

DAΦNE - L

PROPOSTA PER L'UTILIZZAZIONE DI DAΦNE COME SORGENTE DI LUCE DI SINCROTRONE

Gruppo di studio

A. Balerna
M. Benfatto
E. Bernieri
F. Boscherini
E. Burattini
R. Cimino
A. Marcelli
C. Mencuccini
S. Mobilio
C. Natoli
L. Palumbo
G. Vignola

INDICE

	Pag.
1. – INTRODUZIONE	1
2. – CONFRONTO TRA DAΦNE ED ALCUNE DELLE SORGENTI DI LUCE DI SINCROTRONE AVENTI ENERGIA PARAGONABILE.....	4
3. – COMPATIBILITÀ TRA GLI ESPERIMENTI CON LUCE DI SINCROTRONE E QUELLI DI FISICA SUB-NUCLEARE.....	6
4. – BEAM-LINE PROPOSTE PER DAΦNE	7
4.1. – Aree sperimentali	7
4.2. – La beam-line DUV1	8
4.3. – La beam-line DUV2	8
4.4. – La beam-line DSX1	8
5. – RISORSE NECESSARIE PER IL PROGETTO.....	9
5.1. – Preventivi di Spesa.....	9
5.1a. – Edilizia.....	9
5.1b. – Beam-line DUV1	9
5.1c. – Beam-line DUV2	10
5.1d. – Beam-line DSX1.....	10
5.1e. – Riepilogo generale dei finanziamenti necessari.....	10
5.1f. – Funzionamento	10
5.2. – Personale.....	11
5.3. – Scala dei tempi del progetto.....	12
5.3.1. – Piano di lavoro	12
5.3.2. – Scala temporale dei finanziamenti	13

DAΦNE - L

PROPOSTA PER L'UTILIZZAZIONE DI DAΦNE COME SORGENTE DI LUCE DI SINCROTRONE

1. - Introduzione

Nell'ultimo decennio la sperimentazione con Luce di Sincrotrone (LdS) ha costituito una parte rilevante della attività di Adone. Pur utilizzando la radiazione in modo parzialmente dedicato nei due laboratori PULS e PWA, l'attività di ricerca svolta è stata di notevole rilevanza, in termini quantitativi e qualitativi, sia in ricerche di tipo fondamentale che in ricerche di tipo applicativo. Ciò è dimostrato dall'elevato numero di utilizzatori esterni, docenti universitari e ricercatori di Enti di Ricerca e di Industrie che si sono avvicendati e si avvicendano tuttora nell'uso delle apparecchiature sperimentali disponibili presso i due laboratori nonché dall'elevato numero di pubblicazioni apparse su riviste internazionali.

La recente decisione dell'INFN di realizzare la Φ-Factory DAΦNE, porrà termine su Adone alle ricerche di Fisica sub-Nucleare e di Luce di Sincrotrone nel dicembre del 1992. La costruzione a Trieste di un anello di accumulazione, chiamato Elettra, dedicato alle ricerche con radiazione di sincrotrone e la partecipazione italiana al progetto della macchina europea ESRF a Grenoble consentiranno a molti gruppi di ricerca di proseguire le loro attività con Luce di Sincrotrone. Tuttavia, anche l'anello DAΦNE presenta delle caratteristiche di sicuro interesse per le ricerche con radiazione di sincrotrone, certamente complementari con quelle delle suindicate sorgenti. Esso viene costruito primariamente per esperimenti sulla "CP violation" ed allo scopo si prefigge di ottenere una luminosità elevata, nella scala dei 10^{32} - 10^{33} $\text{cm}^{-2} \text{sec}^{-1}$, mediante alta corrente

circolante, elevata emittanza orizzontale e bassa emittanza verticale. Le dimensioni orizzontali e verticali di un fascio di elettroni circolante all'interno di un anello di accumulazione sono proporzionali alla radice quadrata delle rispettive emittanze la cui somma è in ogni caso un'invariante. In generale l'alta emittanza è in contrasto con le esigenze della sperimentazione con luce di sincrotrone il cui uso ottimale richiede, invece, una macchina di bassa emittanza. Tuttavia, come accennato, il progetto presenta caratteristiche di grande interesse come sorgente di radiazione di sincrotrone. In particolare le dimensioni verticali del fascio di elettroni ($\approx 100 \mu\text{m}$ nei wiggler) e la elevata corrente accumulata (fino a 5 A) potrebbero permettere di eseguire esperimenti nel campo dell'ultravioletto (UV) e dei raggi X molli con elevata risoluzione ed un elevatissimo flusso di fotoni che in molti casi sarà addirittura maggiore di quello ottenibile presso macchine dedicate. Ciò sarà vero anche nei turni non dedicati e quindi in condizioni di totale parassitaggio degli esperimenti di Fisica sub-Nucleare.

In turni dedicati l'anello potrebbe lavorare in condizioni di bassa emittanza, permettendo di raggiungere elevatissime risoluzioni energetiche confrontabili con quelle ottenibili presso gli anelli dedicati di terza generazione (vedi Tabella I). Inoltre, l'utilizzazione di un wiggler in condizioni particolari, precisamente con una alimentazione dei poli asimmetrica, consentirebbe l'esecuzione di interessanti esperimenti in luce polarizzata circolarmente. Infine l'installazione in una eventuale fase successiva di wiggler superconduttori, estenderebbe lo spettro della radiazione verso energie più elevate ampliandone i campi di applicazione.

Il presente documento propone la realizzazione presso i Laboratori Nazionali di Frascati di una facility per l'utilizzazione di DAΦNE come sorgente di radiazione di sincrotrone, con lo scopo di sfruttare al meglio le caratteristiche per le quali DAΦNE risulta competitiva con le sorgenti di luce di terza generazione. La facility è attrezzata con tre linee di trasporto denominate DUV1, DUV2, e DSX1; DUV1 per esperimenti di spettroscopia nell'ultravioletto con controllo della polarizzazione; DUV2 per esperimenti di spettroscopia nell'ultravioletto da vuoto fino ai raggi X molli con elevato flusso di fotoni; DSX1, infine, per esperimenti nella regione dei raggi X molli in campi quali la microlitografia, la microingegneria, la microscopia a raggi X e l'analisi di elementi leggeri presenti in traccia mediante fluorescenza indotta da luce di sincrotrone.

Le linee di trasporto proposte:

- a) sfruttano al meglio le caratteristiche di alto flusso della macchina in turni non dedicati e di elevata brillantezza in turni dedicati;

- b) consentono una ampia sperimentazione in vastissimi campi della struttura della materia e della caratterizzazione dei moderni materiali il cui interesse in ricerche di tipo sia fondamentale che applicativo. Queste applicazioni avranno una vita superiore ad almeno un decennio a partire da oggi. Per quanto concerne la spettroscopia è nota la sua importanza come tecnica di indagine per lo studio delle proprietà della materia. Le linee proposte permetteranno di utilizzare le tecniche spettroscopiche di maggiore importanza nella zona spettrale dell'UV e dei raggi X molli, quali la fotoemissione, l'assorbimento e la fluorescenza dai livelli di core. La beam-line DUV1 produrrà, a valle del monocromatore, luce polarizzata sia linearmente che circolarmente. In tal modo, sfruttando al meglio le proprietà di selettività della radiazione di sincrotrone sarà possibile eseguire esperimenti che analizzino gli elettroni fotoemessi in spin oltre che in energia consentendo di caratterizzare completamente lo stato finale dell'elettrone emesso a seguito dell'assorbimento del fotone.

