzione 2 Buffer	005	C2	-40	2
Area Manutenzione 1 carroponte zona stoccaggio	103	C2	-80	2
Area Manutenzione 2 carroponte zona stoccaggio	104	C2	-80	2
Locale ingresso manufatti controllo a campione	090-091-092	C1	-40	2
Sezione di ingresso e buffer moduli vuoti	011	C1	-40	2
Sezione di uscita e buffer moduli sigillati	014	C1	-40	2

Tabella 2: Suddivisione dei locali in zona controllata

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



6 CRITERI GENERALI DI PROGETTO

I sistemi di ventilazione e condizionamento saranno progettati sulla base dei seguenti criteri generali:

- la ventilazione delle zone potenzialmente contaminate è effettuata con sistemi dedicati e completamente separati dai sistemi preposti alla ventilazione e condizionamento delle zone non contaminabili
- l'aria estratta dalle zone potenzialmente contaminabili è complessivamente superiore a quella immessa per tenere conto degli ingressi incontrollati (extrafiltrazioni) in modo da mantenere l'intera area in depressione rispetto l'esterno
- le unità di trattamento e immissione dell'aria sono ubicate all'esterno dell'edificio in modo da consentire le necessarie operazioni di controllo e manutenzione senza accedere nella zona controllata
- i sistemi di filtrazione dell'aria estratta sono ubicati in un locale dedicato della zona controllata; i filtri sono del tipo "bag-in/bag-out" con sostituzione sotto sacco barriera; al fine di garantire il più possibile la continuità di servizio del sistema, gli stadi di filtrazione sono dotati di riserva in parallelo in modo da permettere la sostituzione degli elementi filtranti mantenendo la ventilazione in servizio
- il sistema di filtrazione è chiamato in causa solamente nel caso in cui i sensori posizionati negli ambienti asserviti dall'impianto di ventilazione rilevassero la presenza di radioattività
- l'attraversamento di pareti che hanno funzione schermante ai fini delle radiazioni è dotato, laddove necessario, di adeguati sistemi schermanti; le penetrazioni sono effettuate con sistemi che assicurano una buona aderenza e tenuta tra parete del canale e il calcestruzzo
- il percorso delle condotte di immissione è separato dal percorso delle condotte di estrazione
- il dimensionamento delle condotte di estrazione è effettuato considerando la velocità dei condotti principali pari a 10 m/s e le velocità dei tratti secondari pari a 7 m/s; il dimensionamento dei condotti di mandata principali e secondari, è effettuata considerando la velocità pari a 7 m/s. Tale soluzione consente un migliore efflusso dell'aria
- la tenuta delle condotte deve essere assicurata per saldatura delle connessioni longitudinali e non per aggraffatura; la perdite per fuga d'aria ammessa è $0,28 \frac{l}{s \cdot m^2}$ (a una pressione di prova di 1000 Pa) [Rif. AS.A.P.I.A. Guida tecnica N. 1]

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



- le curve con rapporto raggio di curvatura e dimensioni della sagoma della curva compreso tra 0 e 1 devono essere dotate di deflettori [AS.A.P.I.A. Guida tecnica N. 1]
- l'intero sistema di ventilazione (immissione ed estrazione) della zona controllata e in particolare il sistema di filtrazione svolgono una funzione importante ai fini del recupero dell'impianto dalle conseguenze di un incidente con rilascio di contaminazione e per questo esse sono progettate per assicurare un'adeguata disponibilità. Per far fronte a questo criterio di progetto il sistema soddisfa i seguenti requisiti:
 - l'unità di estrazione è composta da due ventilatori, uno di riserva all'altro, in modo da assicurare l'espulsione dell'aria ed il controllo dei livelli di depressione anche in caso di guasto singolo
 - ciascuna unità di immissione dell'aria sarà composta da due ventilatori, uno di riserva all'altro, in modo da non scompensare, in caso di guasto, la depressione creata dal sistema di estrazione
 - le unità di immissione saranno dotate di pre-filtri in modo da limitare lo sporco degli ambienti e quindi l'intasamento dei filtri assoluti per l'aria in estrazione
 - l'aria captata negli ambienti in normali condizioni di normale funzionamento viene espulsa direttamente al camino tramite linea di by-pass filtri: i banchi filtranti (pre-filtro e filtro assoluto) verranno chiamati in causa solamente nel caso di rilascio di radioattività negli ambienti dell'edificio
 - il valore della pressione dei plenum di mandata e di estrazione è regolato con serranda modulante (ventilatore a giri costanti)
- per l'immissione dell'aria di ventilazione e condizionamento della zona non controllata non sarebbe necessaria alcuna ridondanza sugli organi attivi in quanto la indisponibilità del sistema di trattamento provoca al più la perdita della sovrappressione di sala controllo e, nei locali non dotati di sistemi autonomi, del controllo delle condizioni termoigrometriche interne; tuttavia, per aumentare la flessibilità e la disponibilità dell'impianto, sono previsti due ventilatori di immissione, ciascuno al 100%
- In caso di indisponibilità dell'acqua calda, la batteria elettrica di emergenza consente di proteggere dal gelo le batterie di riscaldamento/refrigerazione e, a seconda dei periodi, assicurare temperature accettabili anche nei locali
- le prese dell'aria esterna e le griglie di espulsione di aria non inviata al camino sono tra loro adeguatamente distanziate in modo da evitare ricircoli o mutue influenze; inoltre, sia le griglie di presa, sia quelle di espulsione sono progettate per evitare

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



che la penetrazione dei missili generati in eventi incidentali provochi danni ad apparecchiature e componenti che devono restare funzionali a seguito dell'evento

- per limitare la propagazione di un eventuale incendio e la diffusione dei fumi, le condotte, in corrispondenza degli attraversamenti di pareti che costituiscono compartimentazione antincendio, sono dotate di serrande tagliafuoco con classifica REI pari a quella della parete; le serrande tagliafuoco sono dotate di sistema di riarmo con azionatore elettrico nonché di riarmo manuale azionabile da zona accessibile o protetta
- non è prevista la continuità della disponibilità dell'acqua calda o refrigerata e dell'acqua potabile in quanto il controllo della temperatura minima e massima dei locali e quello dell'umidità relativa non è rilevante ai fini della sicurezza del personale e della popolazione; per il riscaldamento dell'aria esterna, in caso di indisponibilità del sistema acqua calda, sono previste, sulle unità di trattamento aria, delle batterie elettriche di emergenza, con la funzione di proteggere dal gelo le batterie di riscaldamento/refrigerazione e consentire di ottenere, entro certi limiti ed a seconda delle condizioni ambientali esterne, il controllo della temperatura minima all'interno dei locali

6.1 NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO APPLICABILI

Per quanto concerne la legislazione italiana è stata riportata quella di maggiore interesse per il progetto, sottintendendo il rispetto di quant'altro applicabile.

Per le norme citate (vedi capitolo 12) verrà sempre rispettato il principio informatore anche se nel progetto potranno essere adottate procedure alternative, interpretazioni o limitazioni sulla base di requisiti specifici del progettista e/o dell'Autorità di Sicurezza nazionale (ISPRA).

