

La Sicurezza nelle Attività Sperimentali dell'INFN



Roberto Tartaglia

Responsabile SPP dei LNGS



INFN - Sezione di Roma1
28 Gennaio 2008

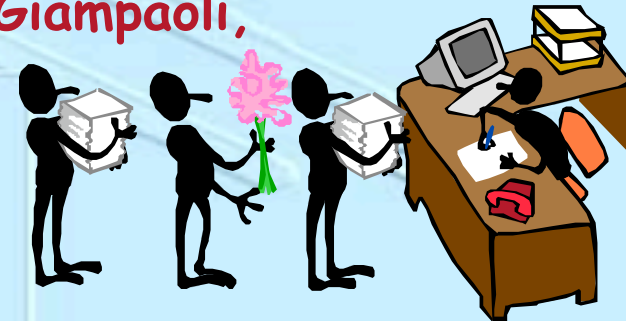
Prima di iniziare... i ringraziamenti

.. al Direttore della Sezione di Firenze
prof.ssa S. Falciano

.. alla Segreteria organizzativa di Roma1
G. Bucci, E. Di Silvestro, G. Vacri

.. agli amici relatori
E. Bonanno, F. Celletti, A. Giampaoli,
R. Tremaroli, P. Villani

.. a Tutti Voi Partecipanti



[..] sperando che il Seminario sia interessante !?!?

Sommario



Aspetti legati alla Sicurezza

Panoramica sulle attività sperimentali nell'Ente
Rischi correlati alle varie Tipologie di attività
Sostanze adoperate



Aspetti tecnologici

Materiali adoperati
Procedure di lavorazione adottate



Aspetti gestionali

Gestione grossi gruppi
Schedule, project managemet



Attività dell'INFN

Di certo non è facile elencare tutte le possibili attività che vedono impegnati i ricercatori ed i tecnici dell'INFN in giro per il mondo.

In linea di massima si può pensare di definire le più comuni tipologie:

- *montaggio apparati sperimentali di grosse dimensioni;*
- *lavorazioni in officina*
- *lavorazioni in laboratori di chimica*
- *lavorazioni in camere pulite*



E di conseguenza...

- *il rischio dovuto all'uso di ponteggi, di incendio, etc,*
- *il rischio di infortunio sulle macchine utensili*
- *il rischio dovuto a esposizione a sostanze nocive / tossiche*
- *il rischio dovuto ad un insieme di fattori, comprensivo*

Montaggio Apparati

**Particolarità rischi
attività sperimentali**

Pluralità fattori di rischio

(meccanici, termici, elettrici,
radiazioni, chimici, rumore)

Sicurezza equivalente

(richieste di deroga, etc.)

Pluralità di soggetti esposti

(personale di più strutture ed enti, ditte)

Esposizione variabile

(es.: fasi di montaggio e dismissione)

Differenze tra Sezioni e Laboratori (1)

Nelle Sezioni, in genere, la maggior parte dei rischi può essere individuata in alcune aree e/o attività particolari, come ad esempio l'officina, i vari laboratori (chimica, elettronica, etc.). Un fattore comune, in questo caso, è il numero relativamente limitato di persone operanti e le dimensioni relativamente "ridotte" degli apparati e/o dei set-up sperimentali. D'altra parte, un elemento comune alle attività nelle Sezioni è la stretta interconnessione con le attività dei Dipartimenti universitari: spesso si usufruisce di locali e/o di attrezzature di proprietà dell'Università.

Differenze tra Sezioni e Laboratori (2)

Nei Laboratori, invece, i maggiori fattori di rischio vanno ricercati non solo nelle varie officine, laboratori, etc., ma anche e soprattutto nelle sale sperimentali e/o di assemblaggio dei grossi apparati dedicati alla ricerca.

In questo caso, in genere, i problemi relativi alle convenzioni con l'Università non sono presenti.

Esiste, però, la necessità di interagire con i membri delle varie collaborazioni, di stabilire e definire un corretto rapporto tra Servizi e Divisioni dei Laboratori ed i membri e le Collaborazioni dei Gruppi Sperimentali.

Differenze tra Sezioni e Laboratori (3)

I Laboratori, inoltre, dovranno essere organizzati in modo da gestire la Sicurezza dei dipendenti, ma anche in maniera tale da poter gestire il gran numero di tecnici e ricercatori italiani e stranieri che fanno parte delle varie Collaborazioni.

Nel caso dei LNGS, per esempio, è sufficiente pensare che i dipendenti dei laboratori sono circa 60, mentre il numero di "utenti" ammonta a circa 700 unità.

Ogni Collaborazione, per ogni apparato di grosse dimensioni, infatti, è composta da più di un centinaio di membri.

Linee-Guida per le Collaborazioni

Tenendo presente queste esigenze, sulla base dell'esperienza maturata al CERN, la Commissione Nazionale Sicurezze dell'INFN ha proposto delle "linee-guida" per le attività sperimentali.

Nell'ambito di una qualunque collaborazione sperimentale, soprattutto quelle di grosse dimensioni, è infatti opportuno individuare determinate procedure e determinate figure e responsabilità, che abbiano le opportune competenze e la necessaria autorità.

Vediamo quali sono i "punti principali" di tali linee-guida.

Art. 1 - Campo di Applicazione

- Il regolamento si applica alle attività sperimentali rilevanti nelle strutture dell'I.N.F.N.*
- La rilevanza dell'esperimento è determinata dalla complessità degli apparati coinvolti, dalla tipologia delle tecnologie impiegate, dall'uso di materiali e sostanze "pericolose" (spesso in quantità notevoli), dalla necessità di competenze specialistiche e di "deroga" ad una o più norme di prevenzione incendi.*

Art. 2 - Soggetti di Riferimento (1)

- ☺ **Datore di lavoro della struttura ospitante:**
Direttore della struttura I.N.F.N.
- ☺ **Servizio Prevenzione e Protezione**, *afferente alla direzione, composto da un Responsabile di servizio e addetti al servizio, eventualmente supportati da consulenti esterni.*
- ☺ **Collaborazione scientifica:** *unità organizzativa di project management composta da ricercatori, tecnologi e tecnici I.N.F.N. e/o altre istituzioni*

Art. 2 - Soggetti di Riferimento (2)

- ☺ **Responsabile dell'Esperimento:** *figura di vertice della Collaborazione scientifica che stabilisce gli indirizzi generali del progetto di ricerca.*
- ☺ **Coordinatore tecnico della Collaborazione scientifica:** *figura di vertice interna all'I.N.F.N. e/o di altre istituzioni con funzione di coordinamento di progettazione e realizzazione dell'esperimento.*

Art. 2 - Soggetti di Riferimento (3)

- ☺ **Unità di sicurezza interna:** *una o più persone, all'interno della Collaborazione, coordinate dal Glimos (Group Leader In Matter Of Safety) con compiti relativi alla sicurezza dell'esperimento nelle fasi di progettazione, esecuzione, presa dati e dismissione.*



Art. 3 - Compiti del Direttore della Struttura INFN ospitante

[...] quelli previsti dal D. Lgs. 626/94

Richiede la nomina del GLIMOS, ove necessario

Art. 4 - Compiti del Responsabile dell'Esperimento

*Nella progettazione e realizzazione dell'esperimento
deve attenersi ai principi enunciati nell' art.3 del
D.Lgs. 626/94.*



Comunica al Direttore la nomina del Glimos.

Art. 5 - Compiti del Coordinatore Tecnico

Trasmette alla direzione l'organigramma funzionale del gruppo di ricerca;

- ✓ *istituisce, in collaborazione con il Responsabile dell'Esperimento, e sin dalla fase di progettazione, una unità di sicurezza all'interno del gruppo di ricerca,, eventualmente supportata, in fase di realizzazione, da collaboratori interni e/o esterni;*
- ✓ *Provvede, in collaborazione con il GLIMOS, alla tenuta della **certificazione complessiva e degli attestati di conformità alle norme di buona tecnica e agli standard applicabili relativi alle forniture e ai prototipi;***
- ✓ *assume le funzioni di Glimos qualora quest'ultimo non sia stato nominato.*

Art. 6 - Requisiti Professionali del GLIMOS

- *Il Glimos, interno all'I.N.F.N. o di altre istituzioni o Enti di ricerca, deve possedere un adeguato curriculum ed esperienza professionale nella progettazione e realizzazione di esperimenti presso laboratori di ricerca internazionali, europei e nazionali.*

Commento [...]

- *La Collaborazione dovrebbe indicare il candidato a GLIMOS in tempo utile per cominciare a trattare gli aspetti della sicurezza già durante la preparazione della proposta. In particolare, potrebbe essere utile considerare tecniche alternative al fine di migliorare la sicurezza.*
- ***Il GLIMOS può adempiere i suoi compiti solo se la sua autorità è unanimamente riconosciuta all'interno della Collaborazione. Il GLIMOS deve avere sufficiente tempo per il suo compito ed essere preferibilmente un membro dello staff del laboratorio ospitante; in caso contrario, deve trascorrere presso il laboratorio la maggior parte del tempo, per l'intera durata dell'Esperimento.***

Art. 7 - Compiti del GLIMOS

- ✓ *Il Glimos, in possesso dei requisiti professionali di cui all' art.6, è designato dal coordinatore tecnico della Collaborazione scientifica di cui fa parte;*
- ✓ *collabora in merito all'analisi e alla valutazione dei rischi connessi all'esperimento, ivi compresi i rischi di interfaccia con l'ambiente;*
- ✓ *cura la redazione del Piano di Sicurezza dell'esperimento e lo trasmette al Servizio Prevenzione e Protezione per gli adempimenti di legge;*
- ✓ *Collabora, in particolare, col Responsabile SPP per l'attuazione delle misure e degli interventi di prevenzione e protezione dai rischi*

Art. 10 - Coordinamento dei GLIMOS e del Responsabile SPP

- ✓ *Il Glimos si attiva col Responsabile SPP per proporre, prima dell'inizio dell'attività sperimentale, apposite procedure interne, in particolare sulla gestione delle emergenze, visite di sopralluogo controlli periodici sugli impianti di sicurezza, nonché attività specifiche di informazione e formazione.*
- ✓ *In una configurazione "ideale", il GLIMOS comunica in anticipo al RSPP locale ogni variazione dei processi o delle fasi di processo in corso in ambito sperimentale.*
- ✓ *Redige o fa redigere le opportune procedure operative da parte dei vari gruppi della Collaborazione e le trasmette al RSPP locale.*
- ✓ *Collabora attivamente ai programmi di formazione ed informazione, soprattutto per quel che concerne le procedure da attuare in caso di emergenza.*

Montaggio Apparati ("reprise")

Nel caso di montaggio apparati di grosse dimensioni, i rischi più comuni sono dovuti a:

- lavorazioni in quota
- lavorazioni in spazi confinati
- lavorazioni in laboratori di chimica
- lavorazioni in camere pulite

E di conseguenza...

