



## Rapporti Tecnici INAF INAF Technical Reports

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Number</b>                      | 207   |
| <b>Publication Year</b>            | 2022  |
| <b>Acceptance in OA@INAF</b>       | 2022-12-09T16:23:22Z  |
| <b>Title</b>                       | INAF Raggruppamento Scientifico Nazionale 5 - Forum delle Tecnologie 2022   |
| <b>Authors</b>                     | BECCIANI, Ugo; BOLLI, Pietro; BULGARELLI, ANDREA; BUSONERO, Deborah; CAPASSO, Giulio; DI RICO, Gianluca; FRANZETTI, PAOLO; LO CICERO, UGO; MOLINARO, Marco; PERNECHELE, Claudio; PISANU, Tonino; RIGHINI, SIMONA; SANGIORGI, Pierluca; SANTOLI, Francesco; VITALI, Fabrizio; ZANUTTA, Alessio |
| <b>Affiliation of first author</b> | O.A. Catania  |
| <b>Handle</b>                      | <a href="http://hdl.handle.net/20.500.12386/32743">http://hdl.handle.net/20.500.12386/32743</a> ;<br><a href="https://doi.org/10.20371/INAF/TechRep/207">https://doi.org/10.20371/INAF/TechRep/207</a>  |

Istituto Nazionale di Astrofisica

Raggruppamento Scientifico Nazionale 5

# **Forum delle Tecnologie 2022**

Scientific Organizing Committee:

Ugo Becciani, Pietro Bolli, Andrea Bulgarelli, Deborah Busonero, Giulio Capasso,  
Gianluca Di Rico, Paolo Franzetti, Ugo Lo Cicero, Marco Molinaro,  
Claudio Pernechele, Tonino Pisanu, Simona Righini, Pierluca Sangiorgi,  
Francesco Santoli, Fabrizio Vitali, Alessio Zanutta

Bologna, 22-24 giugno 2022

# Sommario

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Introduzione</b>  | <b>3</b>  |
| <b>Laboratori e Facilities</b>                             | <b>5</b>  |
| <b>Ottica, Metrologia e Meccanica</b>                      | <b>6</b>  |
| <b>Elettronica e Rivelatori</b>                            | <b>8</b>  |
| <b>HW &amp; SW Strumentale (Monitoring &amp; Control)</b>  | <b>9</b>  |
| <b>Tecnologie Informatiche</b>                             | <b>11</b> |
| <b>Science Data Segment</b>                                | <b>13</b> |
| <b>System Engineering<br/>Project Management<br/>PA/QA</b> | <b>14</b> |
| <b>Figure professionali dei Ricercatori e Tecnologi</b>    | <b>15</b> |
| <b>Conclusioni e tavola rotonda</b>                        | <b>17</b> |
| <b>APPENDICE A</b>   | <b>20</b> |
| Laboratori e facilities                                    | 20        |
| Ottica, metrologia e termomeccanica                        | 20        |
| Elettronica e rilevatori                                   | 20        |
| Tecnologie informatiche                                    | 21        |
| HW&SW Strumentale (Monitoring & Control)                   | 21        |
| Science Data Segment                                       | 21        |
| System Engineering, Project Management, PA/QA              | 21        |
| Lightning talks  | 22        |
| <b>APPENDICE B</b>   | <b>23</b> |

## Introduzione

Gli RSN costituiscono il punto di raccordo all'interno dell'INAF che offre al personale di ricerca l'opportunità di presentare, discutere e condividere le attività di ricerca, i progetti e le istanze di interesse per l'Ente e le proposte di utilizzo scientifico/tecnologico delle grandi infrastrutture.

L'INAF ha un'ampia distribuzione territoriale; le collaborazioni tra le strutture sono molto frequenti, ma coinvolgono di volta in volta un numero ristretto di persone. Tali collaborazioni tendono a ripetersi nel tempo con poca variabilità nei soggetti coinvolti.

Attualmente esistono alcune iniziative di coordinamento, ma sono focalizzate su tematiche specifiche; nessuna riveste carattere trasversale o coinvolge in contemporanea tutte le attività tecnologiche dell'Ente.