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



7 CRITERI DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA

Il sistema di alimentazione elettrica prevede:

- una sezione di alimentazione in “NORMALE”
- una sezione di alimentazione in “EMERGENZA (da gruppo elettrogeno)
- una sezione di alimentazione “ININTERROMPIBILE” (da UPS)

La sezione di Emergenza alimenta componenti del sistema HVAC di zona controllata importanti ai fini della sicurezza in caso di incidente (ventilatori di estrazione) e altre parti che in caso di mancanza di energia elettrica esterna è opportuno alimentare nel più breve tempo possibile, in particolare:

- ventilatori di mandata UTA 01, 02 e 03 di Zona Controllata (per non sbilanciare eccessivamente le pressioni e le portate nei locali)
- ventilatori di mandata ed estrazione della Zona Non Controllata (per mantenere i ricambi d'aria nei locali occupati)

La sezione ininterrompibile alimenta i dispositivi di controllo (PLC) dell'impianto di estrazione. Tutte le apparecchiature di piccola potenza (serrande, valvole di isolamento, strumentazione, etc.) saranno alimentate direttamente dal PLC che le controlla.

La sezione normale alimenta la restante parte della zona controllata (Pompe di calore, pompe di circolazione acqua, ecc).

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



8 SISTEMA HVAC ZONA CONTROLLATA

8.1 DESCRIZIONE GENERALE

I sistemi di ventilazione prevedono l'immissione dell'aria tramite macchine di trattamento aria a tutt'aria esterna (U.T.A.) e l'estrazione tramite il sistema di estrazione principale, senza alcun ricircolo.

I bilanci dell'aria immessa ed estratta in ogni locale tengono conto delle infiltrazioni dell'aria attraverso le porte e le pareti di separazione dei vari locali e verso, tramite la seguente relazione:

$$V_{inf} = 3600 \cdot C_F \cdot S \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \Delta P}{\rho}} \quad 1.1$$

dove:

- **C_F** = coefficiente di flusso assunto pari a 0,675
- **S** = superficie delle fessure per metro lineare di perimetro di porta [assunta pari a 0,002 mq/m] oppure superficie delle microfessure per mq di parete [assunta pari a 0,00001 mq/mq]
- **g** = accelerazione di gravità [pari a 9,81 m/s]
- **ΔP** = pressione differenziale [in mm c.a.]
- **ρ** = densità dell'aria [assunta pari a 1,2 kg/m³]

In generale, il controllo del livello di depressione dei locali è realizzato tramite regolatori di pressione differenziale installati nei locali stessi e serrande di regolazione modulanti installate sui canali di ripresa, in modo da ottenere la pressione differenziale richiesta nei locali.

L'impianto di ventilazione e condizionamento, a servizio dei locali in cui avvengono le normali operazioni di movimentazione e grouting (zona controllata), è costituito da due sottosistemi di immissione e un sottosistema di estrazione:

- impianto di immissione M1 addetto alla ventilazione e condizionamento dei locali Deposito Buffer (002 – 003 – 101 – 102) e Area Maturazione moduli (006 – 007 – 008 – 103 -104), Locale filtri (108)
- impianto di immissione M2 addetto alla ventilazione e condizionamento delle aree: area di ingresso e scarico manufatti (001), Locale ingresso e controllo manufatti a campione (090 – 091- 092), Corridoio e Galleria tecnica (017 – 105 - 201), area di ingresso moduli vuoti (011), aera di uscita moduli sigillati (014), Locali manutenzione Buffer stoccaggio (004 – 005), Locali manutenzione confezionamento moduli (009 – 010)
- impianto di estrazione E1 generalmente addetto all'espulsione dell'aria dai locali serviti dagli impianti M1 ed M2

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



8.2 SISTEMA DI AUTOMAZIONE E CONTROLLO

L'impianto HVAC comunica con un sistema di supervisione e controllo, comprensivo di strumentazione ed elementi in campo per la regolazione e l'automazione dei componenti di impianto. Il sistema è progettato per consentire sia la gestione manuale, che per il funzionamento automatico attuato dal sistema di automazione e controllo principale con richiesta di consenso dell'operatore per le operazioni rilevanti.

Il sistema di controllo dell'impianto HVAC si dovrà interfacciare al sistema di supervisione principale HMI in sala controllo, attraverso una connessione ridondante (hot-backup a caldo). L'interfaccia sarà direttamente connessa alla rete dorsale locale LAN di impianto, mediante un protocollo standard Industrial Ethernet. La descrizione del sistema di supervisione e delle sue interazioni ed interfacce con il sistema di automazione, è riportata nel documento [Rif. 27] e l'architettura generale del sistema di controllo è illustrata nel documento [Rif. 26]

Attraverso l'acquisizione di segnali elaborati dai PLC di campo, il sistema di automazione e controllo sarà in grado di controllare in modo completamente automatico l'intero impianto HVAC in termini di controllo dei livelli di depressione negli ambienti, gestione della filtrazione in estrazione (deviazione del flusso di aria dal by-pass ai banchi filtranti), gestione dei carichi termici ecc., garantendo le funzioni di comando e regolazione, di protezione, di supervisione e di allarme, che sono realizzate in maniera integrata. Detto sistema è realizzato in modo da portare l'impianto in condizioni di sicurezza, per quanto riguarda sia le persone che le apparecchiature, in caso di qualsiasi disservizio.

La diagnostica del sistema garantirà che tutti i malfunzionamenti hardware e software siano segnalati tempestivamente all'operatore, per ridurre al minimo il tempo nel quale il sistema si trova ad operare in condizioni di guasto latente e per attivare opportune condizioni di sicurezza da parte dei programmi applicativi.

8.3 SOTTOSISTEMA DI ESTRAZIONE

Il sottosistema di estrazione dell'aria, come anticipato nei criteri generali di progetto, è composto da due ventilatori centrifughi di circa 125000 m³/h (ognuno), uno di riserva all'altro, collocati nel Locale Ventilatori (109) a quota +4,00. Tale ridondanza assicura il mantenimento della depressione nel caso in cui il ventilatore in moto si dovesse arrestare improvvisamente. Lo scarico della portata estratta dei ventilatori avviene tramite camino. A monte dei ventilatori sono previsti tre canister composti da pre-filtri e filtri assoluti. I canister sono collocati nel Locale Filtri (108) a quota +4,00 e collegati in parallelo tra di loro tramite due collettori (a monte e a valle di essi). Uno dei tre canister è ridondante agli

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



altri due. I filtri, in normali condizioni di funzionamento, sono normalmente by-passati poiché l'aria presente negli ambienti è radiologicamente "pulita". Ciò, in termini impiantistici, si traduce in un by-pass sui banchi filtranti (canister) dotati di doppia serranda di tipo on-off che interviene solamente in caso di rilascio di radioattività (figura 6). In pratica, qualora i sensori posizionati in vari punti dei locali dell'edificio, dovessero avvertire la presenza di radioattività in aria, il sistema in fase di pre-allarme devia il flusso dell'aria estratta dal by-pass (→) ai filtri (→). Le serrande poste sul by-pass si chiudono, e quella a monte dei filtri si apre.

