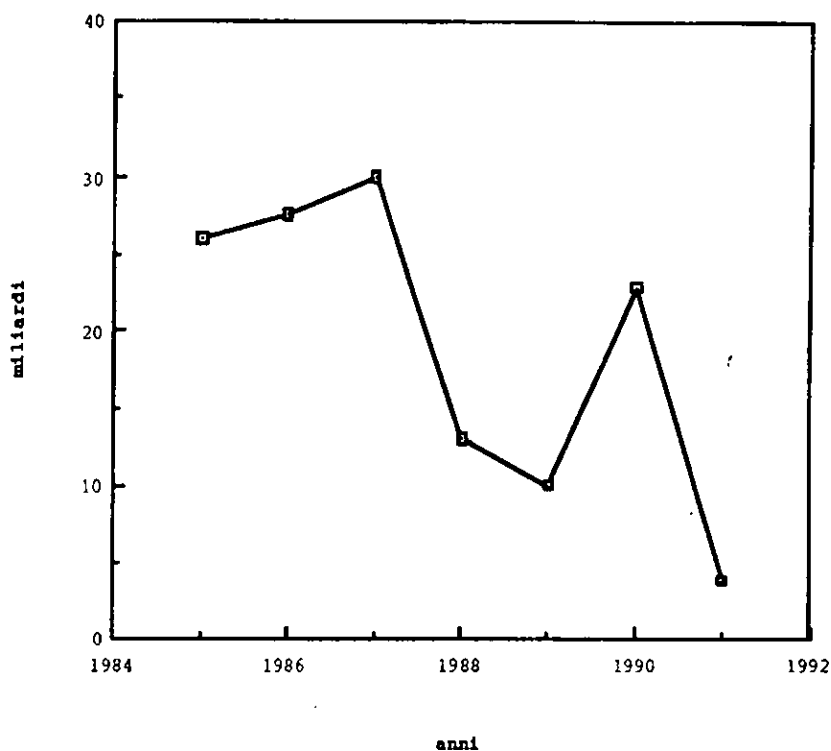


Andamento nel tempo dei fondi assegnati per i Progetti Strategici (in miliardi di lire).



Come si può osservare, dal 1985 al 1987 i finanziamenti sono stati di consistente entità ed in linea crescente; nel 1988, invece, dopo tre anni di soddisfacente attività, l'Ente ha dovuto, a causa di consistenti tagli di bilancio e contestualmente all'avvio di un nuovo gruppo di Progetti Finalizzati, ridurre considerevolmente l'impegno in questo settore. Tale situazione ha avuto riflessi anche nel 1989, mentre nel 1990 è ripreso il finanziamento dei Progetti Strategici. Il 1991 registra invece un forte calo, legato alle limitate disponibilità di bilancio del CNR.

Nel 1991 sono stati infatti finanziati solo 4 Progetti Strategici elencati nel **Quadro 3.2.1**, che riporta la

ripartizione dei fondi per categorie dei destinatari.

Nell'apposita sezione dedicata alle attività nel Mezzogiorno verrà riferito in merito ai Progetti Strategici sviluppati nell'ambito dell'accordo MISIM-CNR, mentre si riporta qui di seguito un sommario di attività dei 4 Progetti Strategici finanziati con i fondi ordinari del bilancio 1991.

Progetto Strategico: RFX

(Coordinatore: Prof. Gaetano Malesani)

Parte Generale.

L'Istituto Gas Ionizzati del CNR (Padova) è la sede dove il Progetto Strategico RFX viene svolto; infatti esso è anche "Laboratorio Associato" al programma Fusione della Comunità Europea per ricerche sulla Fusione Termonucleare Controllata, cui il CNR partecipa nell'ambito dei Contratti di Associazione con l'ENEA, l'EURATOM e l'Università di Padova.

La fusione nucleare, come è noto, rappresenta la concreta possibilità di una sorgente di energia praticamente inesauribile ed accettabile sia dal punto di vista dell'impatto ambientale che da quello economico, soprattutto per la generazione di grandi quantità di energia elettrica.