- il rischio dovuto all'uso di ponteggi, di incendio, etc,
- il rischio di infortunio sulle macchine utensili
- il rischio dovuto a esposizione a sostanze nocive / tossiche
- il rischio dovuto ad un insieme di fattori, comprensivo dei rischi sopra elencati



Lavorazioni in quota



La qualità di tutte le imbracature Protecta: gli anelli a "D" non sono saldati ma realizzati in materiale estruso onde assicurare la massima affidabilità

Anello a "D" in acciaio forgiato zincato, montato su una cinghia per facilitare la connessione con i dispositivi di anticaduta retrattili

Supporto dorsale per garantire il massimo comfort. Realizzato in schiuma termocompressa, fodera interna in cotone

Anelli laterali in acciaio estruso per il collegamento ai cordini di posizionamento sul lavoro

Anelli porta attrezzi

Bretelle e cosciali regolabili ad allacciamento rapido

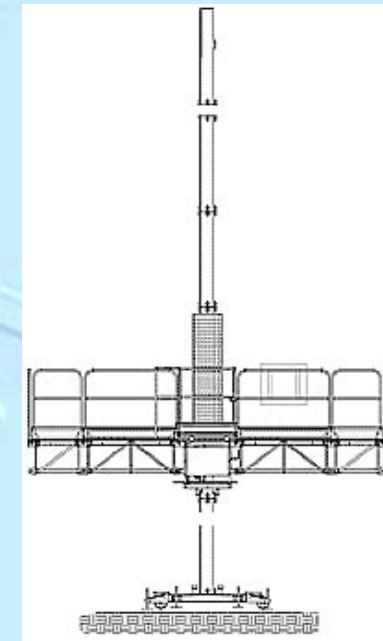
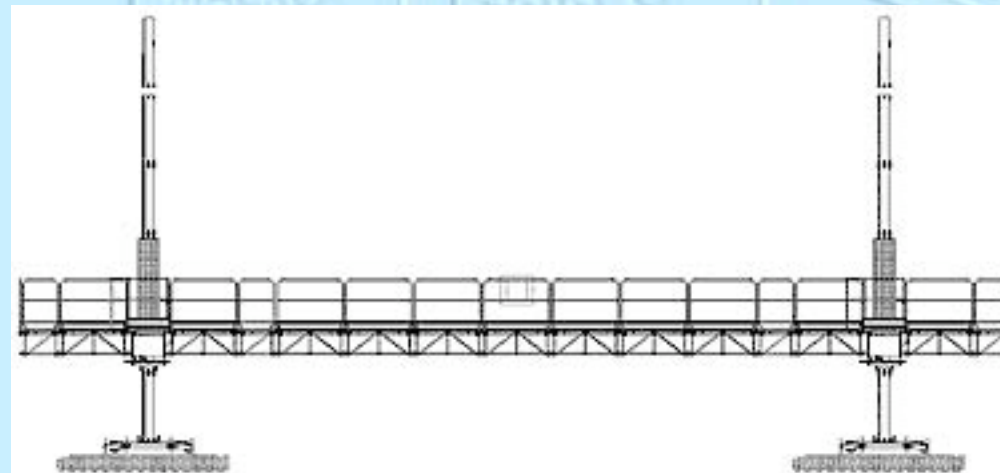
Sulla placchetta dorsale, che riporta l'identificazione completa di ogni imbracatura, sono indicati i seguenti dati:

- anno di fabbricazione
- denominazione del prodotto
- numero di serie
- sigla di rintracciabilità

Cinghia toracica regolabile ad aggancio rapido

⚠ Attenzione: Con uso stemale, le asole posizionate sulle cinghie delle bretelle debbono obbligatoriamente essere collegate tra loro da un moschetone

Cintura di posizionamento integrata. Allacciamento rapido. Conforme norma UNI - EN 358



Lavori "in officina"

Nel caso di lavori su macchine utensili, la normativa di riferimento è il D.P.R. 459/96. Definizione di "macchina"

- 1) un insieme di pezzi o di organi, di cui almeno uno mobile, collegati tra loro, anche mediante attuatori, con circuiti di comando e di potenza o altri sistemi di collegamento, connessi solidalmente per un'applicazione ben determinata, segnatamente per la trasformazione, il trattamento, lo spostamento o il condizionamento di materiali;*
- 2) un insieme di macchine e di apparecchi che, per raggiungere un risultato determinato, sono disposti e comandati in modo da avere un funzionamento solidale;*
- 3) un'attrezzatura intercambiabile che modifica la funzione di una macchina, commercializzata per essere montata su una macchina o su una serie di macchine diverse o su un trattore dell'operatore stesso, nei limiti in cui tale attrezzatura non sia un pezzo di ricambio o un utensile...*

Lavori "in officina"

(Definizione di componente di sicurezza. art.1 comma 2
lett. b) D.P.R. 459/96)

...un componente, purchè non sia un'attrezzatura intercambiabile, che il costruttore o il suo mandatario stabilito nella U.E. immette sul mercato allo scopo di assicurare, con la sua utilizzazione, una funzione di sicurezza e il cui guasto o cattivo funzionamento pregiudica la sicurezza o la salute delle persone esposte.

Lavori "in officina"

(Rimozione od omissione dolosa di cautele contro infortuni sul lavoro. art. 437 c.p.)

Chiunque omette di collocare impianti, apparecchi o segnali destinati a prevenire disastri o infortuni sul lavoro, ovvero li rimuove o li danneggia, è punito con la reclusione da sei mesi a cinque anni. Se dal fatto deriva un disastro o un infortunio, la pena è della reclusione da tre a dieci anni.

(Omissione colposa di cautele o difese contro i disastri o infortuni sul lavoro. art. 451 c.p.)

Chiunque, per colpa, omette di collocare, ovvero rimuove o rende inservibili apparecchi o altri mezzi destinati alla estinzione di un incendio, o al salvataggio o al soccorso contro disastri o infortuni sul lavoro è punito con la reclusione fino a un anno o con la multa da £. 200.000 a £. 1.000.000.

Lavori "in officina"

(Omicidio colposo. art. 589 c.p.)

Chiunque cagiona per colpa la morte di una persona è punito con la reclusione da sei mesi a cinque anni. Se il fatto è commesso con la violazione delle norme sulla disciplina per la prevenzione degli infortuni sul lavoro la pena è della reclusione da uno a cinque anni. Nel caso di morte di più persone, ovvero di morte di una o più persone e di lesioni di una o più persone, si applica la pena che dovrebbe infliggersi per la più grave delle violazioni commesse aumentata fino al triplo, ma la pena non può superare gli anni 12.

Lavori "in officina"

(Lesioni personali colpose. art. 590 c.p.)

Chiunque cagiona ad altri, per colpa, una lesione personale è punito con la reclusione fino a tre mesi o con la multa fino a £. 600.000. Se la lesione è grave la pena è della reclusione da uno a sei mesi o della multa da £. 240.000 a £. 1.200.000.; se è gravissima, della reclusione da tre mesi a due anni o della multa da £. 600.000 a £. 2.400.000. Se i fatti di cui al precedente capoverso sono commessi con la violazione delle norme sulla disciplina per la prevenzione degli infortuni sul lavoro, la pena per le lesioni gravi è della reclusione da due a sei mesi o della multa da £. 480.000 a £. £. 1.200.000. ; e la pena per lesioni gravissime è della reclusione da sei mesi a due anni o della multa da £. 1.200.000 a £. 2.400.000. Nel caso di lesioni di più persone si applica la pena che dovrebbe infliggersi per la più grave delle violazioni commesse, aumentata fino al triplo; ma la pena della reclusione non può superare gli anni cinque. Il delitto è punibile a querela della persona offesa salvo nei casi previsti nel primo e secondo capoverso, limitatamente ai fatti commessi con violazione delle norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro e relative all'igiene del lavoro

Lavori "in officina"

(Responsabilità per l'esercizio di attività pericolose. art. 2050 c.c.)

Chiunque cagiona danno ad altri nello svolgimento di un'attività pericolosa, per sua natura o per la natura dei mezzi adoperati, è tenuto al risarcimento, se non prova di aver adottato tutte le misure idonee ad evitare il danno.

(Tutela delle condizioni di lavoro. art. 2087 c.c.)

L'imprenditore è tenuto ad adottare nell'esercizio dell'impresa le misure che, secondo la particolarità del lavoro, l'esperienza e la tecnica, sono necessarie a tutelare l'integrità fisica e la personalità morale dei prestatori di lavoro.

Rischio chimico

Non è facile elencare tutte le possibili sostanze "comunemente" adoperate negli apparati sperimentali, ma i parametri più importanti da valutare sono:

- il "range" di infiammabilità
- la tossicità
- le quantità in gioco

E di conseguenza...

- il rischio di incendio
- il rischio di esposizione alla sostanza e/o ai vapori della sostanza
- le necessità di smaltimento nella normale operatività
- le necessità operative in condizioni di emergenza (incendio, sversamento, etc.)



Sommario

- ➔ Normativa - brevi cenni
- ➔ Diagrammi di flusso operativi
- ➔ Ricognizione "inventariale"
- ➔ Configurazione dei LNGS
- ➔ Applicazione della normativa ai LNGS: difficoltà da superare
- ➔ Monitoraggi effettuati
- ➔ Compiti dei "vari attori"
- ➔ Statistiche



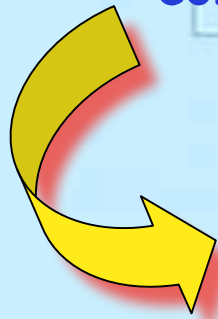
La Normativa Vigente

Decreto Legislativo 25 del 2 Febbraio 02

apparso sul Supplemento Ordinario N° 40/L alla
Gazzetta Ufficiale N° 57 del 8 marzo 2002.
Provvede all'attuazione della...

Direttiva 98/24/CE

sulla protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori
contro i rischi derivanti da agenti chimici durante il lavoro.



**Modifica il titolo VII del D.Lgs. 626/94 e successive
modifiche ed integrazioni, ed aggiunge un
Titolo VII bis - "protezione da agenti chimici"
allo stesso.**

Campo di Applicazione - 1

Il presente decreto ha lo scopo di determinare i requisiti minimi di sicurezza per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza che derivano, o possono derivare, dagli effetti di agenti chimici.

Si applica:

- ✓ ad ogni attività lavorativa che comporti la presenza di agenti chimici;
- ✓ a tutti gli agenti chimici pericolosi che sono presenti sul luogo di lavoro, fatte salve le disposizioni relative agli agenti chimici per i quali valgono provvedimenti di protezione radiologica regolamentati dal D.Lgs. 230 del 1995, e s.m.i.;
- ✓ agli agenti cancerogeni, fatte salve le disposizioni specifiche contenute nel titolo VII del decreto legislativo n. 626/94, come modificato dal D. Lgs. 66 del 2000;

Campo di Applicazione - 2

- ✓ al trasporto di agenti chimici pericolosi, fatte salve le disposizioni specifiche contenute nei decreti ministeriali 4 settembre 1996, 15 maggio 1997, 28 settembre 1999 e decreto legislativo 13 gennaio 1999 n. 41, di attuazione della direttiva 94/ 55/ CE, nelle disposizioni del codice IMDG del codice IBC e nel codice IGC, quali definite dall'articolo 2 della direttiva 93/ 75/ CEE, nelle disposizioni dell'accordo europeo relativo al trasporto internazionale di merci pericolose per vie navigabili interne (ADN) e del regolamento per il trasporto delle sostanze pericolose sul Reno (ADNR), quali incorporate nella normativa comunitaria e nelle istruzioni tecniche per il trasporto sicuro di merci pericolose emanate alla data del 25 maggio 1998.

Le disposizioni del presente titolo non si applicano alle attività comportanti esposizione ad amianto che restano disciplinate dalla normativa specifica.

Definizioni (art. 60-ter)

a) Agenti chimici:

tutti gli elementi o composti chimici, sia da soli sia nei loro miscugli, allo stato naturale o ottenuti, utilizzati o smaltiti, compreso lo smaltimento come rifiuti, mediante qualsiasi attività lavorativa, siano essi prodotti intenzionalmente o no e siano immessi o no sul mercato.

b) Agenti chimici pericolosi:

- 1) agenti chimici o semplicemente agenti classificati come sostanze pericolose ai sensi del decreto legislativo 3 febbraio 1997, n. 52, e successive modifiche. Sono escluse le sostanze pericolose solo per l'ambiente;
- 2) agenti chimici o semplicemente agenti classificati come preparati pericolosi ai sensi del decreto legislativo 16 luglio 1998, n. 285, e successive modifiche. Sono esclusi i preparati pericolosi solo per l'ambiente;
- 3) agenti chimici che, pur non essendo classificabili come pericolosi, in base ai punti 1 e 2, possono comportare un rischio per la sicurezza e la salute dei lavoratori a causa di loro proprietà chimico-fisiche, chimiche o tossicologiche e del modo in cui sono utilizzati o presenti sul luogo di lavoro, compresi gli agenti chimici cui è stato assegnato un valore limite di esposizione professionale.

Campo di Applicazione - 1

In definitiva occorre riferirsi ad agenti chimici pericolosi per la sicurezza classificati come:

- esplosivi;
- infiammabili;
- facilmente infiammabili;
- estremamente infiammabili;
- comburenti;
- corrosivi;

e ad agenti chimici pericolosi per la salute classificati come:

- molto tossici;
- tossici;
- nocivi;
- irritanti;
- sensibilizzanti;
- tossici per il ciclo produttivo;

mentre sono escluse dal campo di applicazione del D.Lgs. 25/02 sostanze e preparati che siano solo: pericolosi per l'ambiente.

Campo di Applicazione - 2

Attività che comporta la presenza di agenti chimici pericolosi:
ogni attività lavorativa in cui sono utilizzati agenti chimici, o se ne prevede l'utilizzo, in ogni tipo di procedimento, compresi la produzione, la manipolazione, l'immagazzinamento, il trasporto o l'eliminazione e il trattamento di rifiuti, o che risultino da tale attività lavorativa.

Valore limite di esposizione professionale:
se non diversamente specificato, il limite della concentrazione media ponderata nel tempo di un agente chimico nell'aria all'interno della zona di respirazione di un lavoratore in relazione ad un determinato periodo di riferimento.