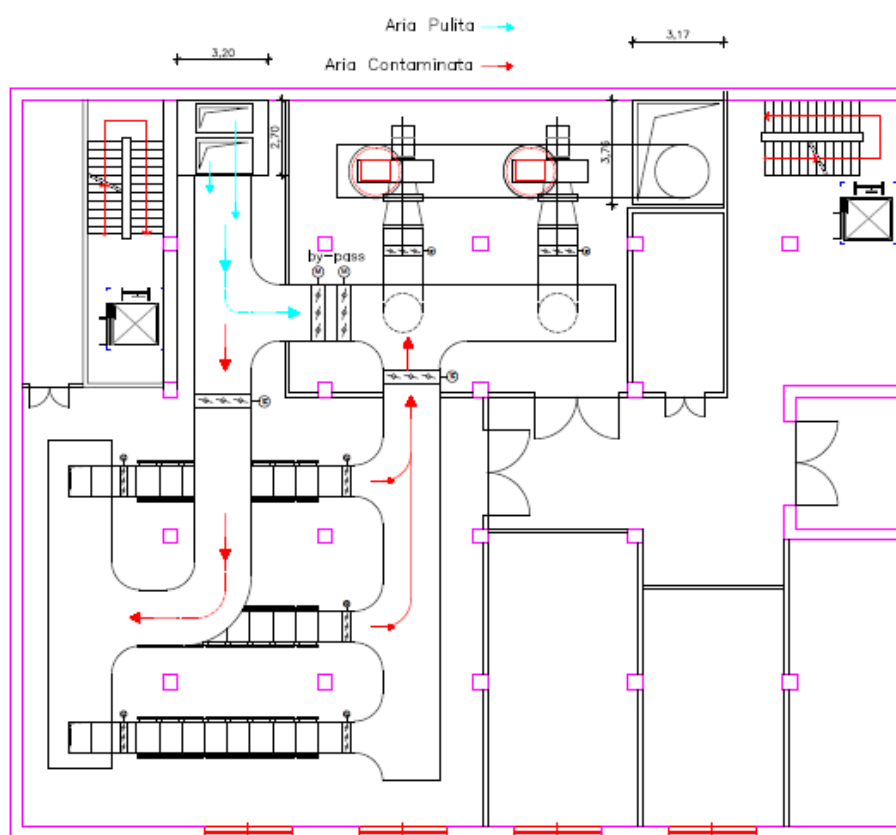


Figura 6: Schema di funzionamento del sistema di estrazione con e senza by-pass

Inoltre, come anticipato precedentemente, tra il collettore canister e l'impianto, è prevista una valvola con comando pneumatico o elettrico, che regola la depressione sulla dorsale principale di estrazione. Dal collettore canister, parte un canale principale (dorsale principale di estrazione) che fungerà da collettore generale per i canali a servizio degli ambienti. In pratica il canale parte dal locale filtri a quota +4,00, scende a quota -3,5 m fino a raggiungere il basamento da dove si staccano tanti canali secondari quanti sono gli ambienti. Da questi canali secondari si eleva una serie di stacchi che attraversano il solaio e giungono nel locale. Ogni stacco è dotato di griglia di ripresa e serranda di taratura manuale.

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



Su ogni canale secondario è installata una serranda di motorizzata di regolazione. Per le aree dotate di accesso dall'esterno questa serranda viene chiusa all'apertura del portone assieme alla serranda di immissione del sottosistema corrispondente (vedi 8.4.2).

Costruttivamente il sistema di estrazione si compone di canali secondari posti nella struttura scatolare di fondazione. In fase di progettazione esecutiva sarà valutata la necessità di inserire una serranda tagliafuoco in corrispondenza di ogni attraversamento ovvero l'inserimento di un'unica serranda tagliafuoco sul canale secondario da cui gli stacchi sono derivati.

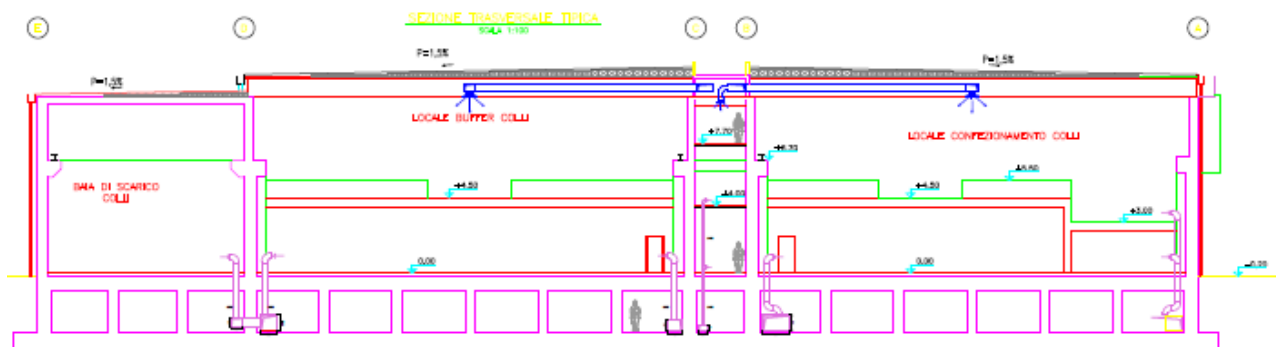


Figura 7: Configurazione in sezione delle canalizzazioni di mandata ed estrazione

Questa soluzione impiantistica occupa poco spazio negli ambienti e quindi non intralcia le normali operazioni di movimentazione con carrelli e carroponi.

La posizione bassa delle griglie di ripresa, insieme alla posizione alta dei diffusori, agevola l'abbattimento della eventuale contaminazione rilasciata in aria.

La progettazione dimensionale dei canali di estrazione principale è stata eseguita ponendo la velocità dell'aria pari a 10 m/s, mentre per i canali secondari la velocità sarà posta pari a 7 m/s.

Il sistema di estrazione mantiene in leggera depressione anche i locali di ingresso/uscita Zona Controllata (locali 023-024-025).

8.4 SOTTOSISTEMI DI IMMERSIONE M1 – M2

8.4.1 Sottosistema M1

Il sottosistema M1, a servizio dei locali con presenza saltuaria di personale, tratta l'aria esterna e la immette in ambiente in condizioni tali da abbattere il carico estivo o invernale e il calore sensibile e latente generato dai moduli durante la maturazione del grouting.

L'impianto è composto da due U.T.A. (UTA 01 – UTA 02) collocate sulla copertura dell'edificio. La loro collocazione consentirà un facile accesso per le opere di

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



manutenzione. La rete aeraulica delle canalizzazioni di mandata è stata dimensionata imponendo una velocità dell'aria pari a 7 m/s. Come si evince dalla figura 2, la distribuzione aeraulica avviene nella galleria tecnica. Tale soluzione è stata scelta per occupare meno spazio e quindi intralciare il meno possibile le normali operazioni di movimentazione, coinvolgere più locali con la medesima U.T.A., e poter effettuare opere di manutenzione sui canali senza entrare in zona controllata.

La rete aeraulica è composta per entrambe le U.T.A. da un canale principale opportunamente coibentato che si assottiglia man mano che si praticano gli stacchi, aventi come terminali i diffusori. Ogni diffusore è dotato di plenum e serranda di regolazione.

8.4.2 Sottosistema M2

Il sottosistema M2 è a servizio dei locali che hanno un accesso diretto all'esterno e dove il personale può essere presente con continuità. L'impianto è di tipo misto aria - acqua. L'aria ha lo scopo di assicurare il giusto grado di purezza dell'aria ambiente e l'adeguato tasso di umidità. L'acqua che scorre nelle batterie alettate di terminali quali ventilconvettori, aerotermini ecc. collocati direttamente negli ambiente, ha lo scopo di controllarne la temperatura in estate e in inverno.

Come per il caso precedente la distribuzione aeraulica avviene nella galleria tecnica. Tale soluzione è stata scelta per occupare meno spazio e quindi intralciare il meno possibile le normali operazioni di movimentazione, coinvolgere più locali con la medesima U.T.A., e poter effettuare opere di manutenzione sui canali senza entrare in zona controllata.