Progressi enormi sono stati compiuti dalle ricerche sviluppatesi negli ultimi trent'anni verso il raggiungimento delle condizioni fisiche necessarie per l'innesco del processo termonucleare; in particolare:

- temperature di 10 Kev (oltre 100 Milioni di Gradi) sono state raggiunte e superate;
- il prodotto della densità particellare per il tempo di confinamento necessario al processo (criterio di Lawson) è stato più volte raggiunto;
- il tempo di confinamento dell'energia, che all'inizio degli anni sessanta si misurava in milionesimi di secondo, all'inizio dei '70 si esprimeva in millesimi di secondo; ora è arrivato ad alcuni secondi;
- l'insieme delle condizioni di innesco del processo termonucleare è stato raggiunto nella macchina JET (Joint European Torus) della Comunità Europea il 9 novembre 1991, con la produzione di 2MW di potenza da fusione di nuclei di deuterio e trizio.

Il Programma Fusione della Comunità Europea.

Questo programma ha una posizione di riconosciuta leadership nel contesto internazionale; lo dimostrano i risultati conseguiti nella macchina JET, ma anche l'affidabilità scientifica e di management assicurata dalla Commissione e dagli stati membri (ai quali si sono aggiunti Svezia e Svizzera).

Il Programma Europeo ha dimensioni (430 milioni di ECU all'anno e 1.730 persone nel Professional Staff) simili a quelle di ciascuno dei programmi americano, sovietico e giapponese e riguarda quasi unicamente l'approccio termonucleare magnetico alle condizioni di innesco del processo di fusione di nuclei di deuterio e trizio. L'obiettivo, marginalmente raggiunto per la prima volta da JET nel novembre 1991, è quello di portare una miscela dei due isotopi dell'Idrogeno a temperature dell'ordine di 100 Milioni di gradi (stato di gas totalmente ionizzato o "plasma") e di contrastarne la fortissima pressione mediante opportune configurazioni di campo magnetico, in volumi di geometria toroidale. Si tratta quindi di generare degli anelli di plasma, di riscaldarli e magneticamente confinarli all'interno di camere toroidali, costituenti la parte centrale di macchine che comprendono anche vari circuiti induttori dei campi magnetici previsti.

Il Programma Fusione Europeo vede in primo piano le macchine toroidali che adottano configurazioni magnetiche del tipo "Tokamak"; di questo tipo sono la grande macchina JET (l'impresa comunitaria, operante vicino ad Oxford di cui si sono menzionati i risultati più recenti) ed altre sei macchine "prioritarie", localizzate presso vari laboratori europei, con caratteristiche ed obiettivi opportunamente diversificati e complementari. JET ha raggiunto, almeno marginalmente, le condizioni di innesco della fusione e ne consentirà uno studio più dettagliato entro il 1996. Del tipo Tokamak sarà anche il

"Next Step", frutto di cooperazione internazionale (progetto ITER), che dovrà affrontare anche i problemi dell'affidabilità tecnologica dei dispositivi previsti nei futuri reattori a fusione.

Ciò non significa che la configurazione Tokamak sia la migliore o quella più convenientemente applicabile in un futuro reattore, che dovrà soddisfare anche a criteri meno rilevanti per il raggiungimento delle condizioni di fusione, ma decisivi per l'applicazione industriale, quali l'affidabilità del dispositivo e la convenienza economica dell'energia prodotta. Vi sono, infatti, alcuni aspetti della configurazione Tokamak che la rendono meno attraente di quanto si vorrebbe; per esempio i problemi connessi alla scarsa efficienza con cui viene utilizzata l'energia magnetica di confinamento ed il largo ricorso a tecniche di riscaldamento additivo, (costose, con basso rendimento energetico e peggiorative del confinamento) da aggiungere a quello fornito, per "effetto Joule", dalla corrente che circola nel plasma. Vi sono poi problemi tecnologici di non facile o costosa soluzione, dovuti agli elevatissimi sforzi elettrodinamici applicati ai circuiti elettrici.

Pertanto i programmi sulla fusione magnetica, cui si è accennato, prevedono anche lo sviluppo di due configurazioni alternative, diverse dai Tokamak, che, per alcuni aspetti, potrebbero risultare più vantaggiose e quindi di grande rilievo per il futuro reattore, ed il cui studio è comunque integrativo di quello sui Tokamak. La strategia europea prevede che i migliori risultati prodotti dalle ricerche su queste configurazioni alternative vengano impiegati nella fase del primo reattore dimostrativo (DEMO).