La beam-line DUV2 consentirà di eseguire esperimenti in condizioni di estrema diluizione ad esempio su fasci molecolari interagenti od in tempi estremamente brevi per lo studio di cinetiche chimiche. Le due beam-line per spettroscopia consentiranno una vasta applicazione delle tecniche spettroscopiche sopra accennate ad esempio, allo studio della struttura elettronica dei solidi, delle superfici e delle interfacce, allo studio di sistemi magnetici, delle eccitazioni e diseccitazioni di atomi e molecole in fase gassosa, dei cluster, delle correlazioni elettroniche nei solidi, dei superconduttori ad alta temperatura critica.

La beam-line DSX1 consentirà di sviluppare i processi litografici submicrometrici con raggi X molli con applicazioni nel campo dei circuiti ad altissima integrazione (VLSI). Va infatti rilevato che la litografia a raggi X sembra oggi l'unica alternativa alla fotolitografia ottica se si vogliono ottenere le densità d'integrazione richieste per la fine degli anni 90 (strutture da 0.1 μm). Permetterà poi di sviluppare una nuova tecnologia indicata con il nome LIGA (Lithography Galvanofarming Process) basata sulla fusione dei processi litografici submicrometrici ed i processi galvanici di elettroformazione. Questa nuova tecnologia permette di realizzare oggetti di qualsiasi forma, di dimensioni ed accuratezza submicrometriche con applicazioni nel campo della microingegneria, dell'ottica, degli apparati medicali miniaturizzati ecc. Si potranno, infine, eseguire interessanti esperimenti nel campo della microscopia a raggi X e delle analisi di elementi leggeri presenti in traccia;

- c) la loro realizzazione ed utilizzazione è possibile sfruttando le forze e le competenze attualmente disponibili (vedi paragrafo 4.2);
- d) una parte della strumentazione attualmente in uso potrà essere riutilizzata sulle linee proposte.

Il progetto dell'intera facility, nella forma in cui esso viene presentato, non esclude la possibilità di ulteriori sviluppi in campi quali la spettroscopia nell'infrarosso, la spettroscopia risolta in tempo, la microscopia in fotoemissione, ecc. Al momento, però si ritiene opportuno rimandare la discussione sulle relative beam-line a quando saranno avanzate proposte di ricerca specifiche da parte di gruppi della comunità scientifica italiana ed internazionale.

La proposta nella forma attuale prevede l'uso della macchina in parassitaggio alle ricerche di Fisica sub-Nucleare. Ciò, oltre a consentire la realizzazione di esperimenti di rilevante interesse nel campo della struttura della materia, permetterà di tenere in vita una attività INFN di luce di sincrotrone nei LNF di rilevante valore scientifico. Una eventuale estensione futura sarà possibile solo quando una frazione importante del tempo macchina di DAΦNE, potrà essere dedicata a ricerche con Luce di Sincrotrone.

Nel paragrafo 2 del presente documento viene paragonata DAΦNE ad alcune delle sorgenti, aventi energia confrontabile o vicina, in operazione o in costruzione nel mondo (vedi Tabella I) con lo scopo di mostrare come effettivamente essa rappresenti una sorgente di notevole interesse. Nel paragrafo 3 viene analizzata la compatibilità tra le ricerche con Luce di Sincrotrone e gli esperimenti di Fisica sub-Nucleare previsti. Nel paragrafo 4 vengono brevemente presentate le linee proposte e le aree sperimentali che possono essere utilizzate. Nel paragrafo 5 le richieste finanziarie e nell'ultimo paragrafo la scala temporale di questo progetto.

2. – Confronto tra DAΦNE ed alcune sorgenti di luce di sincrotrone aventi energia paragonabile

Nella Tabella I sono riportate le caratteristiche di DAΦNE e quelle di alcuni anelli dedicati a ricerche con LdS, ottimizzati per applicazioni nel medesimo intervallo energetico, incluso ELETTRA, l'anello in costruzione a Trieste. ADONE è presente per permettere un confronto con l'attuale sorgente dei Laboratori Nazionali di Frascati in operazione.

TABELLA I - Confronto delle caratteristiche di alcuni anelli per luce di sincrotrone. La maggior parte dei dati sono stati tratti da: H. Kobayakawa and K. Hube, Rev. Sci. Instrum. 60(7), 2548 (1989). Per DAΦNE sono indicati i parametri della sorgente da magnete curvo (BM) e da wiggler (W) alle due energie di 0.51 GeV e 0.7 GeV (in eventuali run dedicati).

Nome	Sito	E(GeV)	$\epsilon_v (10^{-9} \text{m} \cdot \text{rad})$	I(mA)	Vita Media(h)	$\epsilon_c(\text{eV})$
DAΦNE-BM	Frascati	0.51	5-10	2000	3-5	208
DAΦNE-W	Frascati	0.51	5-10	2000	3-5	324
DAΦNE-BM	Frascati	0.70	5-10	2000	3-5	538
DAΦNE-W	Frascati	0.70	5-10	2000	3-5	837
ADONE	Frascati	1.50	10	60	4	1500
ELETTRA	Trieste	1.50	0.7	200	10	1800
N.S.L.S.	Brookhaven	0.75	0.5-2	400	3-4	500
BESSY	Berlin	0.80	1.5	300	2	630
Super-ACO	Orsay	0.80	1-10	100	3 (-24)	620
MAX	Lund	0.55	4	130	2	300
ALLADIN	Madison	0.80	1.5-4	110	4-6	1070
UVSOR	Okasaki	0.75	25	60	3-5	220

Nella 4^a colonna ϵ_v indica l'emittanza verticale definita, con buona approssimazione, come il prodotto tra la deviazione standard dall'orbita ideale σ_v' per la deviazione standard della distribuzione spaziale della carica σ_v ossia $\epsilon_v = \sigma_v \cdot \sigma_v'$. Nell'ultima colonna, infine, ϵ_c indica l'energia critica il cui valore divide la distribuzione spettrale in due parti di uguale potenza irradiata.

Dalla Tabella risulta chiaro come le prestazioni di DAΦNE come sorgente di luce di sincrotrone siano competitive con quelle delle altre sorgenti quali, come già detto, l'intervallo spettrale e la vita media. Comunque la caratteristica che rende DAΦNE di estremo interesse come sorgente di luce di sincrotrone è l'alta corrente accumulata, che consentirà di ottenere flussi di fotoni estremamente intensi.

A titolo di esempio in Fig. 1 sono riportate le distribuzioni spettrali emesse da magneti curvanti e da strutture magnetiche installate su: DAΦNE, Super-ACO, ELETTRA e N.S.L.S.. Appare chiaro da questa figura come sia possibile ottenere da DAΦNE elevatissimi flussi dai magneti curvo per energie fino ad 1 keV circa. Di particolare rilievo è il confronto tra il flusso emesso da DAΦNE e quello emesso dagli ondulatori di ELETTRA: raccogliendo con un opportuno sistema ottico 10 – 20 milliradiani in orizzontale di radiazione emessa dai magneti curvi o dai wiggler di DAΦNE, si può ottenere un flusso integrato eguale a quello degli ondulatori di

ELETTRA. In tali condizioni, DAΦNE ha il grande vantaggio, a parità di intensità integrata, di una ampia tunabilità nell'intervallo energetico in considerazione.