Valore limite biologico:
il limite della concentrazione del relativo agente, di un suo metabolita, o di un indicatore di effetto, nell'appropriato mezzo biologico.

Campo di Applicazione - 3

Per questi limiti occorre riferirsi agli allegati VIII-ter e VIII-quarter. Dato che tali allegati sono attualmente solo esemplificativi, occorre identificare gli agenti per cui esistano riferimenti di legge, mentre per gli altri agenti occorre riferirsi alle norme tecniche riconosciute (vedi indici TLV).

Sorveglianza sanitaria:

la valutazione dello stato di salute del singolo lavoratore in funzione dell'esposizione ad agenti chimici sul luogo di lavoro.

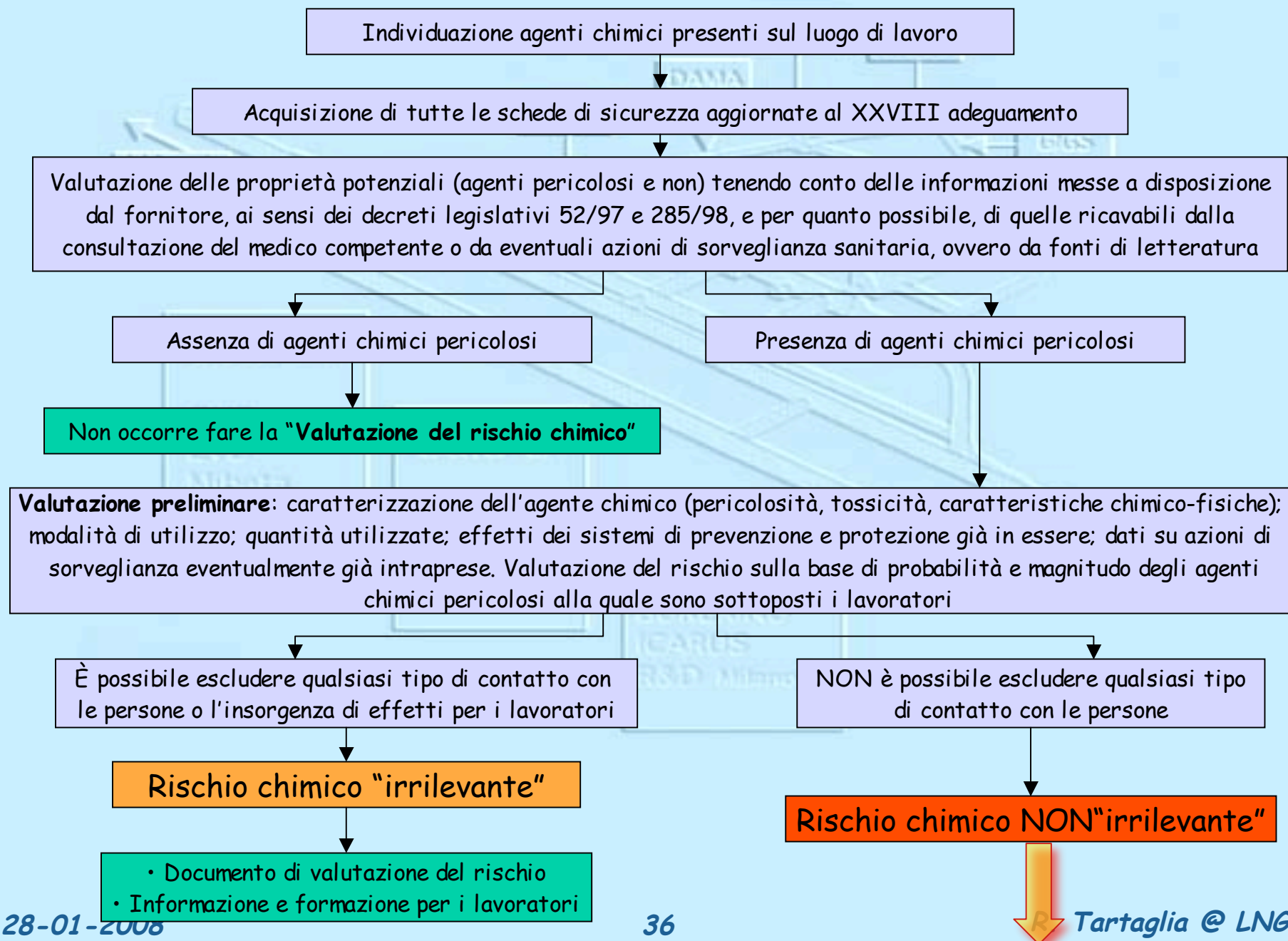
Pericolo:

la proprietà intrinseca di un agente chimico di poter produrre effetti nocivi.

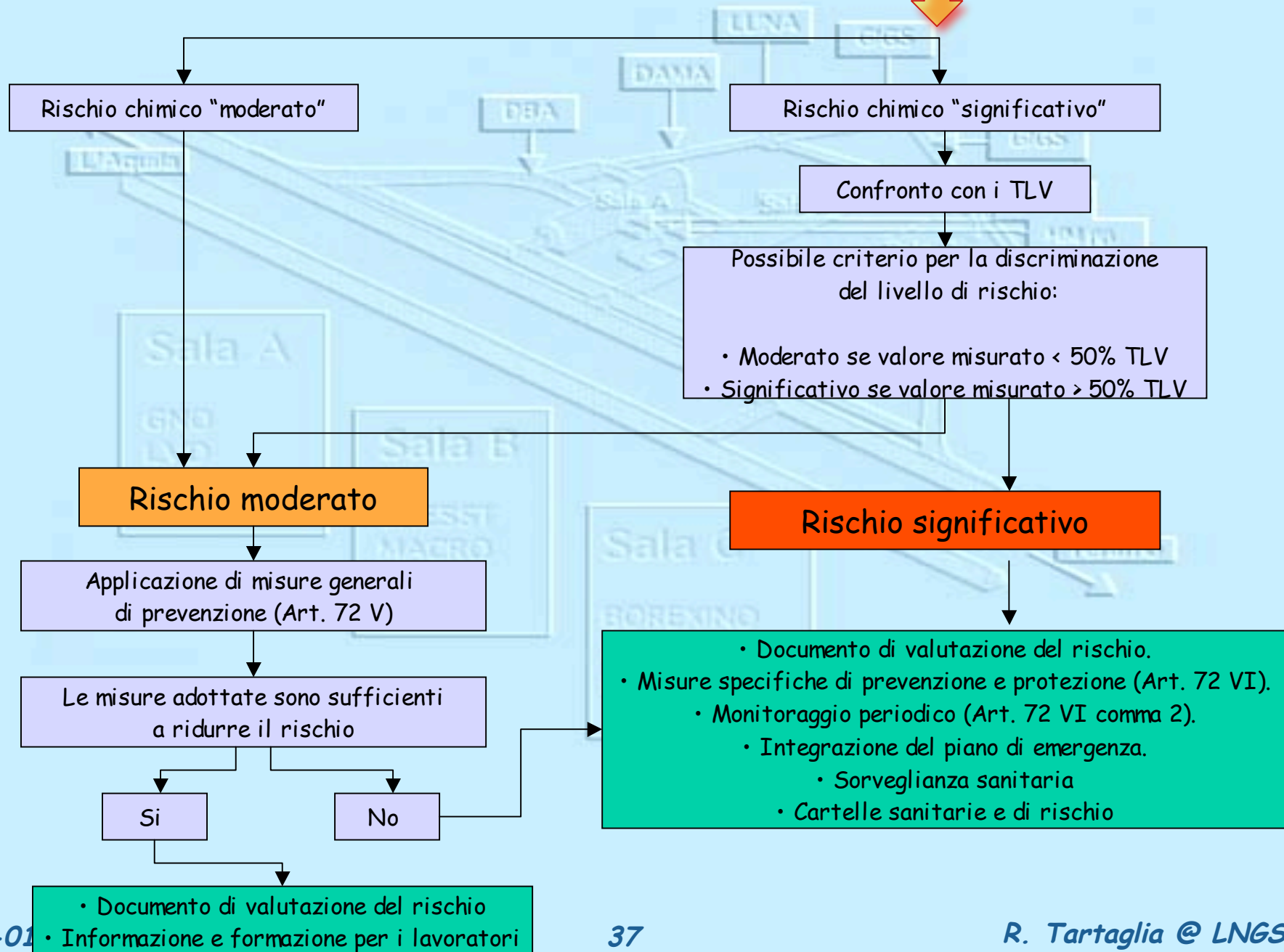
Rischio:

la probabilità che si raggiunga il potenziale nocivo nelle condizioni di utilizzazione o esposizione.

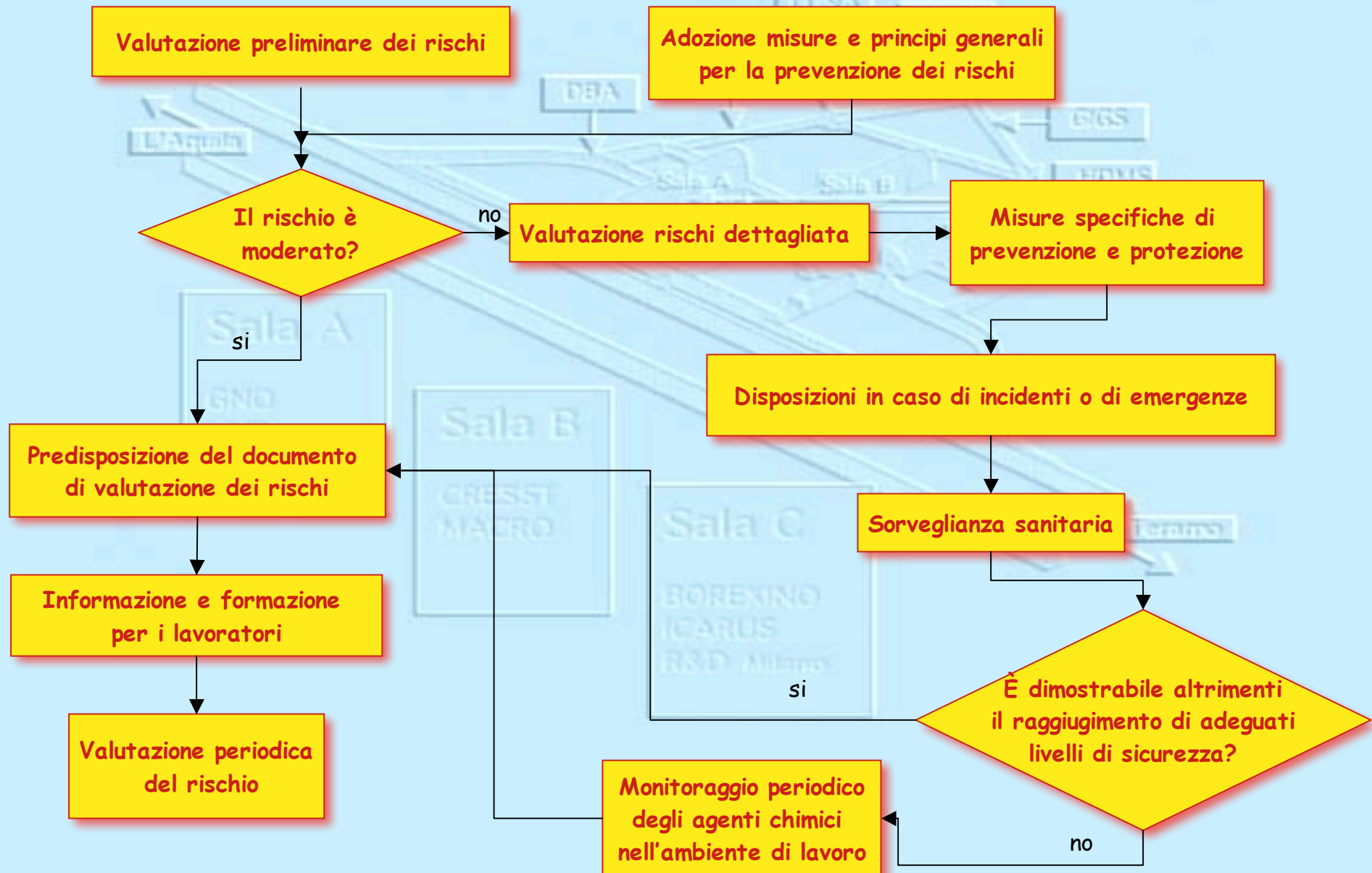
Schema Logico - 1 [Assocarta]