Il CSN5, rispondendo alle esigenze di creare maggiori occasioni di dialogo e di networking e di mettere a fattor comune le esperienze maturate in settori strategici del nostro Ente, ha organizzato il primo "Forum della Ricerca Sperimentale e Tecnologica INAF" che si è svolto presso l'area di ricerca di Bologna nei giorni 22, 23 e 24 giugno 2022.

L'evento aveva diversi obiettivi:

- incrementare la reciproca conoscenza delle attività tecnologiche condotte nelle diverse strutture INAF;
- favorire discussioni, scambi, sinergie;
- promuovere il senso di appartenenza alla comunità INAF;
- introdurre e coinvolgere il personale assunto negli ultimi anni, che non dispone di una visione di insieme di tutte le attività svolte dall'INAF;
- stimolare le collaborazioni, anche al di fuori dei rapporti già esistenti;
- far emergere eventuali problematiche, discuterne insieme ed individuare possibili soluzioni;
- in generale, migliorare la capacità dell'Ente nel realizzare strumentazione sempre più sofisticata e complessa.

Per ottimizzare l'organizzazione le attività sono state raggruppate per struttura, con un portavoce che le ha illustrate in modo sintetico in ciascuna sessione. Questa strutturazione ha consentito una progressione snella del forum, pur mantenendo una visione unitaria di appartenenza all'Ente, dal momento che le presentazioni sono state esposte con finalità collaborative e non piuttosto competitive. Per consentire l'illustrazione di tutte le attività, in considerazione del numero elevato di partecipanti, la durata degli interventi è stata fissata in maniera rigida a pochi minuti.

Tutte le presentazioni si sono così focalizzate sulle professionalità esistenti e sulle attività e problematiche principali. Questo ha consentito di lasciare ampio spazio alle discussioni. Si può affermare che questo format sia stato uno dei motivi della buona riuscita del Forum.



Per puri fini organizzativi, le tematiche tecnologiche sono state raggruppate in sette sessioni, secondo il seguente calendario:

|   | <b>giorno</b> | <b>sessione</b> |
|---|---------------|-----------------|
| <b>Laboratori e facilities</b>                              | 22/6 mattina  | unica           |
| <b>Ottica, metrologia e termomeccanica</b>                  | 22/6 pom.     | unica           |
| <b>Elettronica e rivelatori</b>                             | 23/6 mattina  | split           |
| <b>Tecnologie informatiche</b>                              | 23/6 mattina  | split           |
| <b>HW &amp; SW strumentale (Monitoring &amp; Control)</b>   | 23/6 pom.     | split           |
| <b>Science Data Segment</b>                                 | 23/6 pom.     | split           |
| <b>System Engineering, Project Management, PA/QA</b>        | 24/6 mattina  | unica           |
| <b>Figure professionali Ricercatori e Tecnologi in INAF</b> | 24/6 mattina  | unica           |
| <b>Conclusioni, tavola rotonda</b>                          | 24/6 pom.     | unica           |

Tutto il materiale, le presentazioni e i poster sono disponibili sul sito:

<https://indico.ict.inaf.it/event/1809>

Nel corso delle presentazioni sono emersi numerosi spunti di riflessione, alcuni peculiari, altri trasversali alle sessioni. Di seguito viene riportato un riassunto di quanto presentato e discusso.

## Laboratori e Facilities

Questa sessione ha coinvolto 16 sedi INAF. Le 16 presentazioni hanno evidenziato l'ingente dotazione di laboratori, facilities e strumentazione; nella maggior parte dei casi, l'acquisizione degli asset e lo sviluppo delle competenze necessarie al loro utilizzo sono avvenute attraverso la partecipazione a specifici progetti di ricerca.

La collaborazione e l'interscambio di conoscenze tra le varie sedi sono sovente limitati ai casi in cui sono attivi specifici programmi di ricerca o quando esistono contatti personali tra colleghi. Tale limitazione è particolarmente sentita dal TNG, gerarchicamente e geograficamente lontano dalle altre strutture INAF. In molte presentazioni sono state evidenziate la disponibilità e l'interesse a intensificare e strutturare questi interscambi.