Il sottosistema di immissione M2 è composto dalla UTA. 03, e ventilconvettori di diverso tipo collocati nel corridoio e nei locali manutenzione meccanica.

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



9 SISTEMA HVAC ZONA NON CONTROLLATA

Il sistema HVAC della zona non controllata è realizzato secondo i normali criteri di progettazione per le zone convenzionali. Come accennato precedentemente l'impianto deve: *“realizzare e mantenere simultaneamente negli ambienti, le condizioni termiche, igrometriche di qualità e movimento dell'aria comprese entro i limiti richiesti per il benessere delle persone”* [Rif. UNI 10339].

A fronte di tale definizione l'impianto è del tipo ad aria primaria con ricircolo ed unità termoventilanti locali. Esso è costituito da una U.T.A. a ricircolo per il trattamento dell'aria primaria, e da una serie di ventilconvettori del tipo a pavimento per controllare la temperatura ambiente. Lo schema di funzionamento dell'impianto è rappresentato nella figura 8.

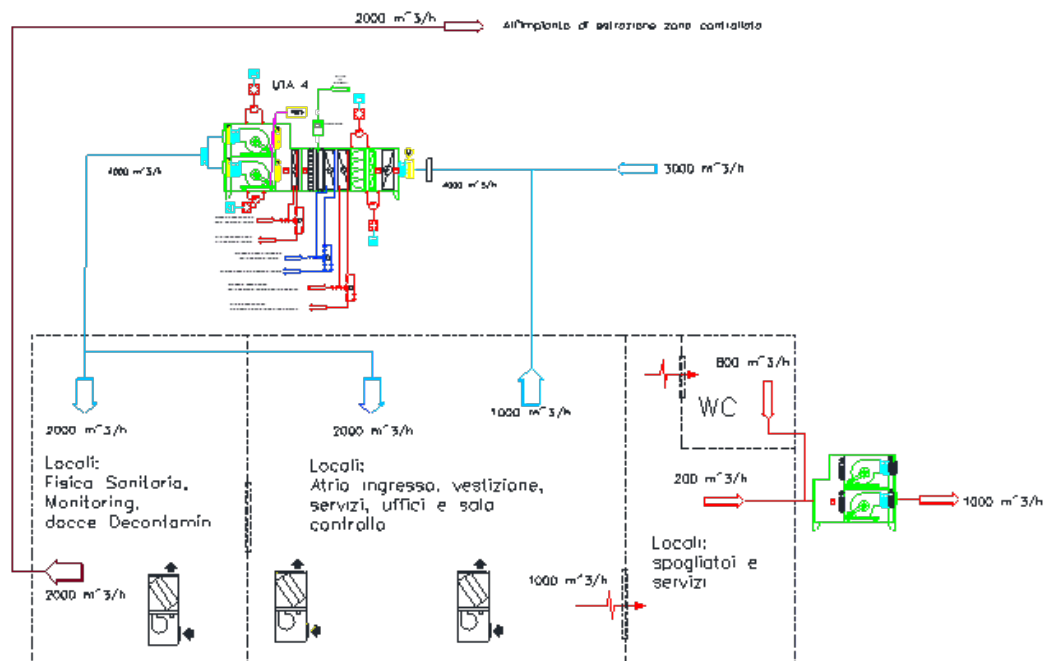


Figura 8: Schema di funzionamento della ventilazione zona non controllata

Come riportato nello schema, parte dell'aria estratta è sottoposta a ricircolo. Dei 4000 m³/h necessari per garantire i ricambi di aria e abbattere i carichi termici, una parte viene espulsa direttamente dagli estrattori dei locali WC e spogliatoi, parte ricircolata e parte estratta dal sistema di zona controllata attraverso la zona “calda”. L'aria di ricircolo, alle condizioni di temperatura e umidità degli ambienti, e l'aria esterna alle condizioni di temperatura e umidità esterne, sono miscelate per raggiungere le condizioni di umidità e temperatura richieste. Tale soluzione consente di limitare la potenza delle batterie della U.T.A.

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



10 DATI DI PROGETTO

10.1 CONDIZIONI AMBIENTALI ESTERNE

Poiché non si conosce la collocazione geografica effettiva del Deposito Nazionale, le condizioni di temperatura e umidità relativa esterne assunte a base del progetto termico estivo dei sistemi HVAC, sono state ricavate estrapolando i dati dalla UNI 10339 relative ad alcune località distribuite su tutto il territorio italiano e facendone la media.

Per quanto riguarda le condizioni esterne invernali si prendono in considerazione le seguenti tabelle:

- tabella temperature della norma UNI 5364
- tabella umidità relativa delle stazioni meteorologiche ufficiali del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare (medie annue di umidità relativa)

I valori medi così ottenuti sono riportati di seguito (T° = temperatura, U.R. = umidità relativa):

- **estate:** T° massima = 32 °C ; U. R. = 51%
- **inverno:** T° minima = - 5 °C ; U.R. = 75%

10.2 CONDIZIONI AMBIENTALI INTERNE E RICAMBI D'ARIA NEI LOCALI

All'interno dei locali dovranno essere mantenute le seguenti condizioni:

zona controllata:

- locali con presenza saltuaria di personale:
 - temperatura minima: 10°C
 - temperatura massima: 30°C
 - U.R.: non controllata
 - ricambi di aria: 2 Vol/h
- locali con presenza frequente di personale:
 - estate: temperatura: 26°C +/- 2°C; U.R.: 45 ÷ 55%
 - inverno: temperatura: 20°C (+ 2°C/- 0°C); U.R.: 45 ÷ 55%
 - ricambi di aria: 2 Vol/h

zona non controllata:

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



- locali con presenza saltuaria di personale:
 - temperatura minima: 10°C
 - temperatura massima: 40°C
 - U. R.: non controllata
 - ricambi di aria: 2 Vol/h
- locali con presenza frequente di personale:
 - estate: temperatura: 26°C +/- 2°C; U.R.: 45 ÷ 55%
 - inverno: temperatura: 20°C (+ 2°C/-0°C); U.R.: 45 ÷ 55%
 - ricambi di aria: secondo UNI 10339

10.3 CARICHI TERMICI INTERNI

I carichi termici interni sono costituiti dalla presenza delle persone, dalla illuminazione dei locali e dalle dissipazioni termiche delle apparecchiature (motori, apparecchiature elettriche ed elettroniche, ecc.).

- carichi interni dovuti alle persone (ove presenti stabilmente):
 - carico sensibile: 65 W/pers
 - carico latente: 70 W/pers
- carichi interni dovuti all'illuminazione in ambienti poco frequentati: 5 – 10 W/mq
- carichi interni dovuti all'illuminazione in ambienti assiduamente frequentati (es. uffici): 15 – 20 W/mq
- carichi interni dovuti alle apparecchiature: 70 W/mq (solo in presenza di apparecchiature)
- carico termico dovuto alla maturazione del cemento nei moduli. A tal proposito è stata valutata la potenza dispersa dai moduli alloggiati nel locale

Ipotesi di base:

- moduli in fase di maturazione: 40 su 72
- tempo di maturazione moduli (ai fini della produzione di calore): 5 giorni
- calore sviluppato dalla malta: 120 kcal/kg
- densità della malta: 2000 kg/m³

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



Dati di input:

- volume eccedente di malta all'interno di ogni modulo c.a. $3,7 \text{ m}^3$
- calore sviluppato dalla malta considerando una frazione di cemento pari al 47% in volume (percentuale conservativa)

$$120 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \cdot 2000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 240000 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3}$$

$$240000 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3} \cdot 3.7 \text{m}^3 \cdot 0,47 = 417360 \text{kcal}$$

$$P_{Mod} = \frac{417360 \text{kcal}}{5 \text{gg} \cdot 24 \frac{\text{h}}{\text{gg}}} = 3478 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \cong 4 \text{kW}$$

$$P_{TOT-Mod} = 4 \frac{\text{kW}}{\text{mod}} \cdot 40 \text{mod} \cong 160 \text{kW}$$

In questa fase si fa riferimento ad un valore medio cautelativo, i calcoli per ciascun ambiente saranno sviluppati nella successiva fase di progettazione.