Schema Logico - 2 [Assocarta]



Schema Logico - 3 (1+2)



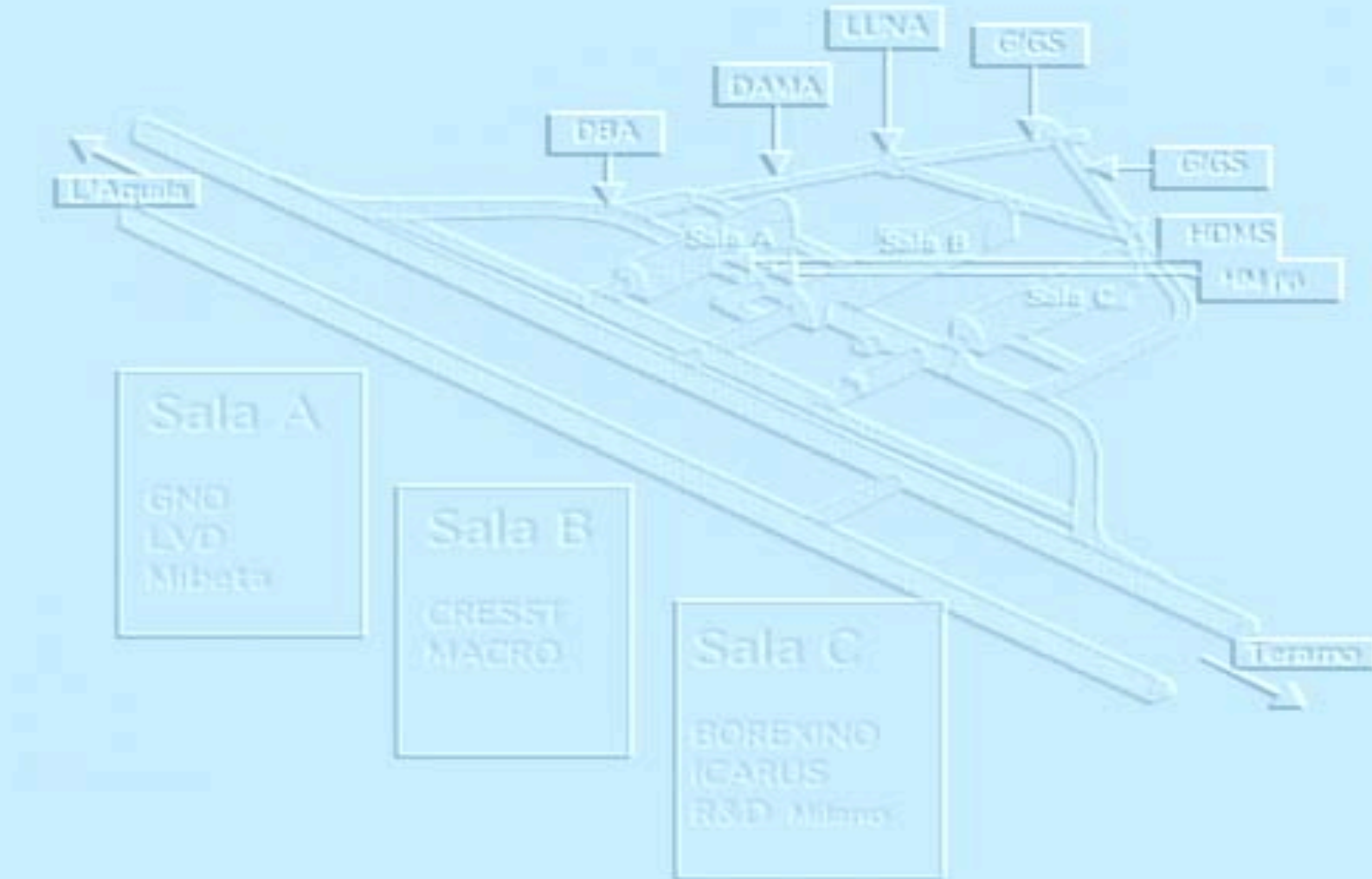
Scheda riassuntiva di "ricognizione"

Caratteristiche dell'agente chimico													
1	2	3	4a	4b	4c	4d	4e	4f	5	6a	6b	6c	6d
Pos	Nome prodotto	Dislocazione	Motivo della presenza						Componenti chimici principali	Stato fisico			
			Materia prima	Prodotto intermedio	Prodotto ausiliario	Prodotto di formazione	Prodotto finito	Rifiuto		%	Liquido	Solido	Gas
1													
2													
3													

Caratteristiche dell'agente chimico												
7	8	9a	9b	9c	9e	9f	9g	10	11a	11b	11c	
Punto di infiammabilità	pH	Incompatibilità						Reazione prevista	Classificazione ai sensi del D.Lgs 25/2002			
	°C	pH	Acidi	Basi	Ossidanti	Riducenti	Metalli	Altro (specific.)	Prodotti di decomposizione	Classificazione	Fraasi di rischio R	Via di assorbimento

Caratteristiche dell'agente chimico											
12a	12b	12c	13a	13b	13c	13d	14	15a	15b	15c	15d
Modalità di trasporto			Tipo di stoccaggio				Quantità massima stoccata	Trasferimento all'utilizzo			
Automezzi casonati	Autocisterne	Altro (specific.)	Cisternette	Serbatoio	Sacchi/ Big Bags	Altro (specific.)		kg o litri	Automezzi casonati	Tubazioni	Carrelle elevatori

Lavorazioni in Clean Room



Lavorazioni in Clean Room



Che cos'è una camera pulita



Applicazioni industriali



Caratteristiche di una clean room



Le camere pulite nell'INFN



Le peculiari applicazioni @ LNGS



Aspetti di sicurezza legati alla operatività delle Clean Rooms



Cos'è una Clean Room?

Una Clean Room si può definire un ambiente a contaminazione controllata: si intende, con tale definizione, l'insieme di locali, ambienti, ed impianti atti a garantire il raggiungimento ed il mantenimento di condizioni ottimali per quel che riguarda il valore di concentrazione di polvere in aria.

L'impiantistica minima necessaria di una clean room è costituita da: pareti a basso rilascio di polvere, pavimenti flottanti, controsoffittature "particolari", filtri piani, filtri a tasche e filtri assoluti (filtri HEPA), impianto di circolazione aria, impianto di condizionamento aria, umidificatori/deumidificatori, eventuali batterie di raffreddamento/riscaldamento, impianto di illuminazione, di telefonia, di supervisione e gestione delle condizioni operative della Clean Room.

Possibili impianti accessori:

distribuzione aria compressa, distribuzione gas tecnici, distribuzione acqua deionizzata/demineralizzata, cappe chimiche, etc.

Cos'è una camera pulita?

Come abbiamo visto, la Clean Room risulta essere un insieme di locali, impianti ed impianti accessori che, comunque, una volta realizzati, potrebbero incidere in maniera "importante" sulla operatività di una Sezione, Laboratorio e/o quant'altro. Dal punto di vista "tecnico", risulta fondamentale prevedere, fin dal momento della realizzazione, una corretta gestione della fase di manutenzione e, possibilmente, investire fin dall'inizio sulla flessibilità della Clean Room stessa.

Terminologia possibile:

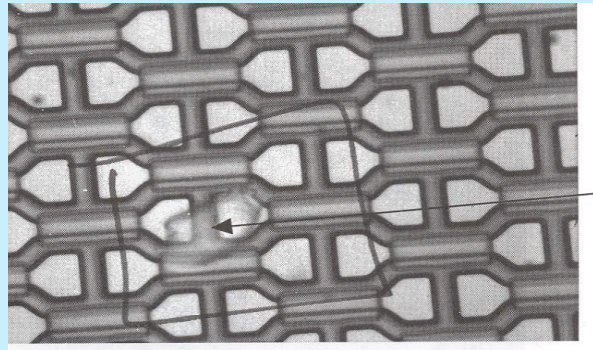
camera pulita, camera bianca, camera sterile, ambiente a contaminazione controllata, "work unit" con aria pulita

Applicazioni "industriali"

Tutte quelle applicazioni dove la polvere potrebbe compromettere la funzionalità del prodotto, ovvero causare una contaminazione "pericolosa" in determinati ambienti.

- ➔ Elettronica di produzione (chip and micro-chip)
- ➔ Assemblaggio componenti veicoli spaziali
- ➔ Industria farmaceutica (eventuale uso di radio-isotopi)
- ➔ Industria chimica
- ➔ Biologia (laboratori, etc.)
- ➔ Ospedali (batteri, anche!!)