Per contro, la brillantezza di DAΦNE sarà senz'altro inferiore a quella degli ondulatori di ELETTRA. Tuttavia in turni dedicati la brillantezza ottenibile sarà sufficiente per raggiungere le migliori risoluzioni energetiche fino ad oggi ottenute.

Il confronto indica chiaramente che DAΦNE, opportunamente utilizzata, ha delle caratteristiche di estremo interesse in quanto emette flussi paragonabili o maggiori dei flussi disponibili presso le macchine di terza generazione. Pur non potendo competere in termini di brillantezza con le nuove macchine, essa consentirà la realizzazione di esperimenti, che richiedono una sorgente intensa e continua nell'intervallo dall'ultravioletto ai raggi X molli.

3. – Compatibilità tra gli esperimenti con Luce di Sincrotrone e quelli di Fisica sub-Nucleare

Le prestazioni e le modalità di lavoro attualmente previste per il funzionamento di DAΦNE come Φ-Factory sono compatibili con l'utilizzazione della macchina anche come sorgente di luce di sincrotrone, in parassitaggio agli esperimenti di Fisica sub-Nucleare. La sorgente, però, dovrà essere utilizzata in modo dedicato, anche se parzialmente, sia nella fase iniziale per la messa a punto delle beam-line e delle apparecchiature sperimentali, che in seguito; ciò si rende necessario per eseguire esperimenti in condizioni ottimali di brillantezza. Una valutazione ragionevole di tale tempo dedicato è pari a circa il 15%.

Per raccogliere un alto flusso dalla sorgente ed allo stesso tempo ottenere buone risoluzioni energetiche, è opportuno installare il primo elemento ottico di ciascuna beam-line il più vicino possibile all'anello. Ciò determina la necessità di allestire una area sperimentale al di sotto della attuale sala conteggio, come verrà illustrato nel paragrafo relativo alle linee.

Il progetto della macchina deve permettere l'utilizzazione di almeno 20 mrad di radiazione per linea. Il disegno dei magneti e dei wiggler, così come le limitazioni imposte dai quadrupoli e dagli elementi da vuoto sono attualmente compatibili con questa richiesta e dovranno restarlo anche in eventuali modifiche del progetto stesso.

Un aspetto importante per una sperimentazione con luce di sincrotrone è la vita media del fascio, in quanto per molti esperimenti è necessario poter disporre di periodi lunghi (alcune ore) di

fascio indisturbato. Su DAΦNE, per compensare la perdita del fascio e mantenere alto il valore integrato della luminosità, è prevista una procedura di "topping-off" nella macchina. Un elevato flusso integrato è desiderabile anche per la LdS, ma è di estrema importanza che la procedura di "topping-off" non disturbi il fascio più della stabilità dello stesso. Ciò è quanto previsto nelle attuali prestazioni di DAΦNE.

La stabilità in posizione e divergenza del fascio deve infine essere garantita sia su frequenze brevi (fino a 50 Hz) sia su periodi di ore. Una richiesta ragionevole è che, nei punti sorgente, il centro di massa della distribuzione del pacchetto di elettroni nello spazio delle fasi non si sposti di quantità d_{σ} e $d_{\sigma'}$ non superiori ad un decimo delle deviazioni standard ossia $d_{\sigma} \leq \sigma/10$ e $d_{\sigma'} \leq \sigma'/10$; ciò è senz'altro possibile mediante l'uso di opportuni sistemi di feedback.

4. – Beam-line proposte per DAΦNE

Le beam-line di cui si propone la costruzione devono essere realizzate tenendo presente che la pressione di esercizio all'interno dell'anello, in assenza di fascio accelerato, deve essere nella scala dei 10^{-11} torr. Questi valori estremi di vuoto, che devono essere mantenuti anche nelle beam-line, sono ottenibili solo utilizzando la più moderna tecnologia dell'ultra alto vuoto. Le tecnologie di avanguardia sono, inoltre, necessarie per la realizzazione di tutti gli elementi ottici presenti sulle linee (specchi, reticoli, cristalli).

4.1. – Aree sperimentali da utilizzare

In copertina ed in Fig. 2 è mostrata la disposizione dell'anello DAΦNE nella ex- sala Adone, posizione questa determinata essenzialmente dalle dimensioni del rivelatore della Φ-Factory. In figura sono mostrati anche i due laboratori di luce di sincrotrone, ex-PWA ed ex-SCOW, che formeranno il laboratorio dove avverrà l'utilizzazione dei fasci. Il laboratorio PULS non è indicato in quanto sarà inglobato in quello dove verrà assemblato il rivelatore. In Fig. 3, dove è riportata schematicamente la pianta dell'area sperimentale prevista, si può osservare come il magnete curvo M1 emetta un cono di radiazione, di apertura pari a circa 50 mrad. E' quindi possibile il facile posizionamento di due beam-line (DUV1 e DUV2) che sfruttano la radiazione emessa da questo magnete, che avranno una apertura di circa 20 mrad ciascuna.

Il wiggler W emette radiazione con un angolo di apertura orizzontale di 30 mrad e illumina la beam-line DSX1 che avrà un'apertura di poco inferiore.

Per alloggiare gli elementi delle beam-line va realizzata comunque un'area sperimentale nella regione tratteggiata.

4.2. – La beam-line DUV1

La luce di sincrotrone emessa da un magnete curvante ha la particolarità di essere a polarizzazione circolare nei due versi se guardata al di sopra o al di sotto del piano dell'orbita. Per poter effettuare esperimenti che sfruttano tale caratteristica riducendo eventuali errori sistematici nella misura è necessario illuminare il campione con i due fasci di differente polarizzazione simultaneamente. E' già stata sviluppata a Brookhaven un'ottica con un monocromatore a "doppia testa" la cui versione, adattata alle caratteristiche di DAΦNE, è mostrata in Fig. 4. Una coppia di specchi a focalizzazione orizzontale raccoglie più di 20 mrad di radiazione emessa sopra e sotto il piano dell'orbita, mentre un'altra coppia focalizza in verticale i due fasci. La monocromatizzazione è fatta da un reticolo sferico. Poichè il fuoco di tali fasci varia al variare dell'energia selezionata, la fenditura di uscita è mobile per ottimizzare i valori di trasmissione e di risoluzione di tale sistema.

4.3. – La beam-line DUV2

Per poter sfruttare al meglio le caratteristiche di alto flusso che DAΦNE presenta nel range energetico da 20 eV a 1000 eV è opportuno raccogliere il maggior numero possibile di milliradianti orizzontali e monocromatizzare la radiazione così ottenuta con un'ottica ad alta trasmissione.

La soluzione proposta consiste in questo caso nell'usare un monocromatore SX700 della Zeiss più uno specchio a focalizzazione orizzontale per raccogliere la radiazione emessa. L'ottica del monocromatore SX700, mostrata in Fig. 5, consiste in uno specchio piano accoppiato meccanicamente con un reticolo piano, la cui rotazione seleziona la lunghezza d'onda del fascio. Il focheggiamento sulla fenditura di uscita e sul campione viene realizzato poi mediante un altro specchio ellittico.