10.4 LIVELLI DI PRESSIONE NEI LOCALI

Il mantenimento dei livelli di depressione consente di avere flussi di aria dalle zone a minor livello di potenziale contaminazione verso quelle a maggior livello di potenziale contaminazione, evitando la retrodiffusione di contaminazione. Ai confini tra locali a diverso livello di pressione sono generalmente previste porte normalmente chiuse (SAS); le depressioni vengono realizzate, per i singoli locali o per le intere aree, mantenendo le portate di aria estratta superiori a quelle immesse (la differenza di portata viene colmata dalle infiltrazioni attraverso le pareti o dai infiltrazioni attraverso porte e muri di separazione).

In generale, il controllo del livello di depressione dei locali è realizzato tramite regolatori di pressione differenziale installati nei locali stessi e serrande di regolazione modulanti installate sia sui canali di immissione che su quelli di ripresa, in modo da ottenere la pressione differenziale dei locali richiesta.

Il sistema di estrazione aria garantisce il raggiungimento dei valori di depressione richiesti all'interno dei locali, rispetto all'ambiente esterno come esposto sopra.

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



Il locale quadri elettrici e gli uffici sono mantenuti a un livello di pressione positiva di + 20 Pa, rispetto all'ambiente esterno.

I locali delle zone convenzionali sono mantenuti in lieve sovrappressione, sia per contenere le infiltrazioni invernali o i rientri estivi, che per agevolare ulteriormente il flusso d'aria da tali zone a quelle in depressione.

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



11 DESCRIZIONE FUNZIONALE DEI SISTEMI

11.1 HVAC ZONA CONTROLLATA

11.1.1 **Sottosistema 1**

Area caricamento moduli 006 – Area maturazione grouting moduli 007 – Area maturazione sigillatura moduli 008 – Area manutenzione grouting carroponete zona processo 101– Area manutenzione sigillatura carroponete zona processo 102

Nel locale 006-007-008-101-102 avviene la maturazione del cemento contenuto nei moduli. La maturazione determina il rilascio in ambiente di calore e umidità, per cui il sistema di condizionamento dell'aria, oltre ad abbattere il carico termico presente in ambiente (illuminazione, macchinari, irraggiamento solare, ecc.), deve abbattere il calore sensibile e latente rilasciato dai moduli in maturazione. Questo avviene tramite l'immissione di aria trattata dalle U.T.A. 01 (sistema immissione M1).

L'immissione dell'aria nel locale avviene dall'alto e l'estrazione dal basso. Questa soluzione non agevola l'evacuazione del calore ma favorisce l'abbattimento dell'eventuale rilascio di contaminazione.

L'immissione dell'aria avviene mediante condotti realizzati in lamiera di acciaio zincato con rivestimento isolante e finitura in alluminio. All'estremità di ogni tratto di canale è previsto un diffusore. Tutti i tratti di canale sono completi di dispositivi di bilanciamento e regolazione delle portate, di serrande o valvole di intercettazione, serrande tagliafuoco e supporti.

L'estrazione dell'aria avviene dal basso dei locali mediante il sottosistema di estrazione E1 come anticipato prima. Due canali rettangolari corrono al di sotto del pavimento, nella zona interrata dell'edificio. Da essi si elevano una serie di stacchi dotati estremità di griglia di aspirazione, serranda di taratura manuale e serranda tagliafuoco.

Il livello di depressione da raggiungere è di -60 Pa, mantenuta da serrande di regolazione modulanti servoassistite poste sui canali.

Nella seguente tabella sono riportati i valori di portata calcolata in termini di estrazione, infiltrazione e immissione dell'aria (Nota: i valori di portata indicati sono da considerare preliminari: i valori esatti saranno determinabili solo in fase di progettazione esecutiva in funzione dei reali volumi dei locali. Nello schema del sistema di ventilazione DN DN 00060 i valori di portata indicati sono arrotondati):

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



Cod. Locale	Descrizione	A [m ²]	V [m ³]	n [ric/h]	*V _{EXP} [m ³ /h]	*V _{inf} [m ³ /h]	*V _{IMM} [m ³ /h]
006	Area caricamento moduli	2042	22206	2	44413	2441	41972
007	Area maturazione grouting moduli						
008	Area maturazione sigillatura moduli						
101	Area manutenzione 1 carroponete						
102	Area manutenzione 2 carroponete						

Le portate di infiltrazione sono state stimate mediante la formula 1.1 di cui al paragrafo 7.1.

Area deposito buffer manufatti cilindrici 002 – Area deposito buffer manufatti prismatici 003 - Area manutenzione grouting carroponete area buffer 103– Area manutenzione sigillatura carroponete zona stoccaggio 104

Nell'area 002 - 003 - 103 - 104, l'estrazione dell'aria avviene dal basso mediante griglie di aspirazione dotate di serrande di taratura e serranda tagliafuoco mentre l'immissione dell'aria avviene dall'alto, tramite la UTA 02 (sistema immissione M1). I carichi termici da abbattere sono legati prevalentemente al calore trasmesso attraverso l'involucro esterno ed al calore disperso da macchinari e illuminazione. La depressione dei locali è -80 Pa in quanto ritenuti a maggior rischio di contaminazione poiché qui avvengono le operazioni di movimentazione del materiale ancora da immobilizzare.

In tabella sono riportati i valori calcolati di portata da estrarre e introdurre nel locale (Nota: i valori di portata indicati sono da considerare preliminari: i valori esatti saranno determinabili solo in fase di progettazione esecutiva in funzione dei reali volumi dei locali. Nello schema del sistema di ventilazione DN DN 00060 i valori di portata indicati sono arrotondati):

Cod. Locale	Descrizione	A [m ²]	V [m ³]	n [ric/h]	*V _{EXP} [m ³ /h]	*V _{inf} [m ³ /h]	*V _{IMM} [m ³ /h]
002	Area deposito buffer manufatti cilindrici	1569	16718	2	33438	3641	29797
003	Area deposito buffer manufatti prismatici						
103	Area manutenzione 1 carroponete						

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



104	Area manutenzione 2 carroponte						
-----	-----------------------------------	--	--	--	--	--	--

Le portate di infiltrazione sono state stimate mediante la 1.1 di cui al paragrafo 7.1.

11.1.2 Sottosistema 2

Area ingresso moduli vuoti 011 – Area uscita moduli sigillati 014

I locali ingresso moduli vuoti e uscita moduli sigillati, saranno asserviti dalla UTA 03 (sistema immissione M2), mentre l'estrazione sarà garantita dal sistema principale. Il livello di depressione associato ad entrambi i locali è di -40 Pa.