Il Progetto Strategico "Progetto RFX" in corso presso l'Istituto Gas Ionizzati (Padova) riguarda la configurazione alternativa "Reversed Field Pinch".

Il Progetto RFX; un elemento della strategia europea per la Fusione (RFX Reversed Field Experiment - IGI-Padova-).

Il Progetto comprende le fasi di costruzione di un apposito impianto (completato nel 1991) e la sua utilizzazione mediante una serie di esperimenti destinati a saggiare le reali prospettive reattoriali della configurazione RFP.

Le ricerche concernono un anello di gas totalmente ionizzato, detto anche "plasma", confinato nella configurazione chiamata "strizione a campo magnetico inverso" (Reversed Field Pinch - RFP), perchè nelle regioni periferiche del plasma la componente toroidale del campo magnetico ha segno opposto a quello delle regioni più interne. Si tratta di configurazione corrispondente, in opportune condizioni, ad un minimo dell'energia magnetica e pertanto il sistema spontaneamente tende a realizzarla ed a mantenerla.

L'interesse della configurazione RFP sta nella prospettiva di poter raggiungere le condizioni di innesco del processo di fusione mediante il solo riscaldamento Joule, con sufficientemente elevata efficienza nell'impiego dell'energia magnetica di confinamento (alto "beta"). Risulterebbero così fortemente ridotti gli alti costi tecnologici e i bassi rendimenti energetici connessi all'impiego dei riscaldamenti additivi e inoltre verrebbe assicurato il valore di "beta" necessario per l'economia del processo a costo relativamente contenuto. Molto interessanti sono pure le semplificazioni tecnologiche.

Una affidabile valutazione delle prospettive termonucleari del RFP richiede esperimenti nei quali l'effetto Joule sia prodotto da corrente dell'ordine dei MA, circolante in un anello di plasma con sezione minore dell'ordine di un metroquattro e durata di vita di alcune centinaia di millisecondi; in queste condizioni sarà possibile una più estesa ed approfondita indagine dei vari meccanismi che

determinano i bilanci energetici della configurazione.

Sono questi i motivi del Progetto RFX, che l'Istituto Gas Ionizzati del CNR sta realizzando nell'ambito di contratti di associazione tra il CNR, l'ENEA, l'EURATOM e l'Università di Padova. RFX, il più grande dispositivo sperimentale del tipo RFP, ha prodotto il primo anello di plasma nel novembre 1991. L'anello di plasma ha maggior diametro di 4 m, minor diametro di quasi 1m, ed è percorso da correnti che ora sono dell'ordine delle centinaia di kA ma in seguito arriveranno fino 2MA. Modelli di simulazione consentono di prevedere che negli esperimenti con correnti più intense si possano raggiungere temperature superiori ai 10 milioni di gradi e che il plasma perduri per quasi mezzo secondo.

Il Progetto RFX: Attività svolte nel 1991.

Rispettando i piani operativi allegati alla documentazione presentata nel gennaio 1991 per il Progetto Strategico RFX, la costruzione dell'impianto è stata completata entro maggio 1991, le operazioni di commissioning integrale si sono protratte fino ad ottobre ed il 21 novembre 1991 è stato prodotto il primo anello di gas ionizzato o plasma.

Le attività svolte vengono di seguito presentate nelle loro articolazioni in quattro aree funzionali:

- A) Strumentazioni diagnostiche e preparazione degli esperimenti di fisica**
- B) Alimentazioni elettriche di potenza**
- C) Macchina toroidale**
- D) Controlli dell'esperimento ed acquisizione dei dati sperimentali**

Preparazione delle diagnostiche e degli esperimenti fisici.

L'anno 1991 è stato caratterizzato dal lavoro di installazione

di molte strumentazioni diagnostiche sulla macchina RFX, tramite gli appositi collegamenti di accesso e le strutture di sostegno predisposte.

Le principali strumentazioni installate sulla macchina RFX sono le seguenti:

- Interferometro CO₂;
- Spettrografo EUV-SPRED;
- Spettrografo VIS-UV CT;
- Rivelatore a filtri;
- Sistema per raggi X soffici - SXR PH (SiLi);
- Sistema per raggi soffici - SBD;
- Bolometro;
- Sistema per Infra-Rosso;
- Diagnostiche Elettromagnetiche.