4.4. – La beam-line DSX1

La beam-line DSX1, il cui progetto di massima è mostrato schematicamente in Fig. 6 con il relativo sistema ottico, sarà progettata in maniera da raccogliere circa 20 milliradianti orizzontali

sufficienti questi per illuminare il sandwich maschera-wafer alla distanza D prescelta ed opererà ad una pressione compresa tra 10^{-6} e 10^{-9} mbar. La linea comprende un sistema ottico formato da uno specchio cilindrico per il focheggiamento verticale del fascio ed una coppia di specchi piani, di cui uno oscillante, per illuminare una superficie non inferiore ai 100 mm di diametro.

E' divisa in due parti da una sottile finestra di Be di spessore compreso tra 12 μm e 25 μm con il duplice scopo di filtrare la radiazione di energia al di sotto di 1 keV e di separare la parte di linea in ultra vuoto da quella connessa agli apparati sperimentali.

Installato in una idonea "camera bianca" sarà ad essa connesso lo stepper MAX1 modificato, idoneo alla tecnologia dei processi multilivello, come mostrato in Fig. 7 dove è riportato un doppio livello ottenuto con lo stesso apparato in funzione nel Laboratorio PWA.

5. – Risorse necessarie per il progetto

Vengono qui di seguito riportate le necessità finanziarie previste per la realizzazione della facility, la relativa scala dei tempi ed il personale necessario.

5.1. – Preventivi di Spesa (Valutazione effettuata con i costi del 1991)

5.1a. – Edilizia

Realizzazione area sperimentale ($\approx 250 \text{ m}^2$) nella zona sottostante la ex sala conteggio, prospiciente gli ex laboratori PWA e SCOW

Totale..... 700 MI

5.1b. – Beam-line DUV1

Ottica di focalizzazione del monocrom.	450 MI
Elementi ottici della beam-line (finestre, specchi e reticoli)	350 MI
Meccanica, sicurezze e controlli.....	200 MI
Strumentazione da vuoto e pompaggio.....	250 MI
Flange, valvole di sezionamento, supporti etc.....	250 MI

Totale..... 1.500 MI

5.1c. – Beam-line DUV2

Ottica di focalizzazione del monocrom.....	600 MI
Elementi ottici della beam-line (finestre, specchi e reticoli).....	500 MI
Meccanica, sicurezze e controlli.....	200 MI
Strumentazione da vuoto e pompaggio.....	250 MI
Flange, valvole di sezionamento, supporti etc..	250 MI
Totale.....	1.800 MI

5.1d. – Beam-line DSX1

Canale di trasporto del fascio.....	300 MI
Sistema da vuoto.....	250 MI
Componenti ottici.....	450 MI
Valvole di sezionamento.....	400 MI
Varie.....	200 MI
Totale.....	1.600 MI

5.1e. – Riepilogo generale

Edilizia	700 MI
Beam-line DUV1.....	1500 MI
Beam-line DUV2.....	1800 MI
Beam-line DSX1.....	1600 MI
Totale generale.....	5600 MI

5.1f. – Funzionamento

E' da prevedere un onere finanziario per la gestione della facility, al termine della sua realizzazione, che sulla base dell'esperienza acquisita è da stimare in:

Gestione delle beam-line	300 MI/anno
--------------------------------	--------------------

5.2. – Personale

Il personale ricercatore che si impegnerà alla realizzazione del presente progetto è il personale già in organico ai LNF, impegnato in attività di luce di sincrotrone nei gruppi PULS e PWA. Esso utilizzerà il personale tecnico attualmente in forza ai gruppi stessi.

Riassumendo, la forza uomo a disposizione è quindi la seguente:

	PULS	PWA
Ricercatori	3+1	3
Tecnici	4+1	3
Progettisti	1	
Segretaria	1	

Il segno di addizione indica unità di personale che per motivi vari ha lasciato i laboratori e quindi non è attualmente a disposizione.

Per la realizzazione del progetto è necessario il seguente personale:

Realizzazione e gestione delle parti comuni della facility:

Ricercatori	4
Tecnici	2
Progettisti	2
Segreteria	1

Realizzazione e gestione linea DUV1:

Ricercatori	1
Tecnici	2

Realizzazione e gestione linea DUV2:

Ricercatori	1
Tecnici	2

Realizzazione e gestione linea DSX1:

Ricercatori	1
Tecnici	2

Dal confronto tra il personale a disposizione e quello necessario risulta che la sola forza uomo mancante è nella progettazione, dove peraltro essa è necessaria solo nella fase iniziale.

5.3. – Scala dei tempi del progetto

La scala dei tempi qui di seguito riportata è stata elaborata prendendo in considerazione gli impegni di lavoro già presi.

In particolare si è tenuto conto che:

- fino al dicembre del 1992 continuerà l'attività sperimentale dei due gruppi PULS e PWA su Adone;
- il gruppo PULS è impegnato nella realizzazione del progetto GILDA, cioè nella realizzazione di una beam-line italiana da magnete curvo ad ESRF (Grenoble);
- la sistemazione edilizia delle aree sperimentali andrà eseguita durante il 1993;
- almeno la parte delle beam-line che sarà montata nella sala Adone, dovrà essere installata e collaudata senza fascio accumulato prima della entrata in funzione di DAΦNE.

5.3.1. – Piano di lavoro

1992:

- Progettazione delle linee.
- Progetto esecutivo delle componenti ottiche delle beam-line DUV1 e DUV2.
- Progetto esecutivo della beam-line DSX1.

1993:

- Smantellamento delle attività sperimentali degli attuali laboratori di radiazione di sincrotrone.
- Sistemazione delle aree sperimentali.
- Progetto esecutivo delle parti da vuoto delle beam-line DUV1, DUV2.
- Ordini di alcuni componenti ottici delle beam-line DUV1, DUV2.
- Ordini per la linea DSX1.

1994:

- Completamento ordini dei componenti ottici delle beam-line DUV1, DUV2.
- Realizzazione delle beam-line.

1995:

- Collaudo in laboratorio dei componenti ottici.
- Collaudo in laboratorio delle parti da vuoto.
- Installazione su DAΦNE delle beam-line.

1996:

- Allineamento delle beam-line.
- Collaudo delle beam-line con fascio di luce di sincrotrone.