In tabella sono riportati i valori calcolati di portata da estrarre e introdurre nel locale (Nota: nello schema del sistema di ventilazione DN DN 00060 i valori di portata indicati sono arrotondati. I valori esatti saranno determinabili solo in fase di progettazione esecutiva in funzione dei reali volumi dei locali):

Cod. Locale	Descrizione	A [m²]	V [m³]	n [ric/h]	*V_{EXP} [m³/h]	*V_{inf} [m³/h]	*V_{IMM} [m³/h]
011	Area ingresso moduli vuoti	306	3091	2	6182	670	5512
014	Area uscita moduli sigillati	354	3575	2	7151	686	6465

Le portate d'infiltrazione sono state stimate mediante la 1.1 di cui al paragrafo 7.1.

All'apertura del portone verso l'esterno le serrande di mandata e di estrazione del locale vengono chiuse.

Area di ricezione e scarico per controlli a campione 090 – 091- 092

Il locale ingresso e controllo manufatti a campione sarà asservito dalla UTA 03 (sistema immissione M2), mentre l'estrazione sarà garantita dal sistema principale. Il livello di depressione associato è di -40 Pa.

In tabella sono riportati i valori calcolati di portata da estrarre e introdurre nel locale (Nota: nello schema del sistema di ventilazione [Rif. 19] i valori di portata indicati sono arrotondati. I valori esatti saranno determinabili solo in fase di progettazione esecutiva in funzione dei reali volumi dei locali):

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



Cod. Locale	Descrizione	A [m ²]	V [m ³]	n [ric/h]	*V _{EXP} [m ³ /h]	*V _{inf} [m ³ /h]	*V _{IMM} [m ³ /h]
090	Area ricezione e scarico per controlli a campione	354	3575	2	7151	960	6191
091							
092							

Le portate di infiltrazione sono state stimate mediante la 1.1 di cui al paragrafo 7.1. All'apertura del portone verso l'esterno le serrande di mandata e di estrazione del locale vengono chiuse

Area di ricezione e scarico manufatti 001

Il locale ingresso e controllo manufatti sarà asservito dalla UTA 03 (sistema immissione M2) per l'immissione, mentre l'estrazione sarà garantita dal sistema principale. Il livello di depressione associato è di -40 Pa.

In tabella sono riportati i valori calcolati di portata da estrarre e introdurre nel locale (Nota: i valori di portata indicati sono da considerare preliminari: i valori esatti saranno determinabili solo in fase di progettazione esecutiva in funzione dei reali volumi dei locali. Nello schema del sistema di ventilazione i valori di portata indicati sono arrotondati):

Cod. Locale	Descrizione	A [m ²]	V [m ³]	n [ric/h]	*V _{EXP} [m ³ /h]	*V _{inf} [m ³ /h]	*V _{IMM} [m ³ /h]
001	Area di ricezione e scarico manufatti	569	5889	2	11778	1137	10641

Le portate di infiltrazione sono state stimate mediante la 1.1. di cui al paragrafo 7.1. All'apertura dei portoni verso l'esterno le serrande di mandata e di estrazione del locale vengono chiuse.

Corridoio e galleria tecnica 017 – 105

L'impianto di condizionamento del corridoio è del tipo aria – acqua. La UTA 03 (sistema immissione M2) fornisce l'aria necessaria per abbattere il carico latente ed assicurare i ricambi orari, mentre i ventilconvettori a cassetta alimentati ad acqua abbattano il carico sensibile e controllano la temperatura ambiente. L'estrazione sarà garantita dal sistema principale. Il livello di depressione associato è di -40 Pa.

In tabella sono riportati i valori calcolati di portata da estrarre e introdurre nel locale ((Nota: i valori di portata indicati sono da considerare preliminari: i valori esatti saranno determinabili solo in fase di progettazione esecutiva in funzione dei reali volumi dei locali.

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



Nello schema del sistema di ventilazione DN DN 00060 i valori di portata indicati sono arrotondati):

Cod. Locale	Descrizione	A [m ²]	V [m ³]	n [ric/h]	*V _{EXP} [m ³ /h]	*V _{inf} [m ³ /h]	*V _{IMM} [m ³ /h]
017 105	Corridoio e galleria tecnica	294	3164	2	6328	2041	4287

Le portate di infiltrazione sono state stimate mediante la 1.1 di cui al paragrafo 7.1.

Locali manutenzione meccanica 004 – 005 – 009 - 010

In questi locali con la UTA 03 (sistema immissione M2) si immette aria necessaria per abbattere il carico latente ed assicurare i ricambi di aria, mentre con i ventilconvettori del tipo a cassetta alimentati ad acqua, si abbatte il carico sensibile e si controlla la temperatura ambiente. L'estrazione è collegata al sistema generale di zona controllata. Il livello di depressione associato a tali ambienti è di -40 Pa.

In caso di apertura dei portoni verso l'esterno vengono chiuse le serrande di immissione e di estrazione al locale interessato. La pressione sulla condotta principale di mandata viene regolata chiudendo una serranda sulla mandata dei ventilatori.

In tabella sono riportati i valori calcolati di portata da estrarre e introdurre nei singoli ambienti (Nota: i valori di portata indicati sono da considerare preliminari: i valori esatti saranno determinabili solo in fase di progettazione esecutiva in funzione dei reali volumi dei locali. Nello schema del sistema di ventilazione DN DN 00060 i valori di portata indicati sono arrotondati):

Cod. Locale	Descrizione	A [m ²]	V [m ³]	n [ric/h]	*V _{EXP} [m ³ /h]	*V _{inf} [m ³ /h]	*V _{IMM} [m ³ /h]
004	Locale manut. 1 Buffer stoccaggio	175	629	2	1258	91	1168
005	Locale manut. 2 Buffer stoccaggio	175	629	2	1258	108	1150
009	Locale manut. 1 Confezionamento moduli	122	440	2	880	0	880
010	Locale manut. 2 Confezionamento moduli	122	440	2	880	0	880

Le portate di infiltrazione sono state stimate mediante la 1.1 di cui al paragrafo 7.1.

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



Locale Filtri 108

Il locale filtri ospita tre banchi filtranti di tipo Canister a banchi multipli costituiti da prefiltri ad alta efficienza e filtri assoluti (filtri HEPA). I filtri sono del tipo “bag-in/bag-out”, sostituibili sotto sacco barriera.

Il locale è sottoposto ad una depressione di -40 Pa raggiunta mediante derivazione (dotata di serranda modulante) dal canale di estrazione principale. L'immissione dell'aria è ricavata dalla UTA 02 (sistema immissione M2).

In tabella sono riportati i valori calcolati di portata da estrarre e introdurre nei singoli ambienti (Nota: i valori di portata indicati sono da considerare preliminari: i valori esatti saranno determinabili solo in fase di progettazione esecutiva in funzione dei reali volumi dei locali. Nello schema del sistema di ventilazione DN DN 00060 i valori di portata indicati sono arrotondati):

Cod. Locale	Descrizione	A [m²]	V [m³]	n [ric/h]	*V_{EXP} [m³/h]	*V_{inf} [m³/h]	*V_{IMM} [m³/h]
108	Locale filtri	206	1270	2	2540	940	1600

Le portate di infiltrazione sono state stimate mediante la 1.1 di cui al paragrafo 7.1.