Le attività più rilevanti svolte nel 1991 si riferiscono a:

Preparazione dell'acquisizione dei dati di RFX.

Completamento delle specifiche per la stesura dei programmi di analisi dei dati e per la gestione dell'archivio dei dati.

Preparazione degli esperimenti su RFX.

Sviluppo dei programmi per l'inserimento dei parametri necessari all'esecuzione delle prove sperimentali.

Sviluppi teorici e modelli interpretativi.

Sviluppo di modelli teorici ed interpretativi per la dinamica non lineare MHD del plasma e per il riscaldamento elettronico e ionico.

Alimentazioni elettriche di potenza.

Completamento del banco di condensatori per il circuito toroidale e dei dispositivi di protezione rapida basati su crow-bars.

Sistema di "Pulse Discharge Cleaning".

Accanto ai già installati banchi di condensatori sono stati montati gli alimentatori ed i dispositivi per il controllo

locale.

Connessione delle alimentazioni con i sistemi di controllo.

Mediante collegamento delle alimentazioni a carichi induttivi provvisori (non essendo ancora disponibili, all'inizio dell'anno, gli avvolgimenti della macchina toroidale) si sono sviluppate le seguenti fasi:

prove di unità, con controllo locale manuale;

prove di singole unità, con controllo remoto lento (PLC) e, quindi veloce (CAMAC);

prove di insiemi di unità, con controllo remoto lento;

prove di interi sottoinsiemi, con controllo remoto veloce e lento.

Una volta installata la macchina toroidale si è passati alle successive operazioni.

Completamento delle prove di integrazione delle alimentazioni elettriche con il sistema di monitoraggio e gestione di RFX (SIGMA).

Esecuzione delle prove di integrazione alimentazioni-macchine.

Avvio della fase sperimentale di RFX.

Macchina toroidale.

Nei primi mesi dell'anno si sono completati i montaggi dei componenti:

Camera toroidale, scocca e componenti circostanti.

La camera toroidale, la scocca ed i componenti circostanti sono stati inseriti nella struttura meccanica di sostegno.

Impianti ausiliari.

L'impianto da vuoto e di immissione gas è stato collegato alla camera da vuoto mediante linee montate lungo la struttura di supporto.

Riscaldamento della camera e "Glow Discharge Cleaning".

Il sistema di riscaldamento della camera e di "Glow Discharge Cleaning" sono stati installati e provati con successo.

Strutture circostanti la macchina toroidale.

Le piattaforme inerziali per le strumentazioni diagnostiche più delicate sono state oggetto di frequenti controlli durante la fase di costruzione presso ditta esterna e quindi sono state installate.

Avvolgimenti induttori dei campi magnetici.

Gli avvolgimenti della macchina toroidale sono stati completamente installati sulla struttura meccanica di sostegno.

Sistema di misura e di protezione.

Il sistema di misura e quello di protezione riguardante gli avvolgimenti di macchina sono stati progettati e ne è stata affidata la costruzione a ditte esterne.

Sbarre di collegamento.

Le sbarre di collegamento tra le alimentazioni e gli avvolgimenti sono state quasi completamente installate.

L'intera macchina, una volta completato l'assemblaggio dei componenti, è stata sottoposta ad una lunga ed approfondita serie di prove di funzionamento integrato.

Si è trattato di cicli di prove programmate, eseguiti da squadre di personale composte riunendo le varie competenze ed i vari livelli professionali necessari. Le squadre hanno operato per cicli di 6-8 ore al giorno e per una dozzina di settimane.

Cura particolare hanno richiesto le prove dei sistemi elettromagnetici perchè alcune grandi bobine hanno mostrato imperfezioni superficiali, le cui riparazioni hanno comportato anche il parziale smontaggio e rimontaggio di parti della macchina.

Il 21 novembre la macchina RFX ha potuto iniziare i primi esperimenti con immissione di gas nella camera toroidale e si è così prodotto il primo anello di gas ionizzato (o plasma).

Tra le attività collaterali del settore, vanno ricordate quelle relative ai sistemi di misura e protezione ed al telemanipolatore. Entrambi i sistemi hanno richiesto ulteriori studi e verifiche, seguiti da aggiornamenti dei relativi progetti intesi a migliorare le prestazioni degli strumenti attualmente in corsi di realizzazione.