5.3.2. - Scala temporale dei finanziamenti necessari:

Primo anno	1992:.....	200 ML
Secondo anno	1993:.....	2200 ML
Terzo anno	1994:.....	1800 ML
Quarto anno	1995:.....	700 ML
Quinto anno	1996:.....	700 ML

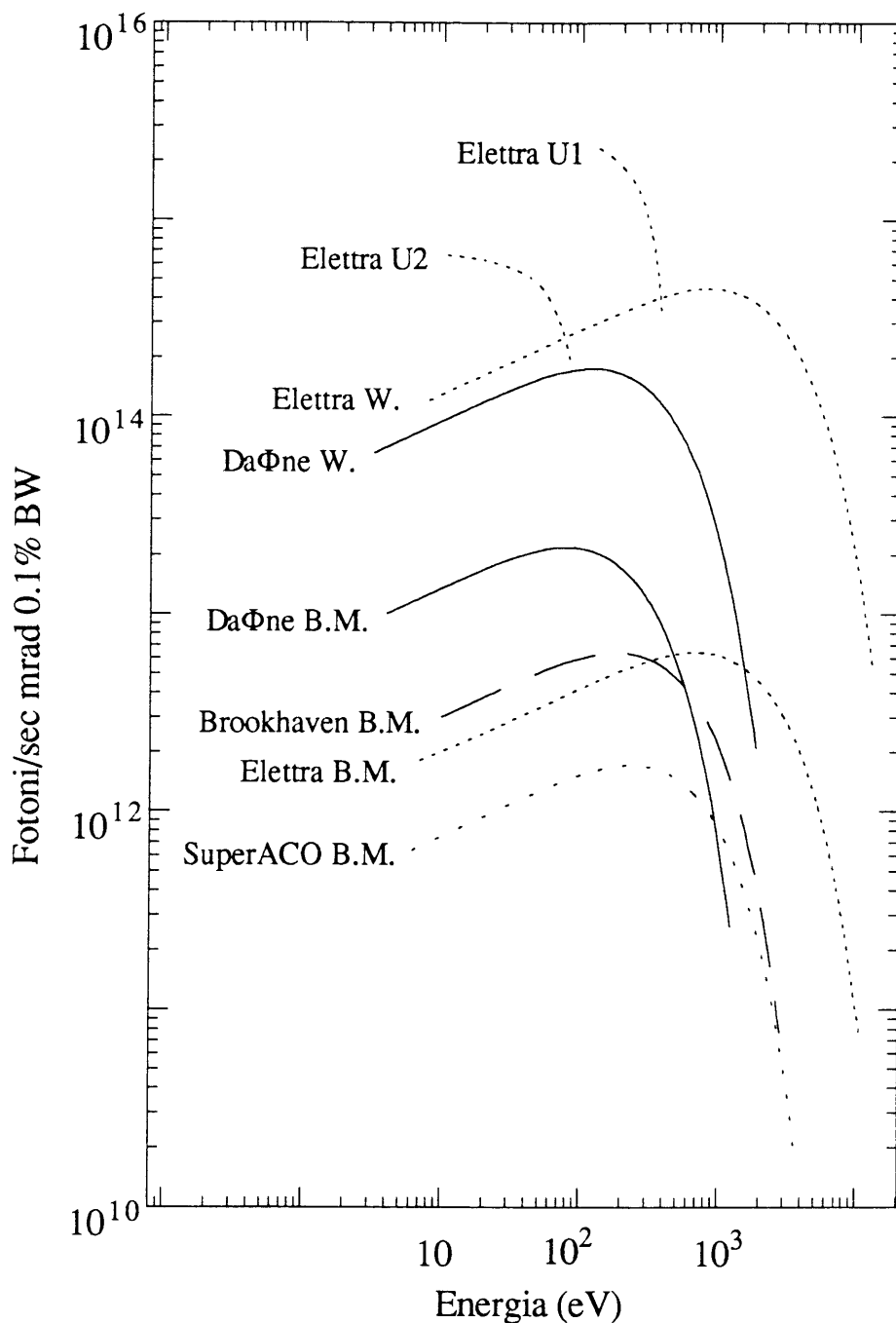


FIG. 1 – Andamento del flusso (fot/sec mrad 0.1% BW) in funzione dell'energia per diverse sorgenti di luce di sincrotrone, calcolato con i valori delle correnti medie riportate in Tabella I. Da notare che nel caso di un ondulatori l'emissione è concentrata in un cono centrale di ampiezza molto minore di 1 mrad; non si hanno, quindi, vantaggi nel raccogliere più milliradiani di radiazione orizzontale, come avviene, invece, nel caso dei wiggler e dei magneti curvanti. Raccogliendo, per esempio, 15 mrad dal wiggler di DAΦNE è possibile ottenere flussi comparabili con quelli degli ondulatori di ELETTRA, anche se con una brillantezza minore.

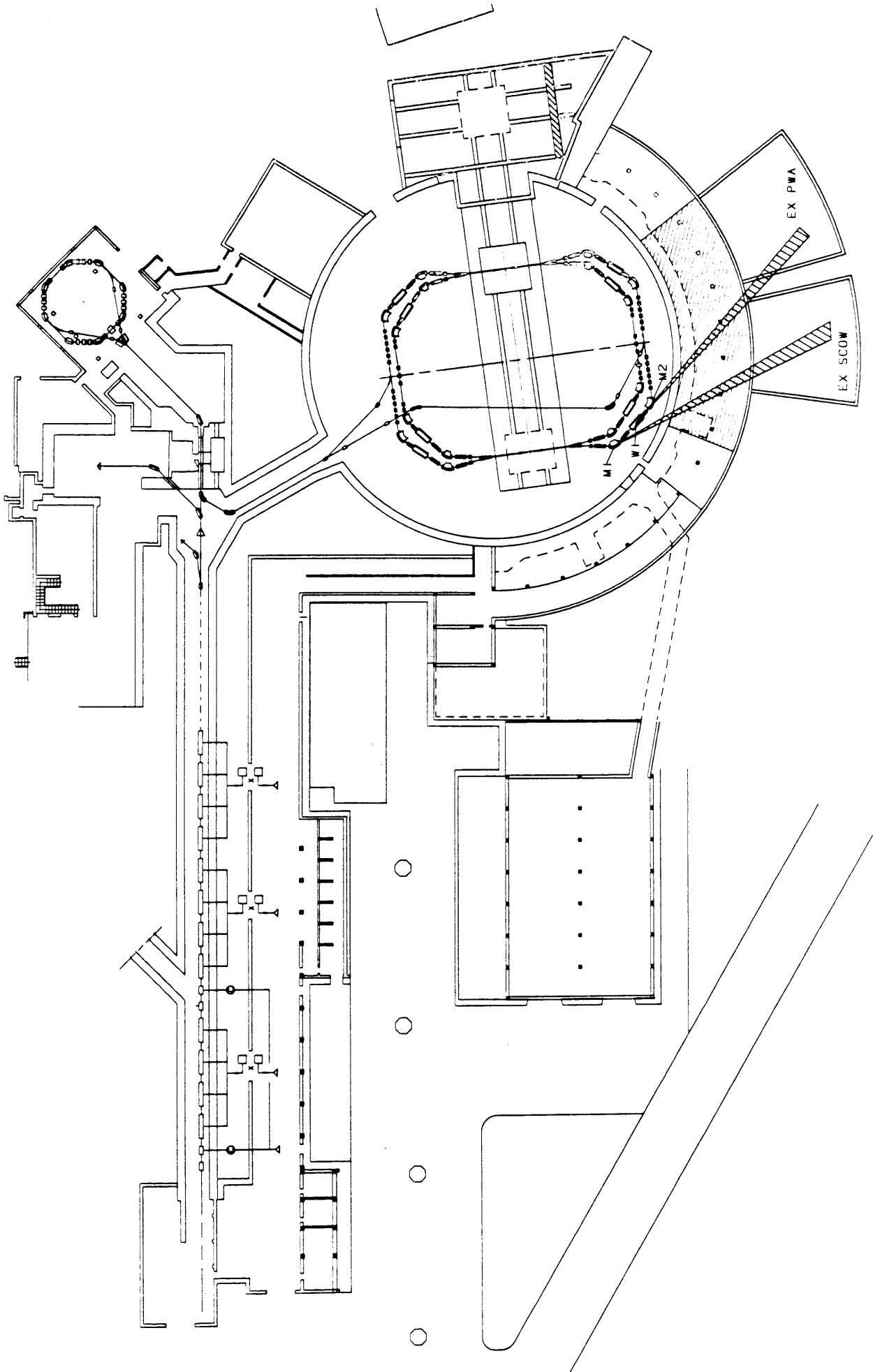


FIG. 2 – Layout di DAΦNE in cui è mostrato l'acceleratore lineare, il booster, il nuovo anello inserito nella sala ADONE ed i due laboratori che formeranno quello previsto per esperimenti con luce di sincrotrone.