Locale Ventilatori 109

Il locale ventilatori si trova a pressione atmosferica. In questo caso la portata di aria immessa sarà pari alla portata estratta. Il flusso di aria sarà garantito da un ventilatore di estrazione posto in prossimità della parete e da una griglia di ingresso con filtro di tipo G4. In tabella sono riportati i valori calcolati di portata da estrarre e introdurre nei singoli ambienti (Nota: i valori di portata indicati sono da considerare preliminari: i valori esatti saranno determinabili solo in fase di progettazione esecutiva in funzione dei reali volumi dei locali. Nello schema del sistema di ventilazione DN DN 00060 i valori di portata indicati sono arrotondati):

Cod. Locale	Descrizione	A [m²]	V [m³]	n [ric/h]	*V [m³/h]
109	Locale ventilatori	159	962	1	962

Impianto di produzione acqua calda e refrigerata

L'energia termofrigorifera necessaria per il condizionamento dell'aria è prodotta mediante unità esterne a pompa di calore, costituite essenzialmente da refrigeratori di liquido a pompa di calore, dotati di sistema di condensazione ad aria incorporato, realizzati con

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



materiali resistenti agli agenti atmosferici che li rendono idonei per l'installazione all'esterno. Tale impianto prevede l'integrazione con una caldaia.

Si prevede l'installazione, sulla copertura dell'edificio, di una pompa di calore a servizio delle UTA 01 e UTA 02 e UTA 03 con potenzialità termica di 700 kW. Il COP (*Coefficient of Performance*) delle pompe di calore del tipo aria-acqua da 700 kW, è tipicamente pari 3. Ciò determina un assorbimento di potenza elettrica di circa 250 kW.

La pompa di calore è dimensionata in base alle richieste della batteria di refrigerazione/riscaldamento della UTA 01. Tuttavia la batteria citata andrà in funzione solamente quando all'interno del locale maturazione moduli sarà necessario creare le condizioni termoigrometriche accettabili per l'ingresso di uno o più operatori. Normalmente la batteria di raffreddamento/riscaldamento sarà disattivata. Il calore generato dalla maturazione del cemento e quello trasmesso per conduzione, d'estate verrà smaltito semplicemente grazie alla ventilazione. La stessa logica di funzionamento avverrà per il locale deposito buffer. Normalmente la PdC sarà a disposizione della UTA 03.

Per alimentare le batterie di post-riscaldamento, nel periodo estivo, quando la pompa di calore funziona in raffreddamento, si prevede l'installazione in unità dotate di recupero totale del calore, per la produzione simultanea di acqua calda e refrigerata.

Le unità sono dotate di quadro montato a bordo macchina, con una sezione relativa alle alimentazioni di potenza ed una di comando e controllo. Quest'ultima ha la gestione completa della macchina ed è dotata di interfaccia informatizzata, in grado di comunicare con il sistema di controllo principale, da quale sarà possibile, oltre che visualizzare lo stato dell'apparecchiatura e gli allarmi, impartire i comandi.

11.2 ZONA NON CONTROLLATA

Locale Quadri elettrici

Nel locale quadri elettrici il flusso di aria è assicurato da un ventilatore posto in prossimità della parete. L'aria entrando per depressione viene espulsa tramite il ventilatore. In ingresso sono previsti dei filtri di tipo G4.

Locali UPS

Nei due locali UPS si prevede l'installazione di quattro condizionatori inverter ad espansione diretta con funzione pompa di calore (uno ridondante all'altro per garantire la continuità di funzionamento) da 9000 Btu/h, per il controllo della temperatura ambiente, sia nella stagione estiva, per abbattere il carico sensibile dovuto alle rientranze di calore dall'esterno e prodotto dalle apparecchiature presenti, sia in quella invernale per compensare le dispersioni di calore.

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



L'impianto è costituito da unità esterne a pompa di calore ad espansione diretta, secondo il sistema con condensazione ad aria e portata variabile di refrigerante R410A.

Le unità esterne, costituite da un unico compressore ad inverter, possono funzionare nell'intervallo di temperatura esterna -15°C / 45°C.

Le unità interne sono pensili per installazione a parete a vista.

La circolazione del fluido dalle unità esterne a pompa di calore alle batterie delle unità interne avviene mediante tubazioni in rame ricotto pre-isolate con polietilene espanso a cellule chiuse bassa densità senza CFC. La regolazione è unica per ciascun sistema di condizionamento. Si prevede quindi l'utilizzo di controlli ambiente, collegati ai sistemi di climatizzazione per mezzo di linea di trasmissione dedicata costituita da cavo a due conduttori non polarizzato, e collegamento al sistema di supervisione dell'edificio per la remotizzazione dei segnali di arresto di emergenza e di allarme.

Locale Sala Controllo

Nel locale Sala controllo si prevede l'installazione di un condizionatore inverter multisplit a pompa di calore (impianto ad espansione diretta) per il controllo della temperatura ambiente, sia nella stagione estiva, per abbattere il calore sensibile e latente dovuto alle rientrate di calore dall'esterno e prodotto dalle apparecchiature presenti, sia in quella invernale per compensare le dispersioni di calore.

L'impianto è costituito da una unità esterna a pompa di calore ad espansione diretta, secondo il sistema con condensazione ad aria e portata variabile di refrigerante R410A.

L'unità esterna, costituita da un unico compressore ad inverter, può funzionare nell'intervallo di temperatura aria -15°C / 45°C.

Le unità interne sono pensili per installazione a parete a vista. La circolazione del fluido dalle unità esterne a pompa di calore alle batterie delle unità interne avviene mediante tubazioni in rame ricotto preisolate con polietilene espanso a cellule chiuse bassa densità senza CFC.

Il ricambio di aria avviene tramite l'aria primaria trattata dalla UTA 04.

La regolazione ambiente è unica per ciascun sistema di condizionamento. Si prevede quindi l'utilizzo di controlli ambiente, collegati ai sistemi di climatizzazione per mezzo di linea di trasmissione dedicata costituita da cavo a due conduttori non polarizzato, e collegamento al sistema di supervisione dell'edificio per la remotizzazione dei segnali di arresto di emergenza e di allarme.

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



Uffici – Locali Fisica Sanitaria

Il condizionamento delle aree con destinazione d'uso quali uffici, laboratori, ecc. sono del tipo ad aria primaria e fan-coils. L'unità di trattamento aria primaria (UTA04), è installata all'esterno ed è dimensionata per assicurare un adeguato ricambio d'aria esterna. L'acqua calda o fredda ai fan-coils è fornita dall'impianto centralizzato di produzione acqua calda e refrigerata. Lo smaltimento dei carichi sensibili e delle rientrate di calore per il mantenimento delle temperature di progetto all'interno dei singoli ambienti, è affidato a ventilconvettori a pavimento funzionanti a due tubi con termoregolazione locale e interfacciata al sistema di supervisione.

L'aria viziata, ripresa dagli ambienti in parte viene espulsa dagli estrattori dei locali wc ed in parte viene espulsa ricircolata. La ripresa dagli ambienti avviene mediante una rete di canali in lamiera zincata, senza isolamento.

Tutte le aree condizionate devono essere in sovrappressione rispetto al corridoio (e all'ambiente esterno), in modo che questo possa usufruire in modo indiretto e marginale dei benefici dei trattamenti climatici delle zone trattate. Ciò implica che le porte degli uffici dovranno essere dotate di transit (griglie di transit).

Unità di Trattamento Aria UTA04

Provvede al trattamento aria nelle varie condizioni di funzionamento stagionale garantendo un continuo controllo delle temperature e dell'umidità ambiente per le aree trattate inviando aria trattata (26 °C UR 50% in estate e 20 °C e UR 50% in inverno).