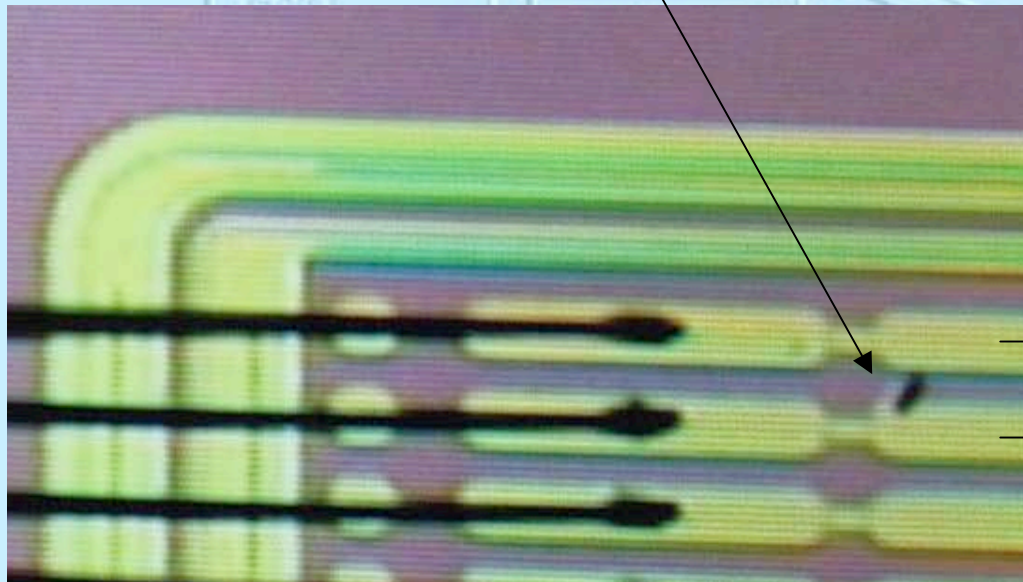
Applicazioni "industriali" - esempi



Particella contaminante su semiconduttore

Spessore capello umano 100 μ

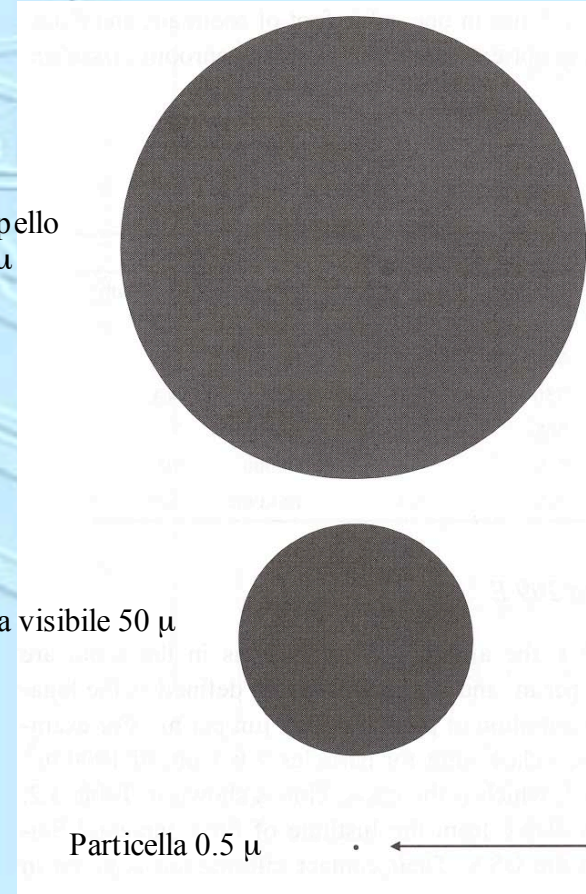
Particella contaminante



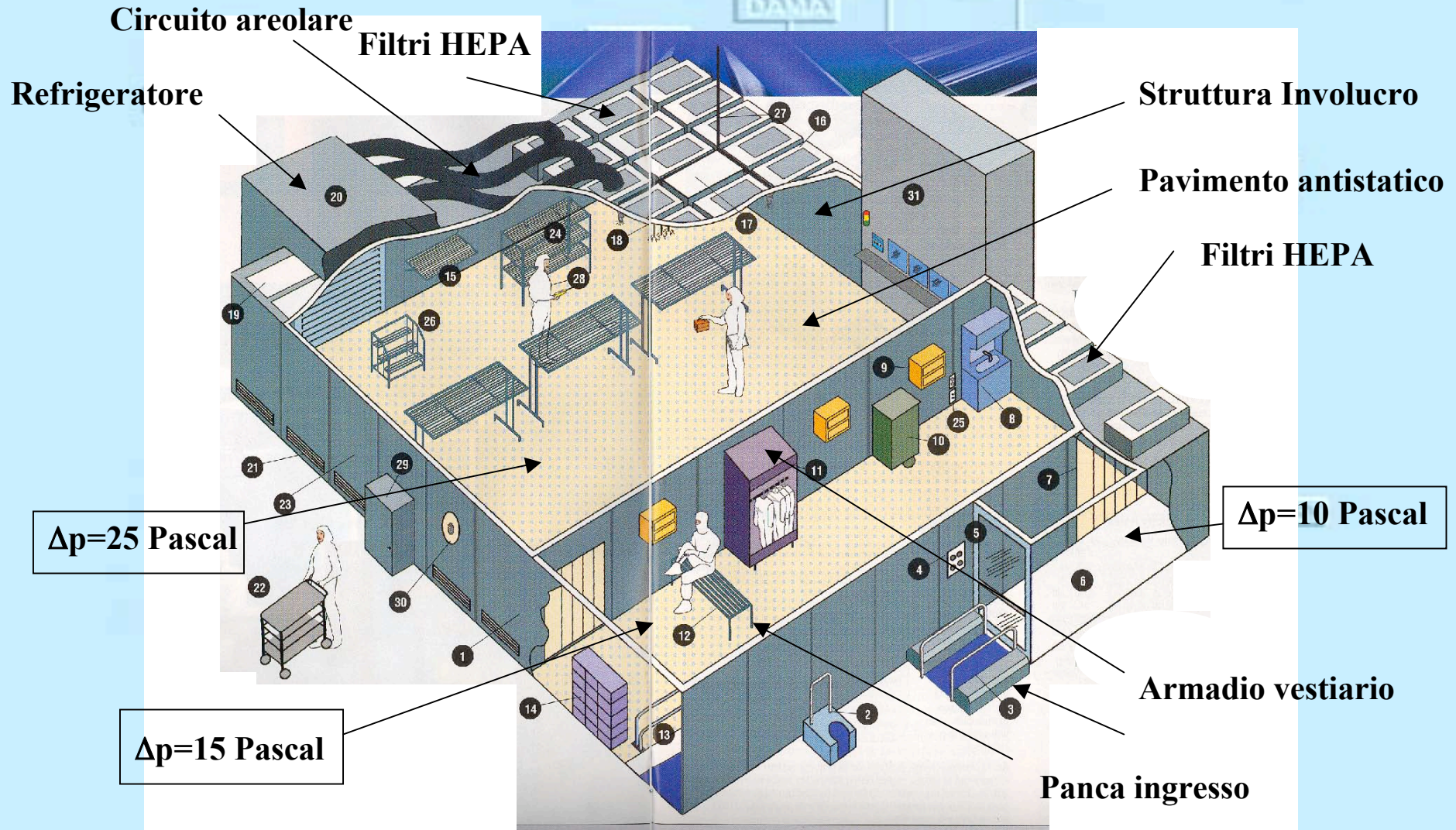
Particella visibile 50 μ

Particella 0.5 μ

~100 μ



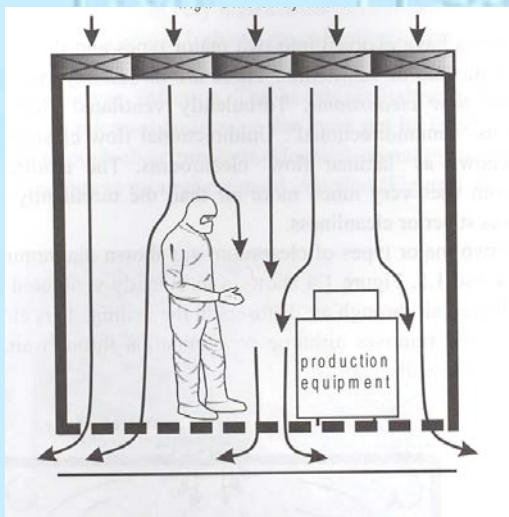
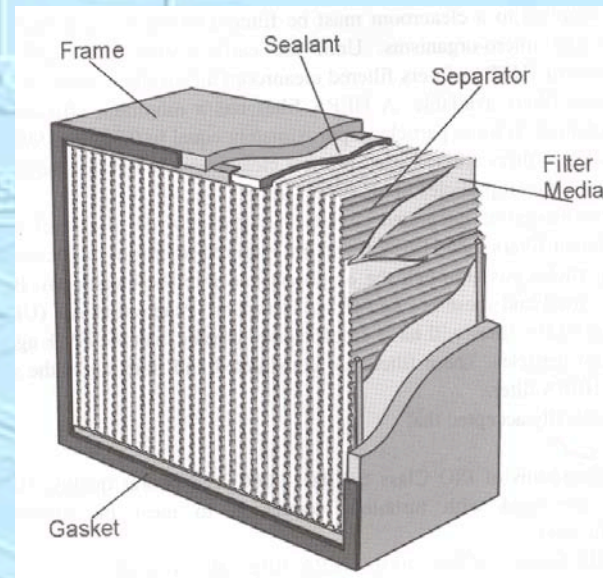
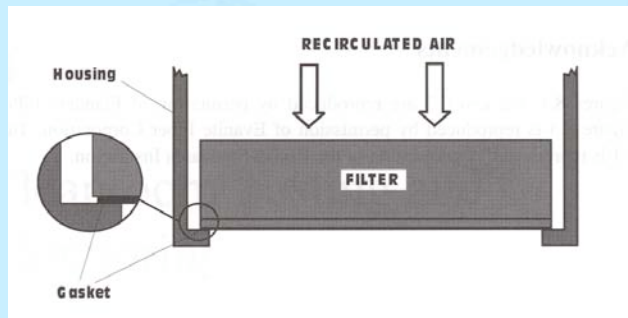
Le caratteristiche di una Clean Room- struttura



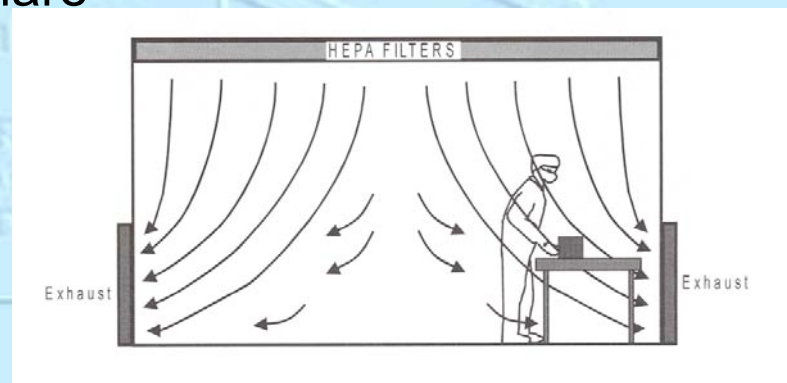
F. Bosi - INFN-PI

Sistemi di Filtrazione assoluta

Filtro Assoluto
flusso laminare
(HEPA)

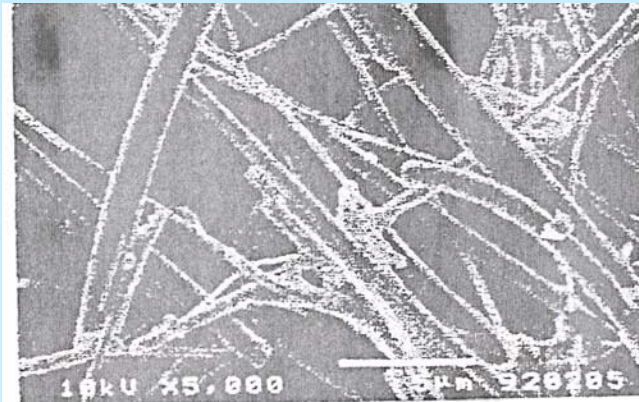


Flusso laminare

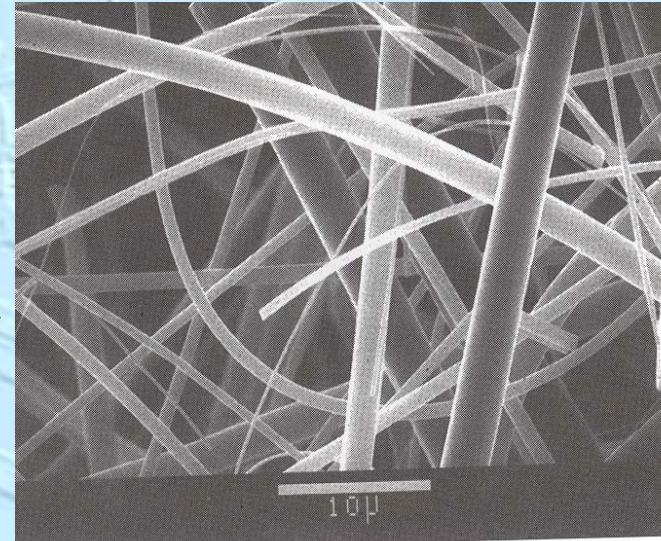


F. Bosi - INFN-PI

Sistemi di Filtrazione assoluta



Filtro Assoluto
Pulito



Filtro Assoluto
Sporco

Classificazione Clean Rooms (Int. Std.)

ISO Classification number	Maximum concentration limits (particles/m ³ of air) for particles equal to and larger than the considered sizes shown below					
	≥0.1μm	≥0.2μm	≥0.3μm	≥0.5μm	≥1μm	≥5.0μm
ISO Class 1	10	2				
ISO Class 2	100	24	10	4		
ISO Class 3	1 000	237	102	35	8	
ISO Class 4	10 000	2 370	1 020	352	83	
ISO Class 5	100 000	23 700	10 200	3 520	832	29
ISO Class 6	1 000 000	237 000	102 000	35 200	8 320	293
ISO Class 7				352 000	83 200	2 930
ISO Class 8				3 520 000	832 000	29 300
ISO Class 9				35 200 000	8 320 000	293 000

Table 3.2 Federal Standard 209 E class limits

Class Name		Class Limits									
		≥ 0.1μm		≥ 0.2μm		≥ 0.3μm		≥ 0.5μm		≥ 5μm	
SI	English	Volume Units		Volume Units		Volume Units		Volume Units		Volume Units	
		(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)	(m ³)	(ft ³)
M 1		350	9.91	75.7	2.14	30.9	0.875	10.0	0.283	--	--
M 1.5	1	1 240	35.0	265	7.50	106	3.00	35.3	1.00	--	--
M 2		3 500	99.1	757	21.4	309	8.75	100	2.83	--	--
M 2.5	10	12 400	350	2 650	75.0	1 060	30.0	353	10.0	--	--
M 3		35 000	991	7 570	214	3 090	87.5	1 000	28.3	--	--
M 3.5	100	--	--	26 500	750	10 600	300	3 530	100	--	--
M 4		--	--	75 700	2 140	30 900	875	10 000	283	--	--
M 4.5	1 000	--	--	--	--	--	--	35 300	1 000	247	7.00
M 5		--	--	--	--	--	--	100 000	2 830	618	17.5
M 5.5	10 000	--	--	--	--	--	--	353 000	10 000	2 470	70.0
M 6		--	--	--	--	--	--	1 000 000	28 300	6 180	175
M 6.5	100 000	--	--	--	--	--	--	3 350 000	100 000	24 700	700
M 7		--	--	--	--	--	--	10 000 000	283 000	61 800	1 750

C_n = Concentrazione massima permessa part./m³
 N = Numero di classificazione ISO
 D = dimensione della particella in μm
 0,1 = Costante con dimensioni in μm

$$C_n = 10^N \times \left[\frac{0.1}{D} \right]^{2.08}$$

Table 3.4 Comparison between selected equivalent classes of FS 209 and ISO 14644-1

ISO 14644-1	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Class 8
Classes						
FS 209	Class	Class	Class	Class	Class	Class 6
Classes	1	10	100	1000	10 000	100 000

F. Bosi - INFN-PI

Classificazione Clean Rooms (Int. Std.)