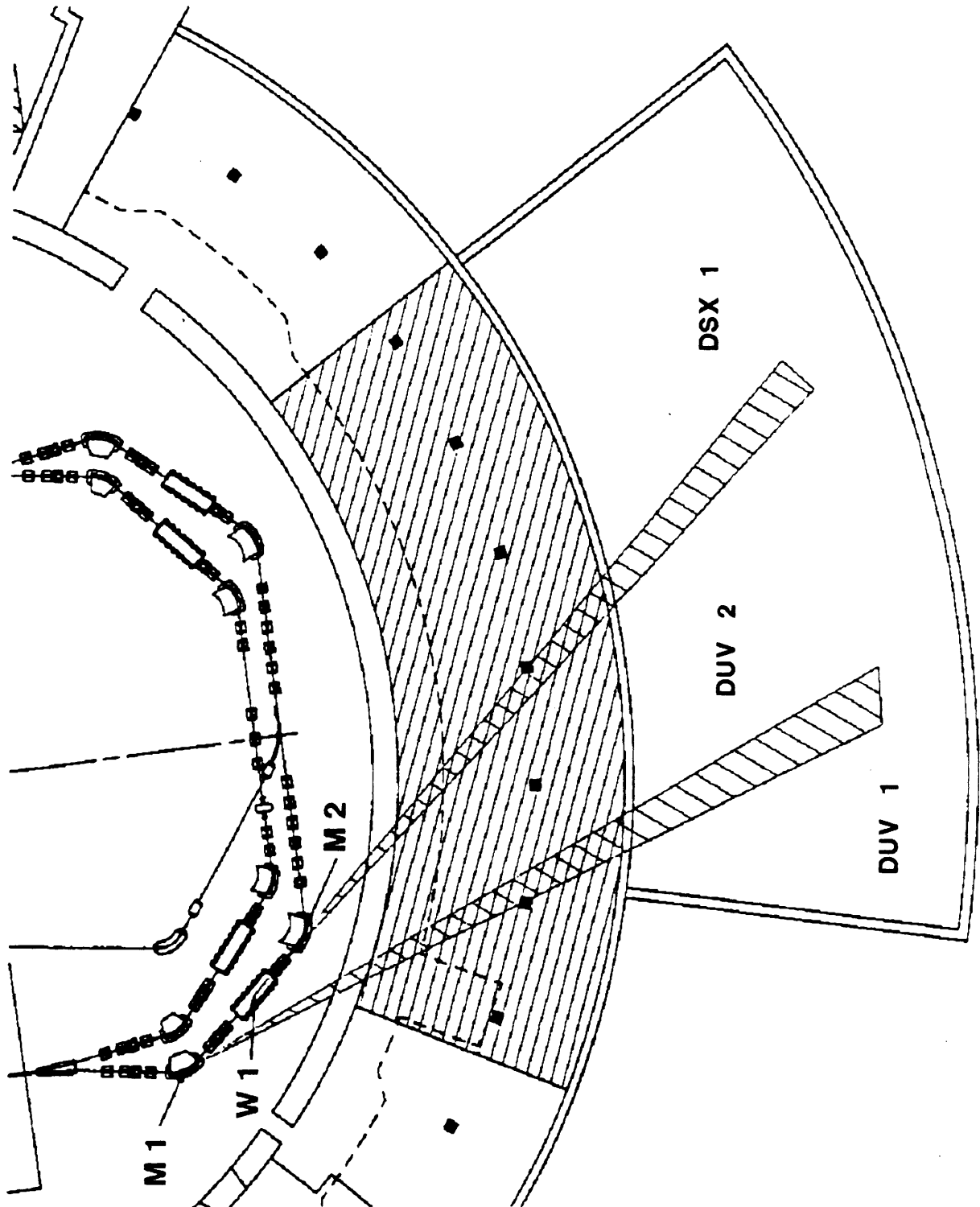
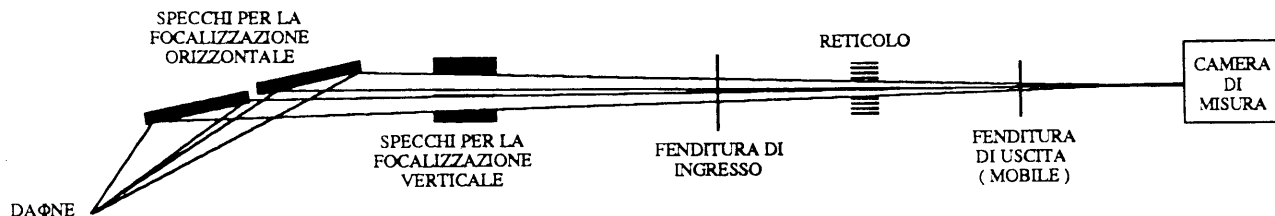


FIG. 3 -- Pianta del laboratorio in cui opereranno le linee di luce di sincrotrone.