Controllo dell'esperimento e acquisizione dei dati sperimentali

È stato completato il sistema di controllo ed acquisizione dati per tutto l'impianto RFX e per le diagnostiche di primo impiego. Il sistema tratta 5000 segnali analogici e digitali "lenti" e 600 segnali veloci (6MByte) di dati per ciascun impulso.

In particolare si sono svolte le seguenti operazioni:

Controllo, supervisione e temporizzazione rapida del sistema di alimentazioni.

È stato collaudato il sistema integrato di controllo ed acquisizione dati per la parte alimentazioni elettriche, utilizzando dei dummy load. Questo include il sistema di controllo lento e di monitoraggio (basato su controllori programmabili distribuiti e su personal computer come console); il sistema di acquisizione dei dati rapidi (basato su calcolatori VAX con periferica CAMAC; ca. 250 canali fra 10 e 100 Kc/s; c.a. 2.5 MByte).

Collaudo e prima operazione di RFX e delle diagnostiche del primo giorno.

Il sistema è stato collaudato ed utilizzato con successo, prima per la messa a punto della macchina RFX (giugno-novembre) e poi per la iniziale fase di operazione di RFX (novembre-dicembre).

Impostazione e verifica dei parametri operativi di RFX.

Nel periodo di riferimento è continuata la scrittura della

versione definitiva del software per l'impostazione centralizzata e la verifica dei parametri operativi di RFX.

Informatizzazione della documentazione inerente il sistema di controllo ed acquisizione dati.

È stato collaudato un sistema di inventario e di documentazione su personal computer in rete di tutto l'hardware del sistema di controllo ed acquisizione dati.

Progetto Strategico: ICAROS

(Iniziativa Cuore Artificiale: Ricerca, Organizzazione, Sviluppo).

(Coordinatore: Prof. Luigi Donato)

Introduzione.

Al Progetto ICAROS, la cui durata prevista è fino al 1993, il CNR partecipa come controparte operativa della ricerca industriale, mediante i propri Organi e programmi, e come responsabile del coordinamento scientifico attraverso un Comitato, presieduto dal Presidente del CNR e del quale fanno parte i Presidenti dei Comitati Biologia e Medicina ed Ingegneria e Architettura.

Oltre al CNR, l'Azione ICAROS coinvolge, nell'ambito delle rispettive competenze, il Ministro dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica, cui spetta l'alta sorveglianza dell'Azione, e che nel 1987 ha anche attivato un Programma Nazionale di Ricerca sulle Tecnologie in Cardiologia, il Ministero della Sanità, tramite l'Istituto Superiore di Sanità per l'attività di valutazione e monitoraggio dello sviluppo, e la Commissione Ministeriale per la Cardiologia e la Cardiochirurgia per le ricadute di competenza.

Scopo e obiettivi generali.

Lo scopo generale del Progetto ICAROS è quello di promuovere un complesso di attività e di competenze idonee allo sviluppo scientifico e tecnologico nel settore dei dispositivi e delle tecnologie terapeutiche in cardiologia.

Tale scopo generale si articola nei seguenti obiettivi specifici:

- rendere disponibili per il trattamento medico e chirurgico delle malattie cardiovascolari le più avanzate tecnologie, dopo la loro appropriata valutazione in termini di efficacia e di costo/efficienza.
- sviluppare nell'industria nazionale un insieme integrato di

tecnologie, prodotti e componenti, al fine di assicurarne una maggiore presenza sul mercato nazionale e consolidarne la competitività internazionale;

- promuovere lo sviluppo di nuovi dispositivi con prospettiva di industrializzazione da parte delle industrie nazionali già operanti nel settore e/o suscettibili di promuovere lo sviluppo di nuove attività industriali;
- promuovere la crescita delle conoscenze scientifiche strategicamente rilevanti nel settore;
- formare nuovi ricercatori negli aspetti più rilevanti del settore.

Il Progetto ICAROS ha quindi tre interlocutori: il sistema sanitario della cardiologia e cardiocirurgia, la comunità scientifica e l'industria nazionale.

Obiettivi di prodotto e di tecnologie.