FLUSSO UNIDIREZIONALE TIPO VERTICALE

Velocità e ricambi d'aria in clean rooms (IES-RP-CC012.1)

Classe di purezza dell'aria	Cleanliness Class	Velocità media flusso d'aria*	Ricambi d'aria	Efficienza min. filtri finali	Ubicazione dei filtri finali	Area occupata dai filtri**
Fed. Std. 209E	Unità Inglesi	m/s	vol/h	%		%
M 1 e oltre	< 1	0,30 - 0,50	360 - 600	99,999995	Terminale	90 - 100
M 1.5 e M 2	1 e 3	0,30 - 0,45	360 - 540	99,99995	Terminale	90 - 100
M 2.5 e M 3	10 e 30	0,25 - 0,45	300 - 540	99,9995	Terminale	90 - 100
M 3.5 e M 4	100 e 300	0,20 - 0,40	240 - 480	99,999	Terminale	90

* Per clean rooms standard con controsoffitto installato a 3 m di altezza.

**Area occupata dai filtri terminali distribuiti sul controsoffitto rispetto alla superficie totale della clean room.

FLUSSO NON UNIDIREZIONALE E MISTO TIPO VERTICALE

Numero di ricambi d'aria raccomandati in clean rooms.

Classe di purezza dell'aria	Cleanliness Class	Velocità media su filtri finali	Ricambi d'aria	Efficienza min. filtri finali	Ubicazione dei filtri finali	Area occupata dai filtri**
Fed. Std. 209E	Unità Inglesi	m/s	vol/h	%		%
M 3.5 e M 4	100 e 300	0,40 - 0,80	240 - 480	99,9995	Terminale	20 - 50
M 4.5 e M 5	1 000 e 3 000	0,45 - 0,85	40 - 120	99,999	Terminale	10 - 20
M 5.5 e M 6	10 000 e 30 000	0,75 - 2,50	20 - 40	99,99	Term./Canal.	10 - 20
M 6.5 e M 7	1000 000 e 3000 000	0,75 - 3,00	10 - 20	95	Canalizzata	5 - 10

**Area occupata dai filtri terminali distribuiti sul controsoffitto rispetto alla superficie totale della clean room; nel caso di filtri finali canalizzati l'area occupata è riferita a diffusori convenzionali senza filtro.

Contaminazione

Il Personale della Clean Room e' un importante sorgente di contaminazione.

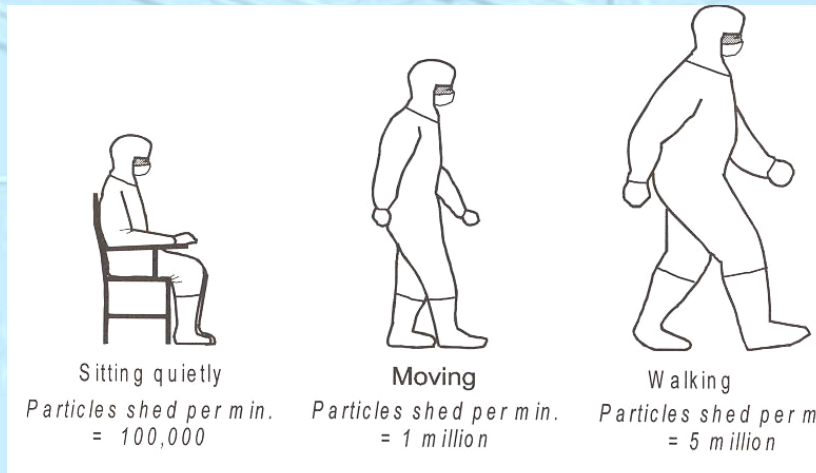
Table 1. Common cleanroom contaminants.

Contaminant	Size (μm)
Human hair	70-100
Human skin flakes	0.4-10
Pollen	5-100
Mold	2-20
Smoke	0.01-1
Household dust	0.05-100
Bacteria	0.25-10

Table 2. Particle generation rate ($\geq 0.3 \mu\text{m}/\text{min.}$)

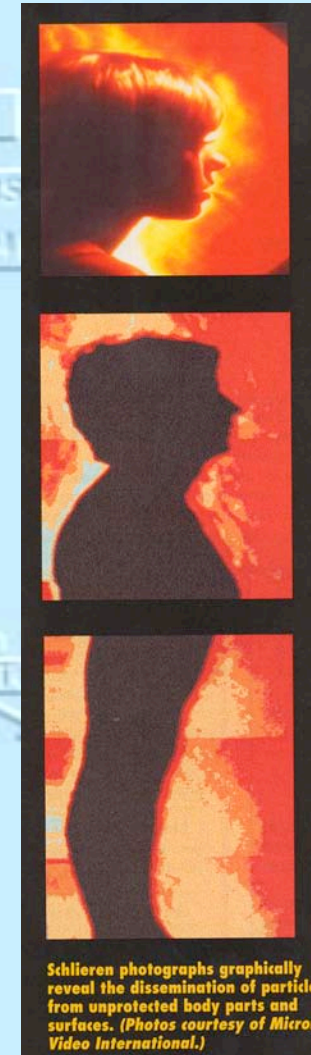
Motionless/sitting/standing	100,000
Head, arm, neck, leg motion	500,000
All of the above with foot motion	1,000,000
Standing to sitting position and vice-versa	2,500,000
Walking at 2.0 mph	5,000,000
Walking at 3.5 mph	7,500,000
Walking at 5.0 mph	10,000,000

Dimensioni dei contaminanti



Quantita' di particelle prodotte / min $\geq 0,5 \mu\text{m}$

Il Controllo della Contaminazione del personale e' fondamentale per mantenere i livelli di pulizia richiesti!!



Contaminazione

Durante uno starnuto, un colpo di tosse o piu' semplicemente parlando, si espelle un notevole quantitativo di particelle di saliva



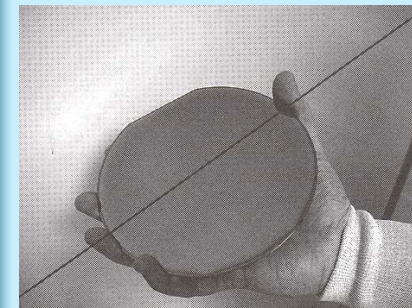
Particelle emesse
Durante uno starnuto

Danneggiamento
certo dei sensori
in assenza di
protezione



Particelle emesse
pronunciando la lettera "f"

	Particelle inerti (1-100mm)	Microbi
Starnuto	1 000 000	39000
Colpo di tosse	5 000	700
Parlare ad alta voce	250	40



F. Bosi - INFN-PI

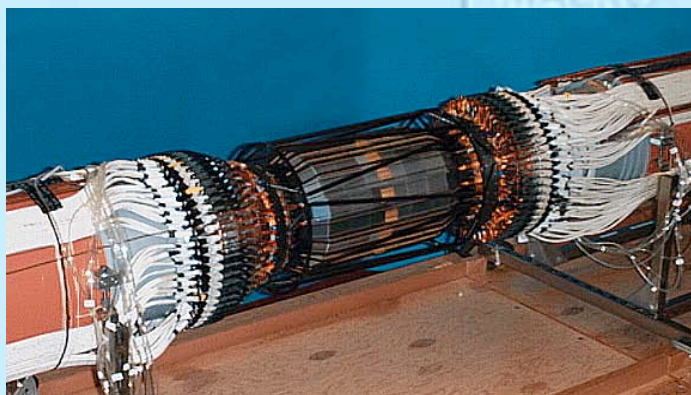
Le Clean Room nell'INFN

Negli ultimi anni stiamo assistendo ad un numero crescente di realizzazioni di Clean room all'interno dell'INFN (Pisa, Firenze, Padova, Perugia, Bari, Torino, Frascati, Trieste, Catania, Udine, Ferrara, LNGS, etc.)

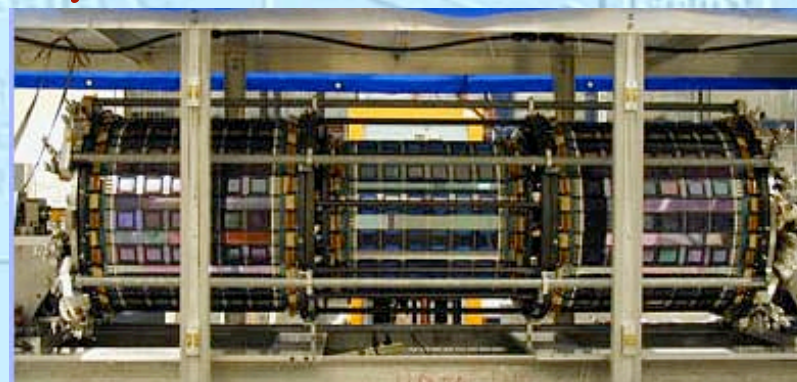
Ciò è dovuto alla utilizzazione estesa di rivelatori sofisticati (camere a fili e rivelatori a semiconduttore) negli esperimenti di fisica delle alte energie...

Oppure alla necessità di evitare la polvere in quanto contiene possibili radio-contaminanti in tracce (famiglie U, Th e K)

Alcuni esempi.....



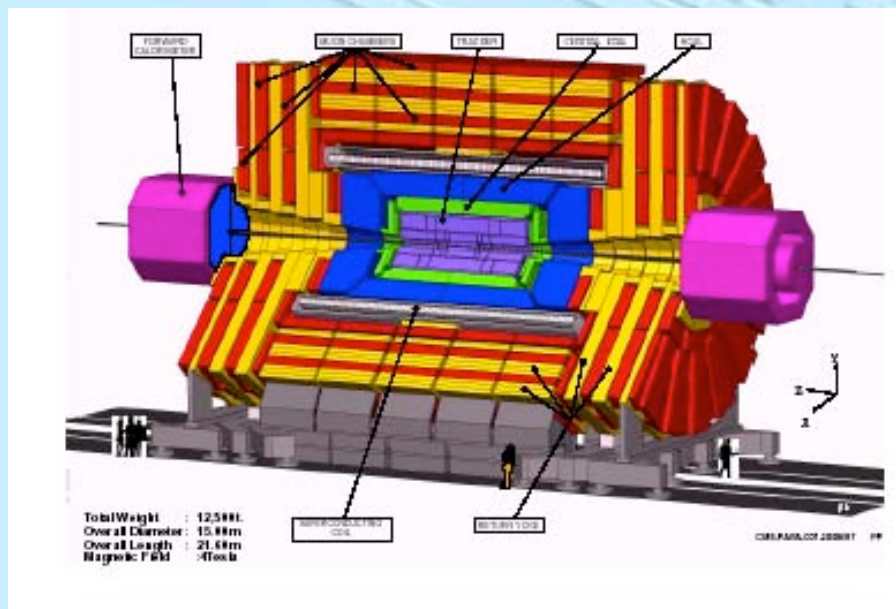
SVT (BaBar)



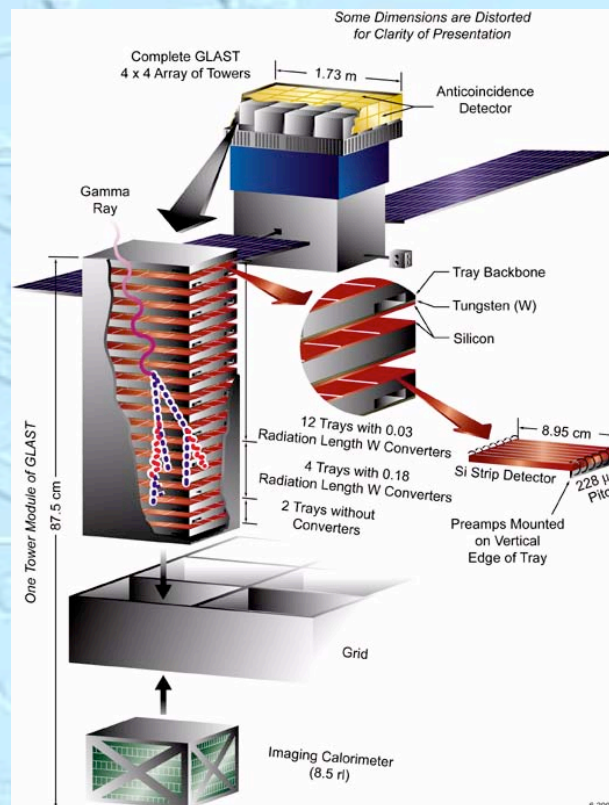
ISL (CDF)

Le Clean Room nell'INFN

Altri esempi...



CMS



GLAST

Sommario (reprise)



Sostanze "comunemente" adoperate ..