SCHEMA OTTICO:
VISTA DALL'ALTO



VISTA LATERALE
DEL CANALE
DUV1

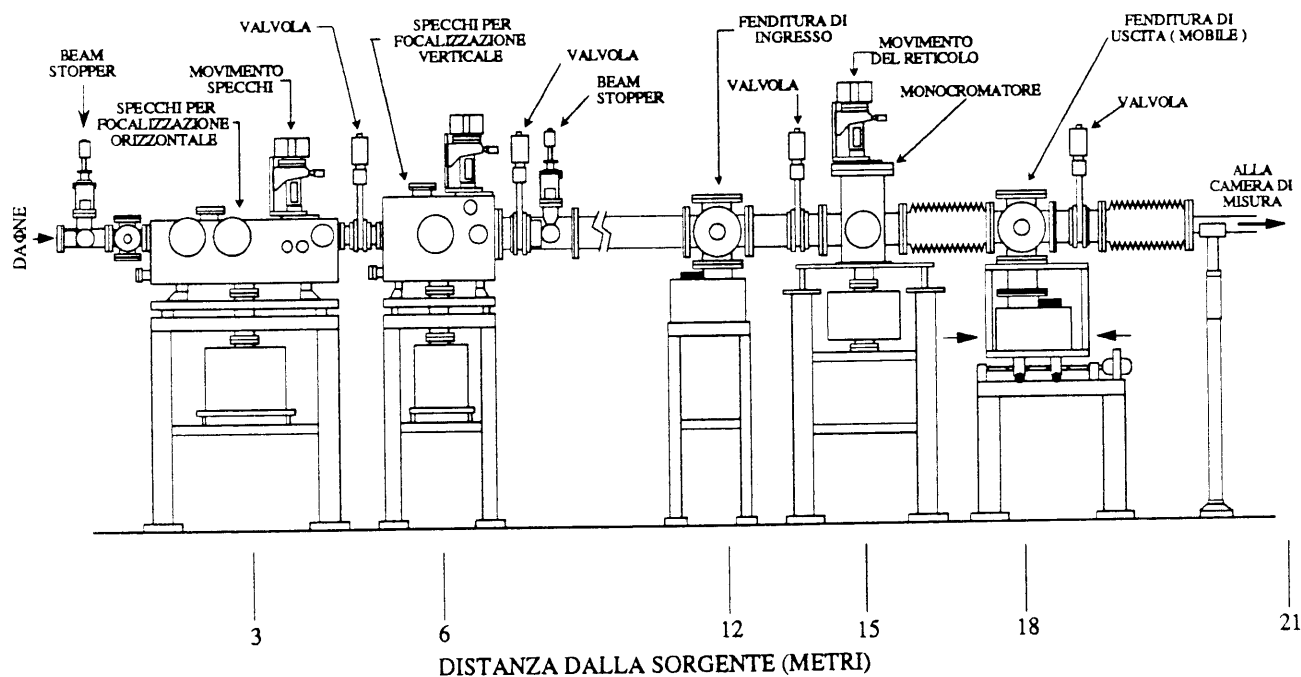


FIG. 4 – Pannello superiore: vista dall'alto dello schema ottico del canale DUV1 costituito da un monocromatore tipo "Dragon a doppia testa". Pannello inferiore: vista laterale della beam-line. A tre metri dalla sorgente è posta una camera da UHV per gli specchi a focalizzazione orizzontale; a sei metri la camera per i due specchi a focalizzazione verticale; a quindici metri una camera che contiene i reticoli necessari a coprire l'intervallo energetico desiderato. Una camera, infine, che ospita la fenditura di uscita mobile è posta a circa quindici metri dalla sorgente.

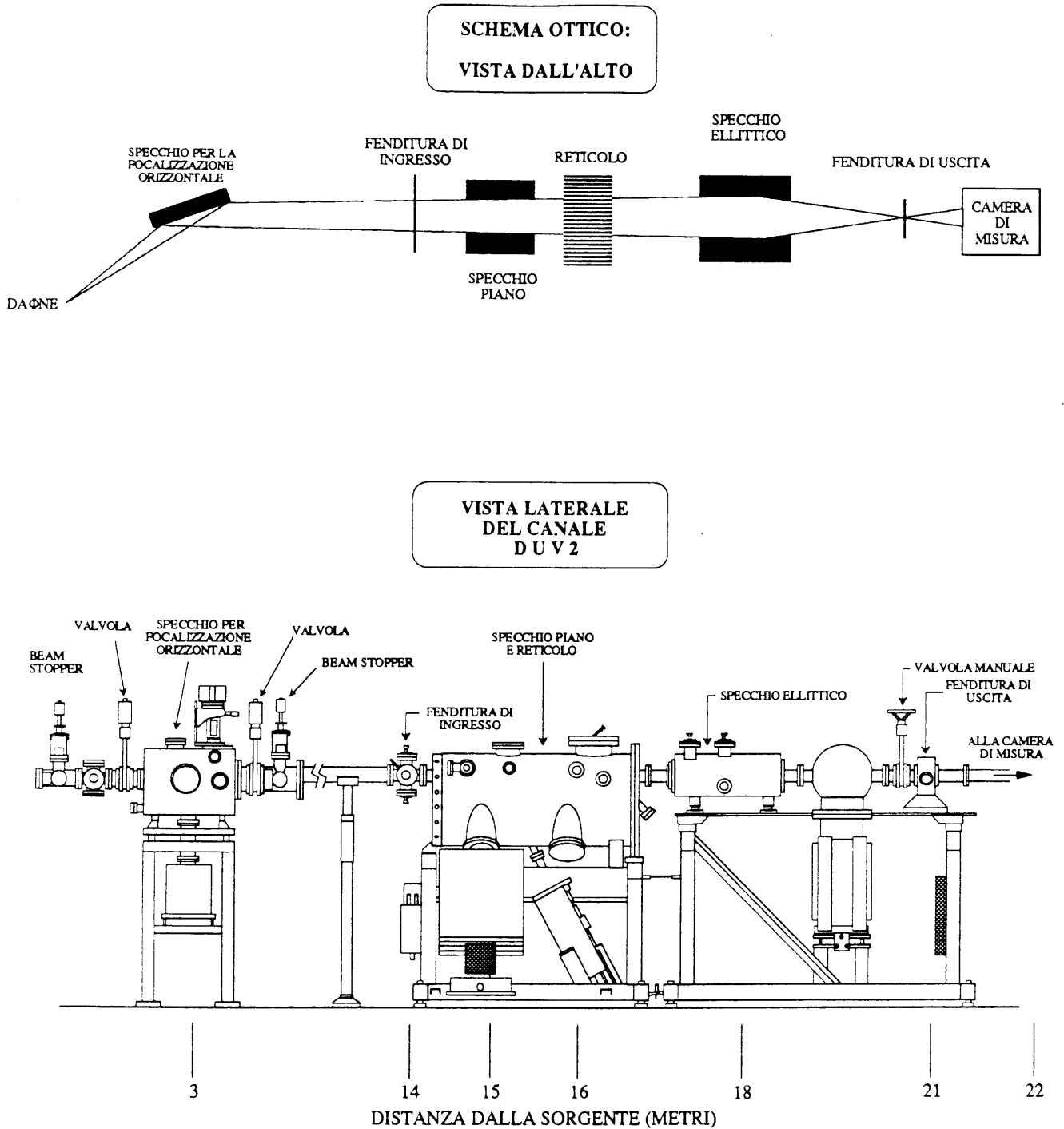
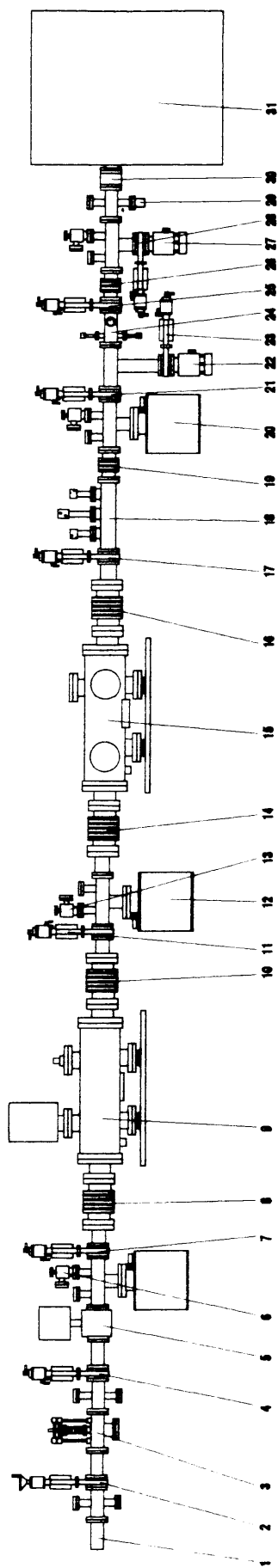
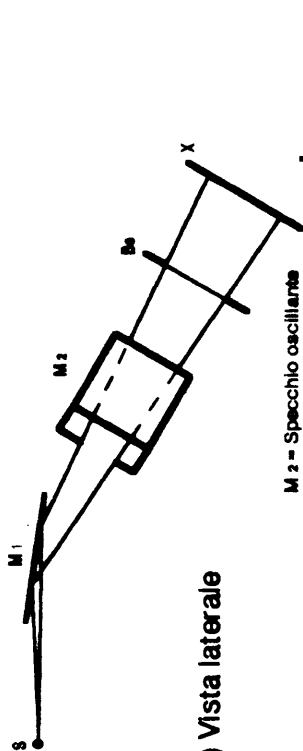