Sono state altresì individuate alcune problematiche comuni, tra cui la penuria di personale tecnico e la difficoltà nell'acquisizione di prodotti (materiali, componenti, strumentazione, ecc.) per le tempistiche oltremodo dilatate necessarie all'espletamento delle procedure amministrative.

La successiva discussione ha toccato le seguenti ulteriori tematiche:

1. Il *conto terzi* rappresenta un possibile canale di finanziamento utile per il mantenimento e il potenziamento dei laboratori. Sono stati discussi sia i vantaggi che gli aspetti da mettere a punto per un ottimale sfruttamento di questa fonte (migliore e completa definizione dei regolamenti attuativi e del quadro normativo, necessità di ottenere certificazioni, continuità nella manutenzione delle attrezzature, definizione delle priorità di utilizzo).
2. Una migliore efficienza energetica dei laboratori (*transizione verde*) consentirebbe di avere un risparmio nei costi di gestione.

Alla luce delle prestazioni e della successiva discussione, il CSN5 ha elaborato le seguenti considerazioni, quali base di riflessione e lavoro futuro:

- E' auspicabile che i laboratori e le facilities possano operare indipendentemente dagli specifici progetti di ricerca; affinché ciò sia possibile devono essere soddisfatti i seguenti prerequisiti:
  - Disponibilità adeguata di tecnici; la componente tecnica dell'ente è stata infatti soggetta ad un impoverimento a causa dello scarso turnover a fronte dei pensionamenti avuti negli ultimi anni; tale sofferenza è accentuata dal contemporaneo incremento delle attività.
  - Snellimento e velocizzazione delle procedure per l'acquisizione di materiali e strumenti, in modo che le tempistiche di acquisizione diventino compatibili con quelle delle attività da svolgere (istituzionali e/o conto terzi).
  - Indipendenza (almeno parziale) della gestione dei laboratori e facilities dai finanziamenti dei progetti di ricerca; a tal riguardo si sottolinea che le attività in conto terzi potrebbero rappresentare un contributo.
- La strutturazione e l'ampliamento delle collaborazioni interne, e dell'accessibilità a tutto INAF delle facilities, è una delle misure che permetterebbe un miglior sfruttamento delle risorse economiche e umane, a beneficio di tutti i programmi di ricerca tecnologica e sperimentale dell'ente. Il CSN5 si pone come punto di riferimento per la promozione delle sinergie all'interno dell'Ente e ritiene fortemente

auspicabile una azione di efficientamento, al fine di raggiungere un livello di efficacia adeguato ai tanti progetti in corso o che inizieranno nei prossimi mesi (inclusi quelli legati al PNRR); per raggiungere tale scopo, si ritiene utile creare (e rendere accessibili a tutto il personale INAF) degli strumenti che possano fungere da canali di contatto per le varie aree tematiche.



## Ottica, Metrologia e Meccanica

Questa sessione ha coinvolto 13 sedi INAF con relative presentazioni, più Lightning Talks e discussione. Sono state presentate le numerose expertise e facilities, di rilevanza nazionale ed internazionale. La distribuzione geografica e le peculiarità di ogni struttura riflettono, in parte, la costituzione dell'INAF (nato dall'unione di osservatori e sedi ex-CNR). Le numerose presentazioni evidenziano l'ampia varietà di campi di ricerca in cui l'istituto è impegnato, le tecnologie di eccellenza di cui dispone, e la capacità di innovazione dei vari gruppi.

E' emersa una forte interazione di alcune realtà INAF con le industrie, sia grandi che piccole/medie (PMI), che consente un potenziale accesso a finanziamenti esterni.

Il trasferimento di conoscenza è un processo utile a capitalizzare la chiara capacità di innovazione dell'INAF e si ritiene debba essere incentivato e rafforzato. Esso richiede l'implementazione di meccanismi che garantiscano l'opportunità per INAF di continuare a finanziare ricerca e sviluppo, possibilmente tutelando la proprietà intellettuale (ad esempio tramite il deposito di brevetti).