Tale unità di trattamento aria è costituita essenzialmente da:

- griglia di presa aria esterna con serranda di taratura
- prefiltri di tipo piano rigenerabile
- sezione filtri a tasche
- batteria di preriscaldamento alimentata con acqua calda (45 °C÷40 °C)
- batteria di raffreddamento e deumidificazione alimentata con acqua refrigerata (7°C÷12°C)
- sezione di umidificazione con umidificatore adiabatico ad elettrodi immersi
- separatore di gocce
- bacinella di raccolta condensa in acciaio inox
- batteria di post riscaldamento alimentata con acqua temperata (45 °C÷40 °C)

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



- sezione ventilante con ventilatore centrifugo a doppia aspirazione ed alto rendimento accoppiato a motore elettrico trifase con trasmissione a cinghie regolabile e pulegge protette da carter
- serranda di regolazione mandata ventilatori
- supporti antivibranti e giunti antivibranti

La mandata dell'aria primaria è distribuita attraverso una rete di canali in lamiera zincata, opportunamente coibentati. La diffusione dell'aria negli ambienti è effettuata per mezzo di diffusori a soffitto, del tipo ad alta induzione ad effetto elicoidale.

Impianto di produzione e distribuzione acqua calda e refrigerata alle utenze HVAC di Zona Non Controllata

L'energia termofrigorifera necessaria al trattamento dell'aria esterna è prodotta mediante unità esterna a pompa di calore, con condensatore/evaporatore ad aria incorporato, realizzato con materiali resistenti agli agenti atmosferici che la rende idonea per l'installazione all'esterno. Tale impianto prevede l'integrazione con una caldaia di produzione acqua calda. Una migliore performance della pompa di calore si può ottenere con la soluzione suolo-acqua a prezzo di un maggiore complessità di impianto per la necessità di creare adeguate superfici di scambio nel sottosuolo

Si prevede l'installazione, a terra di una pompa di calore a servizio della zona non controllata di circa 60 kW.

La pompa di calore sarà dimensionata in base alla richiesta della batteria di refrigerazione e riscaldamento delle unità di trattamento aria. Per alimentare le batterie di post-riscaldamento, nel periodo estivo, quando le pompe di calore funzionano in raffreddamento, si prevede l'installazione dell'unità dotata di recupero totale del calore, per la produzione simultanea di acqua calda e refrigerata.

L'unità è dotata di quadro montato a bordo macchina, che ha una sezione relativa alle alimentazioni di potenza ed una di comando e controllo per la gestione completa della macchina dotata di interfaccia informatizzata, in grado di comunicare con il sistema di controllo principale, da quale sarà possibile, oltre che visualizzare lo stato dell'apparecchiatura e gli allarmi, impartire comandi.

Il circuito idraulico sarà costituito da un circuito primario ed un circuito secondario. Il primario è costituito dal, gruppo, con le relative pompe di alimentazione e serbatoi inerziali lato freddo e lato caldo. Il secondario è costituito dalle pompe a servizio delle utenze, e le unità terminali. Il circuito primario e il circuito secondario sono separati da un collettore di tipo aperto.

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



La distribuzione del fluido avviene tramite circuiti principali, con commutazione estate/inverno sulle batterie di post-riscaldamento. Ogni circuito sarà dotato di elettropompe gemellari monoblocco, tutte ridondate, vaso d'espansione, serbatoio inerziale e organi di intercettazione e manovra.

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



12 DOCUMENTIE NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- [Rif. 1] Decreto Ministeriale 7 Agosto 2015 “Classificazione dei rifiuti radioattivi ai sensi dell’articolo 5 del decreto legislativo 4 Marzo 2014, n. 45”
- [Rif. 2] IAEA – General safety guide – GSG-1 – Classification of radioactive waste
- [Rif. 3] ISO 17873:2004 – Nuclear facilities – Criteria for the design and operation of ventilation systems for nuclear installation other than nuclear reactors
- [Rif. 4] DL 25.02.00 n.93 – “Attuazione della Direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature in pressione”
- [Rif. 5] EN 1822-2 – “High efficiency air filters (HEPA and ULPA) – Part 2 – “Aerosol production, measuring equipment, particle”
- [Rif. 6] EN 1822-3 – “High efficiency air filters (HEPA and ULPA) – Part 3 – “Testing flatsheet filter media”
- [Rif. 7] EN 1822-4 – “High efficiency particulate air filters (HEPA and ULPA) – Part 4 – “Determining leakage of filter elements (Scan method)”
- [Rif. 8] EN 1822-5 – “High efficiency particulate air filters (HEPA and ULPA) – Part 5 – “Determining the efficiency of filter elements”
- [Rif. 9] UNI EN 1886:2008 – Ventilazione degli edifici – Unita di trattamento dell'aria - Prestazione meccanica
- [Rif. 10] UNI EN 12238:2005 – Ventilazione degli edifici – Bocchette – Prove aerodinamiche e classificazione per applicazioni a flusso miscelato
- [Rif. 11] UNI EN 12237:2004 – Ventilazione degli edifici – Reti delle condotte – Resistenza e tenuta delle condotte circolari di lamiera metallica
- [Rif. 12] UNI EN 1505:2000 – Ventilazione negli edifici – Condotte metalliche e raccordi a sezione rettangolare - dimensioni
- [Rif. 13] UNI EN 1506:2008 – Ventilazione degli edifici – Condotte di lamiera metallica e raccordi a sezione circolare dimensioni
- [Rif. 14] UNI EN 1751:2003 – Ventilazione degli edifici - Dispositivi per la distribuzione dell'aria – Prove aerodinamiche delle serrande e delle valvole
- [Rif. 15] UNI EN 10217-1:2005 – Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura – Parte 1: Tubi di acciaio non legato per impiego a temperatura ambiente
- [Rif. 16] UNI EN 12097:2007 – Ventilazione degli edifici – Rete delle condotte – Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte
- [Rif. 17] AS.A.P.I.A. Guida tecnica N. 1 – Per la scelta, l’ordinazione e la costruzione delle condotte in lamiera
- [Rif. 18] AMCA - Air Moving and Conditioning Association
- [Rif. 19] DN DN 00060 – Impianto Confezionamento Moduli – Schema Impianto di ventilazione Tav. 01

Relazione Tecnica Impianto Confezionamento Moduli Relazione generale impianto di ventilazione	ELABORATO DN DN 00045 REVISIONE 02
--	---



- [Rif. 20] DN DN 00315 – Impianto Confezionamento Moduli – Schema Impianto di ventilazione Tav. 02
- [Rif. 21] DN DN 00050 – Impianto Confezionamento Moduli – Pianta copertura – Planimetria generale
- [Rif. 22] DN DN 00051 – Impianto Confezionamento Moduli – Pianta piano terra – Architettonico, meccanico, elettrico
- [Rif. 23] DN DN 00052 – Impianto Confezionamento Moduli – Pianta quota carriponte – Architettonico, meccanico, elettrico
- [Rif. 24] DN DN 00041 – Impianto Confezionamento Moduli – Relazione descrittiva generale
- [Rif. 25] DN DN 00048 – Impianto Confezionamento Moduli – Relazione generale impianto di grouting e sigillatura
- [Rif. 26] DN DN 00062 – Impianto Confezionamento Moduli – Schema a blocchi generale del sistema di supervisione e controllo
- [Rif. 27] DN DN 00090 – Impianto Confezionamento Moduli – Relazione generale sistemi di automazione e controllo
- [Rif. 28] ENEA-DISP – Guida Tecnica N. 26. “Gestione dei rifiuti radioattivi”, 1987