Di certo non è facile elencare tutte le possibili sostanze "comunemente" adoperate negli apparati sperimentali, ma di certo i parametri più importanti da valutare sono:

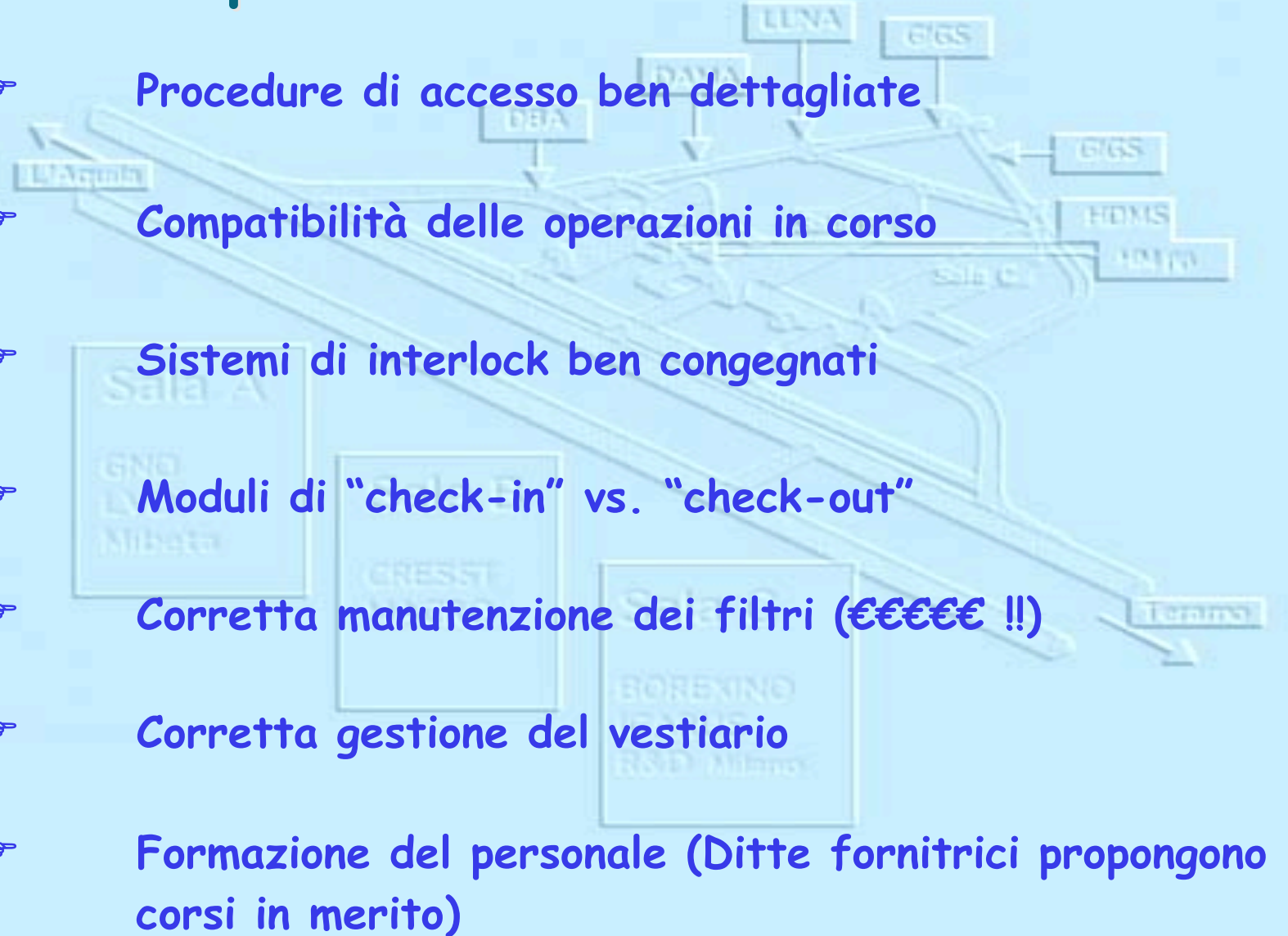
- ✓ - il "range" di infiammabilità
- ✓ - la tossicità
- ✓ - le quantità in gioco

E di conseguenza...

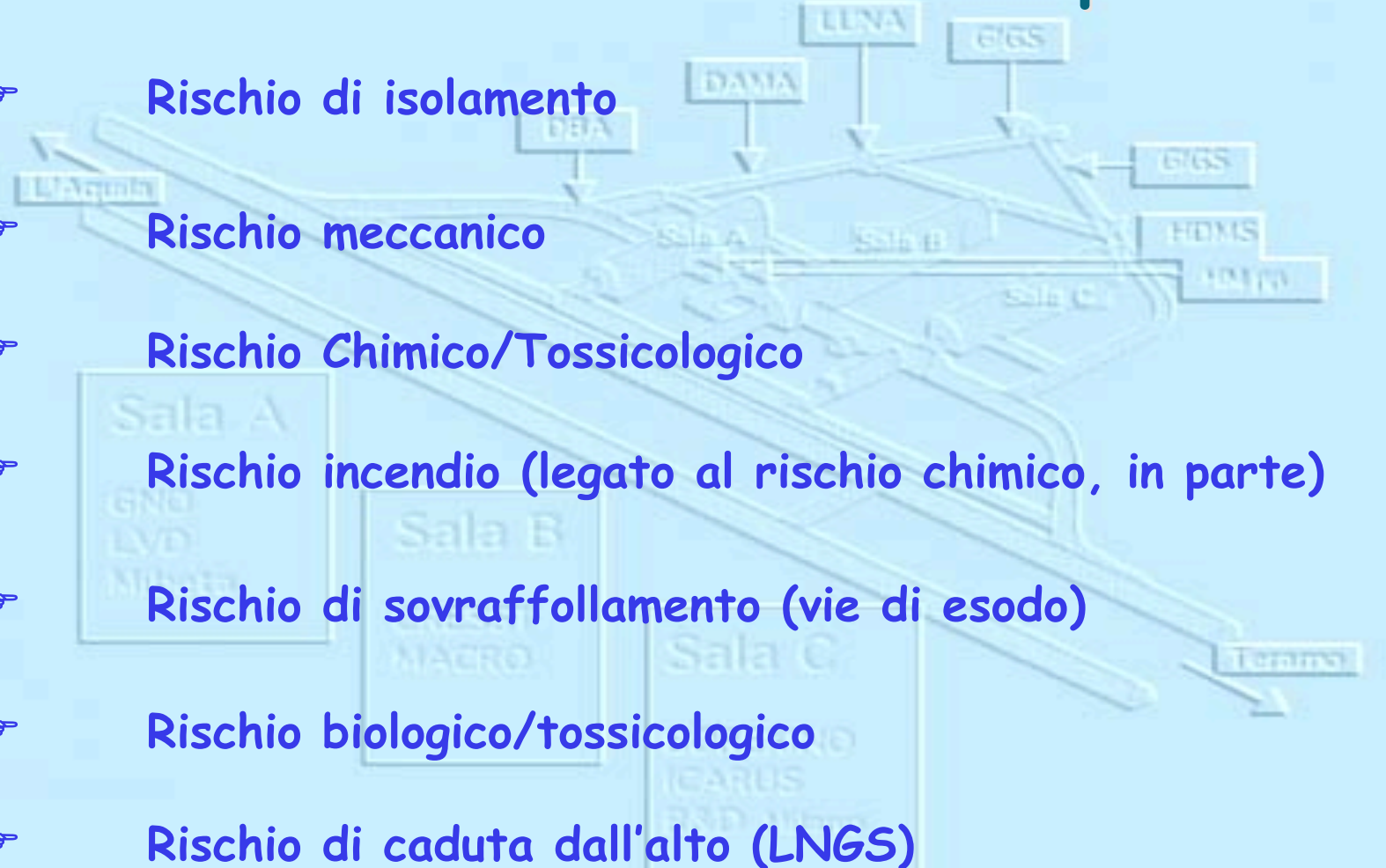
- ✓ - il rischio di incendio
- ✓ - il rischio di esposizione alla sostanza e/o ai vapori della sostanza
- ✓ - le necessità di smaltimento nella normale operatività
- - le necessità operative in condizioni di emergenza (incendio, sversamento, etc.)



L'operatività nelle Clean Rooms.

- 
- ➔ Procedure di accesso ben dettagliate
 - ➔ Compatibilità delle operazioni in corso
 - ➔ Sistemi di interlock ben congegnati
 - ➔ Moduli di "check-in" vs. "check-out"
 - ➔ Corretta manutenzione dei filtri (€€€€€ !!)
 - ➔ Corretta gestione del vestiario
 - ➔ Formazione del personale (Ditte fornitrici propongono corsi in merito)

Attività in Clean Rooms. Rischi potenziali

- 
- ➔ **Rischio di isolamento**
 - ➔ **Rischio meccanico**
 - ➔ **Rischio Chimico/Tossicologico**
 - ➔ **Rischio incendio (legato al rischio chimico, in parte)**
 - ➔ **Rischio di sovraffollamento (vie di esodo)**
 - ➔ **Rischio biologico/tossicologico**
 - ➔ **Rischio di caduta dall'alto (LNGS)**
 - ➔ **Compatibilità dei DPI con le operazioni in Clean Room**

Attività in Clean Rooms. Rischi potenziali



Rischio di isolamento

Il problema di fondo rimane sempre la particolare configurazione delle clean rooms:

- ambienti separati e "praticamente a tenuta"
- ΔP "dinamico" predeterminato
- esistenza di "shoe-barrier" nello spogliatoio
- conformazione a volte particolarmente angusta
- possibilità di lavorare "da soli"
- creazione di "pareti fragili", ben indicate, evitando così maniglioni antipanico e porte di sicurezza
- vie di esodo all'esterno da mantenere sgombre
- procedure per assicurare il lavoro "in coppia"

Attività in Clean Rooms. Rischi potenziali



Rischio meccanico

E' strettamente legato alla movimentazione automatizzata e/o meno di determinati meccanismi in Clean Room, dove l'ambiente è sicuramente "ristretto"

- assicurarsi del funzionamento dei pulsanti di shut-down
- "shut-down" automatico in caso di urti

Attività in Clean Rooms. Rischi potenziali



Rischio chimico/tossicologico

Il problema di fondo rimane sempre la particolare tendenza dei ricercatori a lasciare il materiale adoperato sull'ultimo bancone adoperato:

- resine bi-componente
- gas compressi (azoto, etc.)
- prodotti per pulizie a base di alcool iso-propilico
- alcool e/o altri detergenti e/o acidi (in presenza di cappe chimiche)
- ricognizione di tutte le sostanze adoperate!!
- sensori carenza O₂
- utilizzo di opportuni DPI (maschere con filtro, tipo 3M)
- disponibilità autorespiratori
- limitare l'uso di tali prodotti
- utilizzare armadi all'esterno e pass-box per i vari materiali, indipendenti dall'ingresso degli operatori
- moduli di check-in / check-out con descritti i

Attività in Clean Rooms. Rischi potenziali



Rischio incendio

Il problema è legato anche alla fase di progettazione iniziale:

- impianto di ventilazione generalmente sprovvisto di serrande tagliafuoco
- quantità sostanze "pericolose" adoperate
- calcolo del "carico di incendio"
- eventuale surriscaldamento ventilatori
- utilizzo di macchine per saldature e/o laser
- comprendere "a priori" le esigenze dei vari gruppi sperimentali
- pianificare le varie attività all'interno
- assicurare la perfetta gestione delle vie di esodo

Attività in Clean Rooms. Rischi potenziali



Rischio sovrappollamento

La connessione con il rischio incendio è del tutto evidente e quindi si risale alla fase di progettazione iniziale e stesura delle specifiche tecniche:

- Clean Room dimensionata correttamente
- corretta gestione degli accessi, sia per mantenere le classi di pulizia, sia per evitare eventuali problemi di esodo
- gestione gruppi sperimentali che operano in C. R.
- eventuali prove di evacuazione "locali"
- formazione del personale
- moduli di ingresso/uscita e/o prenotazione della C.R.

Attività in Clean Rooms. Rischi potenziali



Rischio biologico/tossicologico

Estremamente importante per gli ambienti tipo cliniche ospedaliere, laboratori di biologia (problemi legati ai batteri), etc.

- Utilizzo di DPI errati (non più la mascherina da polvere, in determinati casi)
- "ignoranza" in materia di igiene
- formazione del personale
- procedure estremamente rigorose
- moduli di ingresso/uscita e/o prenotazione della C.R.
- decontaminazione del vestiario, ove necessario,
- docce di "lavaggio"
- ambienti decontaminazioni personale (doccia d'aria, etc.)