A tal proposito, un aspetto relativamente negativo riscontrato è che la R&D è spesso limitata alle esigenze di progetto. Rimane quindi sguarnita la possibilità di esplorare tecnologie e applicazioni non finalizzate ad un progetto (ricerca "curiosity driven", piccoli strumenti per ricerche di nicchia, etc...). Parzialmente ciò è comunque compensato dalla recente introduzione dei finanziamenti dell'astrofisica di eccellenza.

Altra criticità riscontrata è la ragguardevole dimensione dei nuovi progetti (es. ELT), la quale comporta una notevole complessità degli aspetti gestionali e l'esigenza di ampliare le competenze attraverso lo stanziamento di nuove risorse economiche e umane. Questa criticità fa somigliare per le modalità progettuali i grandi progetti di astronomia da terra a quelli del settore spazio.

Un problema molto sentito dalla comunità è la evidente perdita di know-how, dovuta a pensionamenti in assenza di turn-over (soprattutto nel personale tecnico) e alla massiccia presenza nei progetti di personale a contratto, che non garantisce continuità nell'arco temporale di sviluppo dei progetti (molti anni).

In relazione all'opportunità di fornire servizi per conto terzi, si evidenzia, a fronte di un interesse industriale, la presenza di costi legati al personale e alla manutenzione delle strumentazioni. E' auspicabile che ogni sede, relativamente alle proprie competenze e attrezzature, in sinergia con le altre strutture INAF, possa trarre vantaggio da questo possibile canale di finanziamento e/o di trasferimento tecnologico reciproco con l'industria.

Un aspetto molto positivo riscontrato è la grande propensione alla collaborazione fra gruppi di sedi diverse. Un esempio di comunità collaborativa è sicuramente il Laboratorio Nazionale ADONI, che fornisce supporto ai gruppi afferenti nelle varie sedi tramite il coordinamento di attività di networking.

Nuove tecniche di collaborazione e progettazione possono essere esplorate, come ad esempio la concurrent design. Si rileva che alcuni istituti di ricerca di rilevanza internazionale stanno adottando questo modello per sviluppare in maniera sistemica nuove idee o progetti complessi.

Infine, si sono toccati aspetti quali l'ottimizzazione e l'efficientamento delle risorse (e la conseguente riduzione dei costi di funzionamento) e le modalità con cui si potrebbe dare supporto ai piccoli gruppi o a progetti di R&D (ad es. con l'acquisizione di licenze sw direttamente da parte di INAF, in quanto onerose e molto utilizzate, anziché da parte dei singoli).





## Elettronica e Rivelatori

La sessione su Elettronica e Rivelatori si è tenuta in parallelo a quella sulle Tecnologie Informatiche. Coinvolte 11 sedi INAF con relative presentazioni, oltre i Lightning Talk e la discussione.

Durante la sessione è emersa la presenza in INAF di ampie competenze nell'ambito della progettazione e dello sviluppo di rivelatori e di elettronica digitale e analogica per lo sviluppo di strumentazione astrofisica, dalla banda radio fino alle alte energie, sia da terra che da spazio. Tali attività sono supportate da numerosi laboratori dotati di strumentazione all'avanguardia.

Nel corso della discussione sono emerse numerose osservazioni e commenti.

È risultata evidente l'elevata qualità e quantità del lavoro condotto in questo ambito. Sono numerosi i settori e le applicazioni in cui INAF dimostra estese competenze, nonché una capacità produttiva ampia e variegata. Ciononostante, è emerso che il numero di brevetti è basso; ci si propone di approfondire questo argomento per comprenderne le motivazioni e i risvolti.

Fare rete è considerato un obiettivo primario, importante per ottimizzare le risorse e farsi trovare pronti nel caso di opportunità da cogliere, anche con tempistiche stringenti.

È stata approfondita anche la tematica relativa all'uso di tecnologie e dispositivi custom e commerciali, chiedendosi quale opzione sia preferibile. Ciascuna presenta dei pro e dei contro. Si pongono problematiche legate alla manutenzione, allo sviluppo e all'adeguamento. Vi sono poi le criticità legate alla certificazione (safety, quality, reliability) e alla dichiarazione di conformità: per affrontarle in modo efficace occorre lavorare a

procedure e strumenti comuni. Cruciale anche l'elemento della trasmissione di know how alle nuove generazioni.