FIG. 5 – Pannello superiore: vista dall'alto dello schema ottico del canale DUV2 composto da un monocromatore tipo "SX700" in grado di raccogliere quindici mrad di radiazione emessa da DAΦNE. Pannello inferiore: vista laterale della beam-line; a tre metri dalla sorgente è posta una camera UHV per lo specchio a focalizzazione orizzontale; a quindici metri una camera che contiene sia il reticolo che lo specchio piano, mentre a circa diciotto metri si trova una camera che alloggia uno specchio ellittico.



31	1	STEPPER	16	1	ELEMENTO ELASTICO
30	1	FINESTRA DI BERILLIO	15	1	2° SCATOLA DEGLI SPECCHI
29	1	SENSORE VALVOLA RAPIDA	14	1	ELEMENTO ELASTICO
28	1	VALV. ELETTROPNEUMATICA	13	1	VALVOLA DI SERVIZIO
27	1	POMPA TURBOMOLECOLARE	12	2	POMPA IONICA
26	1	ELEMENTO ELASTICO	11	1	VALV. ELETTROPNEUMATICA
25	1	VALV. ELETTROPNEUMATICA	10	1	ELEMENTO ELASTICO
24	1	FENDITURE	9	1	1° SCATOLA DELLO SPECCHIO
23	1	VALV. ELETTROPNEUMATICA	8	1	ELEMENTO ELASTICO
22	1	POMPA TURBOMOLECOLARE	7	1	VALV. ELETTROPNEUMATICA
21	1	VALV. ELETTROPNEUMATICA	6	1	VALVOLA DI SERVIZIO
20	1	POMPA IONICA	5	1	VALVOLA RAPIDA
19	1	ELEMENTO ELASTICO	4	1	VALV. ELETTROPNEUMATICA
18	1	SISTEMA DI FILTRI	3	1	BEAM STOPPER
17	1	VALV. ELETTROPNEUMATICA	2	1	VALVOLA MANUALE
			1	1	FLANGIA DI PARTENZA
INFN-LNF Linea DSX			POS	N° P	DENOMINAZIONE

a) Vista dall'alto



b) Vista laterale



FIG. 6 - Progetto preliminare della linea DSX1 e relativo sistema ottico previsto per focheggiare e muovere verticalmente il fascio di fotoni.

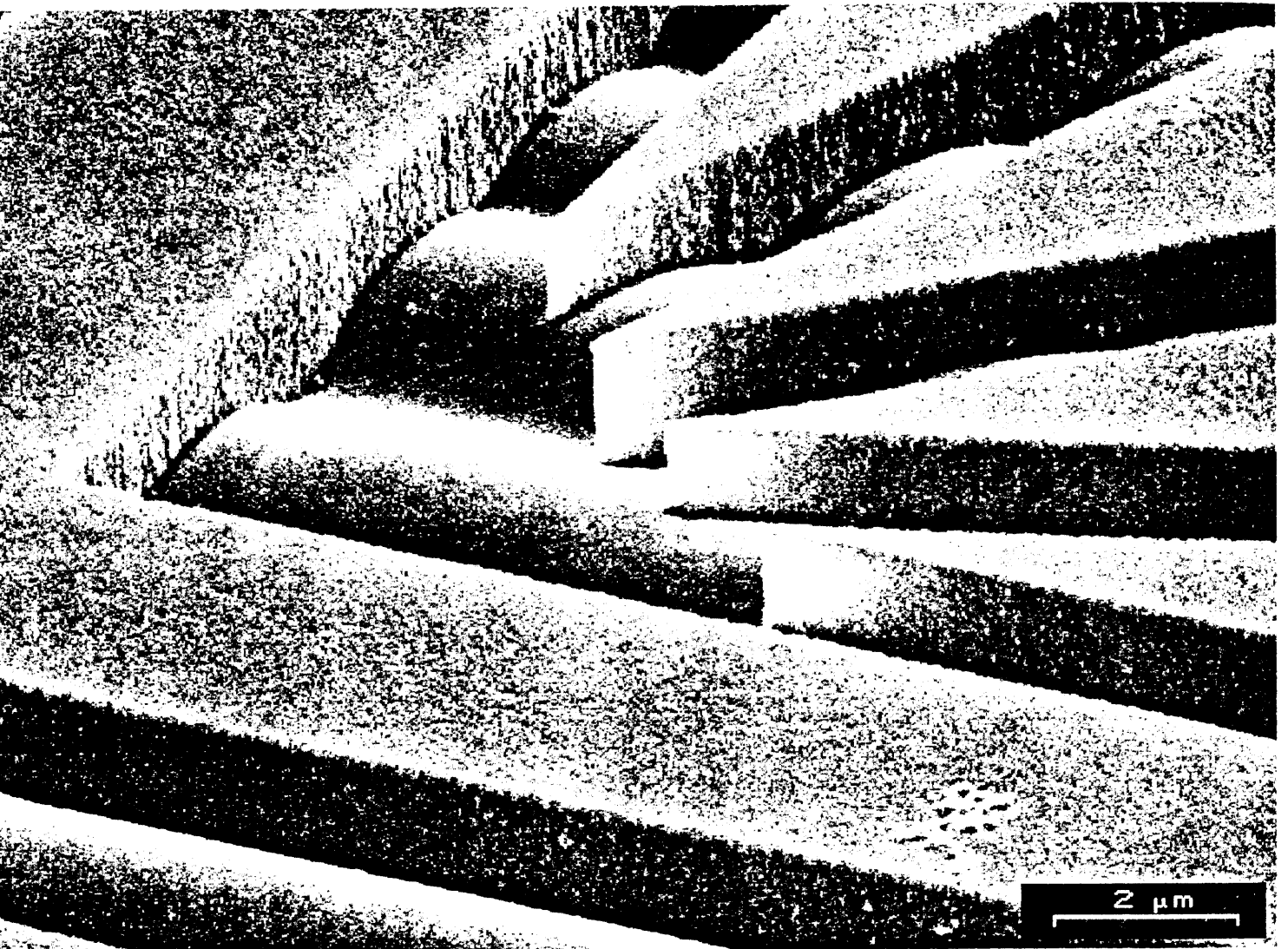


FIG. 7 – Doppio livello realizzato presso la linea di litografia operante attualmente a Frascati presso il laboratorio PWA.