Gli obiettivi di prodotto del Progetto ICAROS sono suddivisi in quattro grandi classi:

- tecniche percutanee/endovascolari di intervento con sonde strumentate;
- protesi cardiovascolari passive (vasi e valvole artificiali);
- sistemi di ossigenazione, circolazione extracorporea e di supporto temporaneo della funzione cardiovascolare;
- protesi attive, dagli stimolatori cardiaci fisiologici fino al cuore artificiale.

Le nuove tecnologie il cui sviluppo è ritenuto rilevante ai fini del Progetto appartengono ai seguenti settori:

- materiali biocompatibili;
- sensori e sistemi di controllo;
- sistemi di trasmissione, accumulazione e conversione di energia;
- attuatori convenzionali e non.

Obiettivi di tecnologia ed obiettivi di prodotto interagiscono tra loro nel senso che il raggiungimento dei primi condiziona i traguardi conseguibili nell'ambito di ciascuna classe di prodotti, consentendo di definire una logica di sviluppo del Progetto, che, partendo dagli obiettivi di prodotto raggiungibili in ciascuna classe con le tecnologie disponibili, si propone, in relazione al raggiungimento degli obiettivi di tecnologia via via più complessi, il conseguimento di obiettivi di prodotto più avanzati.

Modi di attuazione.

L'ipotesi base per l'attuazione del Progetto è stata quella di finalizzare ad un quadro strategico comune le diverse risorse finanziarie disponibili a livello della ricerca pubblica e della ricerca industriale. Quest'ultima si è fatta carico mediante autofinanziamento degli sviluppi di prodotto attuabili con le tecnologie inizialmente disponibili, e delle successive evoluzioni di prodotto all'interno di ciascun livello tecnologico.

Il Consiglio Nazionale delle Ricerche, con il meccanismo collaudato dei Progetti Finalizzati, ha promosso da un lato gli studi volti alla identificazione delle competenze ed allo sviluppo sperimentale delle nuove tecnologie, fino alla valutazione prototipale della loro utilizzabilità in termini di prodotto; dall'altro si è fatto carico della valutazione tecnologica dei prodotti sperimentali, di concerto con l'Istituto Superiore di Sanità e le industrie interessate.

Al Fondo per la Ricerca Applicata dell'IMI è stato affidato il compito prevalente di affrontare i nuovi obiettivi di prodotto via via ipotizzabili in base alla disponibilità delle nuove tecnologie, mentre per gli obiettivi di maggiore impegno strategico/produttivo nel medio periodo, il meccanismo attivato è stato quello della commessa di Stato nell'ambito del Programma Nazionale di Ricerca sulle Tecnologie in

Cardiologia.

Due aspetti, infine, devono essere segnalati: il primo è la ampia collaborazione internazionale attivata dal Progetto ICAROS a livello di Enti di ricerca, di industrie, e di singoli esperti (vedi Azione Concertata CEE "HEART" HEart Assistance Replacement Technology, la cui direzione è affidata all'Ing. Bruno Mambrito della Tecnobiotecnica SpA, capo progetto del Tema 1 "Cuore artificiale di seconda generazione" nell'ambito del Programma Nazionale Malattie Cardiovascolari); il secondo è il coinvolgimento nello sviluppo e nella valutazione dei prodotti e delle tecnologie di ICAROS della cardiologia e la cardiocirurgia italiana.

Attività proprie del CNR.

A partire dal 1985 il Consiglio Nazionale delle Ricerche, mediante assegnazioni straordinarie al Progetto Finalizzato Tecnologie Biomediche e Sanitarie, ha condotto un'ampia serie di ricerche a livello di base, tecnologico e applicativo nello specifico settore. Nel 1990 ha proseguito le proprie attività di ricerca concentrandole nel campo della assistenza e sostituzione della funzione cardiovascolare (Progetto Cuore Artificiale) previste dall'Azione Concertata ICAROS.

L'attività è proseguita quindi nel 1991 mediante il Progetto Strategico ICAROS, in attesa dell'attivazione del nuovo Progetto Finalizzato Tecnologie Biomediche e Terapeutiche, per il quale il Ministro dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica ha autorizzato la predisposizione dello studio di fattibilità con nota n. UPF 097 III 1.3 del 20 Maggio 1989 con la previsione di inserirvi le attività di ricerca ICAROS e in ottemperanza alla Convenzione CNR/FIAT del 15 Maggio 1986.

Anche in relazione alla limitatezza di fondi disponibili per questo anno (# 300 milioni) l'attività si è