Quest'ultimo punto è collegato alle difficoltà che si incontrano nel reclutamento di personale altamente specializzato. Non sono rari i concorsi e le selezioni che vanno deserti o raccolgono pochissime candidature.

I motivi sono molteplici. INAF non è competitivo con l'industria, in termini economici e di sviluppo di carriera.

Inoltre L'Ente ha poca visibilità presso gli studenti e il mondo del lavoro: serve maggiore interazione con gli Istituti Scolastici e le Università (per mezzo di open day, stage, PCTO, tirocini, corsi universitari affidati a personale INAF); potrebbero essere d'aiuto i bandi regionali, viste le esperienze positive riportate da alcune sedi.

Un ulteriore ostacolo è dato dalle modalità di reclutamento, che sono complesse rispetto a quelle dei settori privati "concorrenti"; servirebbe concepire un layer intermedio che, fornendo le informazioni salienti in modo fruibile, chiarisse in cosa consiste l'offerta e come partecipare alle selezioni, mitigando l'impatto deterrente sui nostri potenziali candidati.

Sono infine stati riportati alcuni problemi pratici, accusati da un vasto numero di persone.

È molto sentita l'esigenza di maggiore snellezza nel fare acquisti (HW e SW). Si riterrebbe utile l'implementazione di accordi quadro (come quelli avviati da IAPS e OAC, in attesa di approvazione e gara).

È stato evidenziato il problema della scarsa reperibilità dei componenti commerciali, spesso introvabili o divenuti costosissimi.

Diffusa anche la difficoltà a reperire fondi, strumenti e licenze software quando si lavora al di fuori dei grandi progetti. È stato comunque sottolineato che a volte è possibile utilizzare per ricerche indipendenti il SW acquistato su fondi di grandi progetti.

## HW & SW Strumentale (Monitoring & Control)

La split session di HW & SW strumentale e di Monitoring and Control si è svolta la mattina del 23 giugno ed ha visto la presenza di circa 70 persone, di cui il 20% collegati da remoto. Le presentazioni hanno fornito una visione completa delle attività INAF legate allo sviluppo di sistemi di controllo per strumentazione astronomica.



Nella realizzazione di sistemi di controllo in genere vengono utilizzate tecnologie analoghe a quelle impiegate nel mondo industriale privato; si può quindi ipotizzare di favorire un travaso di know-how e di metodologie dal privato, poiché all'interno delle aziende esistono strutture organizzative ben definite, con una gestione organica della documentazione dei progetti con lo scopo di massimizzare il riutilizzo del lavoro fatto. Si fa però notare che le esigenze dell'INAF non sono di tipo aziendale; sebbene sia auspicabile, non sempre la condivisione delle esperienze e dei lavori è realizzabile in quanto ciascun progetto costituisce un "pezzo unico" e spesso ciascuna struttura o progetto ha anche obiettivi dedicati non "cedibili" o "riciclabili".

E' forte l'esigenza, condivisa con le altre sessioni del Forum, di migliorare il networking e lo scambio delle conoscenze. Buona parte delle attività illustrate nel corso delle presentazioni fanno parte dell'unità di coordinamento Tetis (TEchnologies for Telescopes and Instruments control Software) che costituisce un esempio di collaborazione tra gruppi di lavoro, da sviluppare ed estendere.

Ci si pone la domanda di come migliorare ulteriormente l'efficienza nell'utilizzo delle risorse umane ed economiche. Una soluzione potrebbe essere la costituzione di "centri di competenza" ai quali rivolgersi a prescindere dalle strutture di appartenenza. Questo costituirebbe un elemento di forte cambiamento nel modo di organizzare le collaborazioni di lavoro e pertanto andrebbe proposto dalla dirigenza INAF attraverso una strategia top-down. Si fa però notare che forzare dall'alto il modo di lavorare e collaborare potrebbe costituire un rischio nel raggiungimento degli obiettivi perché le esigenze sono tante, hanno "granularità" differenti e sono mutevoli nel tempo: la "base" ne ha la migliore conoscenza e tende ad organizzarsi in funzione di esse.

Uno strumento utile per aumentare il livello di networking è la realizzazione di una sorta di *database delle competenze* che faciliterebbe contatti e sinergie.