Attività in Clean Rooms. Rischi potenziali



Rischio caduta dall'alto/ compatibilità DPI

Questa tipologia di rischio è particolarmente legata all'attività presso i LNGS. Si tratta comunque di un rischio meccanico.

- Utilizzo di DPI in concomitanza con le esigenze da camera pulita: assicurare la compatibilità dei vari DPI
- formazione del personale
- estrema attenzione alle operazioni eseguite
- precedenza/priorità alla sicurezza più che alla classe della C. R.
- acquisto e gestione di DPI "normali", pulizia degli stessi e quindi gestione degli stessi solo all'interno della C. R. (esempio: scarpe anti-infortunistiche, evitando l'uso delle sovrascarpe)

Attività in Clean Rooms. Rischi potenziali



Esempi di Moduli di check-in // check-out

- Inventario sostanze chimiche
(esempio di una ditta che opera nel settore chimico)

Caratteristiche dell'agente chimico													
1	2	3	4a	4b	4c	4d	4e	4f	5	6a	6b	6c	6d
Pos	Nome prodotto	Dislocazione	Motivo della presenza						Componenti chimici principali	Stato fisico			
			Materia prima	Prodotto intermedio	Prodotto ausiliario	Prodotto di formazione	Prodotto finito	Rifiuto		%	Liquido	Solido	Gas
1													
2													
3													

Caratteristiche dell'agente chimico												
7	8	9a	9b	9c	9e	9f	9g	10	11a	11b	11c	
Punto di infiammabilità	pH	Incompatibilità					Reazione prevista	Classificazione ai sensi del D.Lgs 25/2002				
	°C	pH	Acidi	Basi	Ossidanti	Riducenti	Metalli	Altro (specific.)	Prodotti di decomposizione	Classificazione	Fraasi di rischio R	Via di assorbimento

Caratteristiche dell'agente chimico											
12a	12b	12c	13a	13b	13c	13d	14	15a	15b	15c	15d
Modalità di trasporto			Tipo di stoccaggio				Quantità massima stoccata	Trasferimento all'utilizzo			
Automezzi cassonati	Autocisterne	Altro (specific.)	Cistemette	Serbatoio	Sacchi/ Big Bags	Altro (specific.)		kg o litri	Automezzi cassonati	Tubazioni	Carrelle elevatori

Attività in Clean Rooms. Rischi potenziali



Esempi di Moduli di check-in // check-out

- orario di ingresso;
- orario di uscita;
- sostanze chimiche introdotte (tipologia e quantità, ubicazione);
- ultima pulizia ri-organizzazione avvenuta;
- firma dell'ultimo ad uscire.

IN	OUT	Pulizia (ora)	Tipo Sostanza	Fraresi (R+S)	Q (litri)	Ubicazione	Device ON	Firma

Conclusioni - 1

L'INFN è una realtà davvero particolare, per la configurazione, per la varietà di strutture, per le molteplici attività, per l'elevata tecnologia, per la peculiarità delle sostanze adoperate negli Esperimenti, per la necessità di lavorare anche all'estero.

Le linee guida possono aiutare, ma non risolvono tutti i problemi.

Quella che dovrebbe cambiare, col tempo, è l'attitudine nei confronti dell'argomento "sicurezza", da parte dei ricercatori, ma da parte di tutti.



Physicists Attitudes...

Comics (Safety Staff) [Dispositivi di Protezione]

Non bisogna esagerare con le procedure e/o con la burocratizzazione.

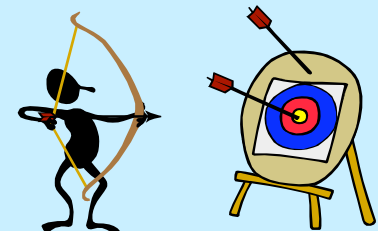
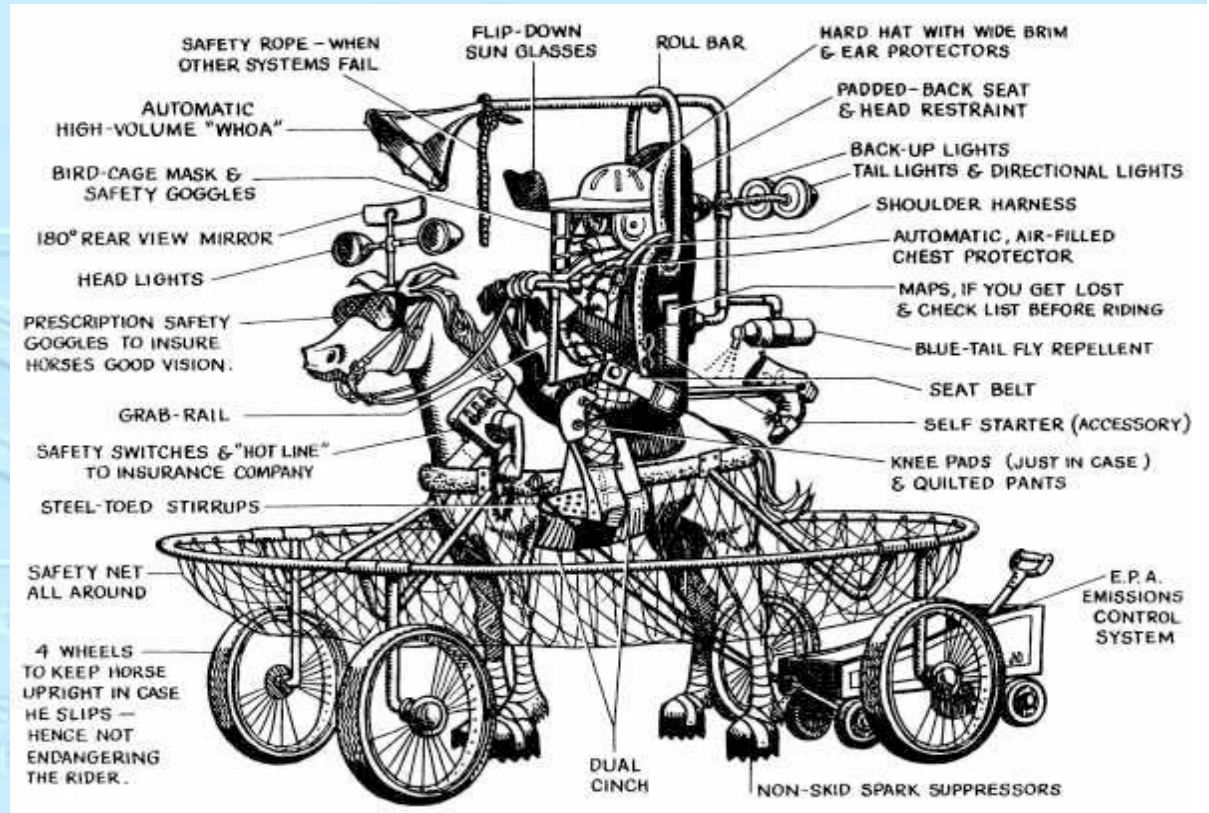
Focus on "sensibilizzazione" con corsi continui ed obbligatori.

Potrebbe essere utile organizzare degli "audit" tra le varie strutture, da concretizzare nel prossimo

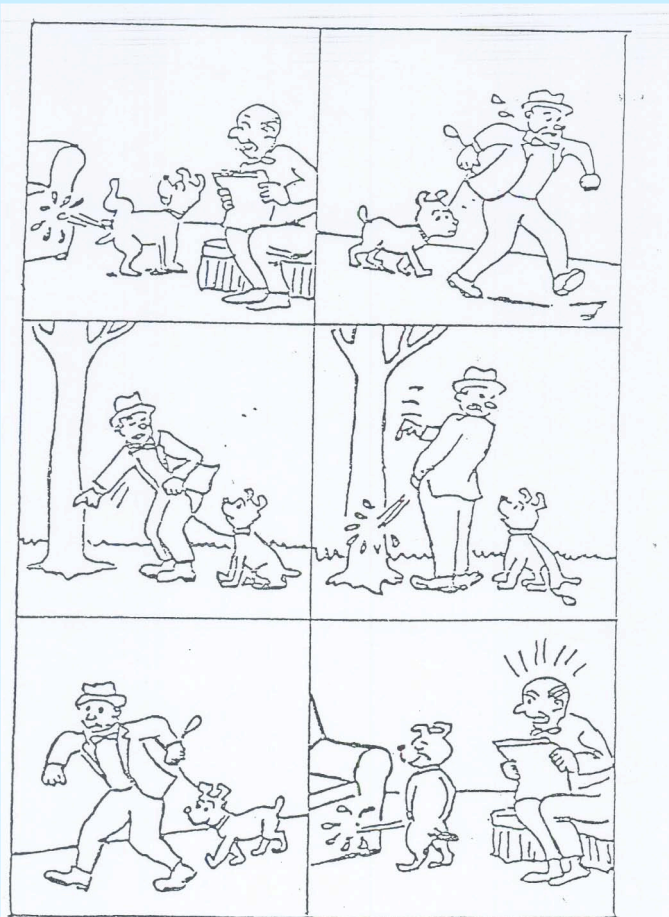
future ruolo fondamentale della comunicazione e della capacità di comunicazione, sia all'interno dell'INFN e tra l'INFN ed il mondo esterno.

Grazie ancora dell'attenzione e della collaborazione

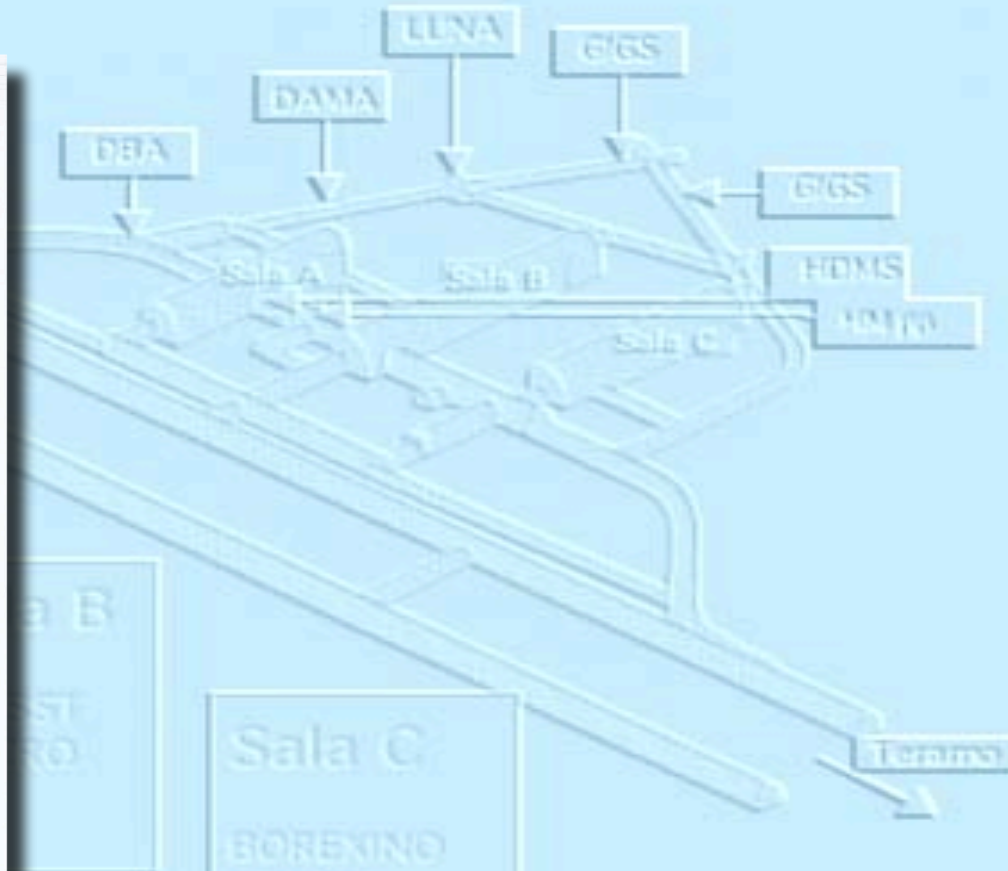
Email: Roberto.Tartaglia@lngs.infn.it URL: www.lngs.infn.it



Conclusioni



GIVE INSTRUCTIONS CLEARLY
TO AVOID MISINTERPRETATION



Thanks a lot for Your attention
and co-operation!!!!

Email: Roberto.Tartaglia@lngs.infn.it