Un'interessante riflessione è quanto dell'attività tecnologica fatta in INAF si riferisce allo studio di tecnologie e dei relativi sviluppi tecnologici, intesi come pura R&D che, creando dispositivi innovativi, va ad anticipare le esigenze scientifiche o addirittura a rendere possibili nuove applicazioni.

Al momento, per chi non è coinvolto nei grandi progetti, è sicuramente difficile fare questo tipo di attività, e comunque la si riesce a fare solo nei ritagli di tempo e con scarse risorse a disposizione. Da ciò deriva la necessità di mantenere e sviluppare anche strumenti e facilities "piccoli", che possano servire da palestra o da base per attività di R&D tecnologico.

E' necessario evidenziare quanto sia importante fare ricerca tecnologica anche senza una motivazione scientifica sottostante. Abbandonare la R&D ci trasformerebbe in un'industria: concentrarci strettamente sui task "commissionati" potrebbe forse ottimizzare l'impiego delle risorse, ma porterebbe presto ad un inaridimento e alla perdita delle eccellenti capacità tecnologiche dell'INAF.

A tal proposito, si può prendere come esempio positivo la metodologia utilizzata da ESO: c'è una componente di R&D che si muove però sempre nell'ambito dei progetti.

Lo sviluppo di una organizzazione a network aiuterebbe il mantenimento e lo sviluppo delle infrastrutture esistenti, anche se non coinvolte direttamente in grossi progetti.

Questo primo Forum ha aiutato ad avviare un percorso di confronto e collaborazione; è importante che questo cammino non si areni.

Anche in questa sessione è stato sottolineato il peso dato dalla carenza di tecnici e dall'imminente pensionamento di numerosi tecnici senza adeguato trasferimento di conoscenze a nuove leve (che non ci sono, o non ci sono in quantità sufficiente).

Si richiama anche la difficoltà di reclutamento di profili specialistici e la presenza di una quota residuale di personale precario.

Sono poi emerse alcune problematiche ed esigenze di ordine pratico, come ad esempio:

- le difficoltà nei rapporti con le aziende esterne, non sempre adeguate per la tipologia e qualità del lavoro svolto, o come difficoltà nella gestione contrattuale;
- il suggerimento di individuare e raccomandare un software di CAD elettronico;
- la necessità di semplificare i processi di acquisto per le minuterie ed il materiale di laboratorio.

## Tecnologie Informatiche

La sessione con tematica "Tecnologie Informatiche" (tenutasi Giovedì 23 Giugno mattina, parallela a quella sul HW & SW Strumentale, Monitoring and Control) ha visto la partecipazione di circa 80 persone in sala e 20 in collegamento remoto. La presentazione delle competenze ed esperienze maturate nelle varie attività comprese nella tematica è stata

riportata da 13 strutture, seguita dai lightning talk e da una discussione sui punti emersi e sulle criticità inerenti la tematica stessa.

Prima dell'evento stesso era già evidente l'impossibilità di isolare questa tematica, dal punto di vista delle attività che include, da quelle di HW & SW Strumentale e di Science Data Segment. Infatti, il termine, generico, di tecnologia informatica descrive gli strumenti informatici che formano la base di lavoro delle due tematiche sopra espresse e che rende la tematica stessa trasversale a molte attività tecnologiche.

Inoltre, un altro punto di contatto/confine sfocato per questa tematica è quello con le infrastrutture informatiche dell'ente, in quanto si usano tecnologie informatiche nelle infrastrutture e all'interno delle infrastrutture stesse si fa sviluppo e si genera esperienza su tematiche informatiche. Questo senza contare le attività che molti ricercatori/tecnologi svolgono in centri di elaborazione dati nelle varie strutture nonché nella gestione dell'infrastruttura di rete.

Il risultato diretto, oltre alla comunanza di competenze e problematiche con altre tematiche, è stato evidente nella complessità ed eterogeneità di attività ed esperienze riportate nelle presentazioni della sessione.

Per questo le competenze esposte hanno toccato un insieme molto ampio di attività (qui riportate senza pretesa di esaustività né completezza di dettaglio):

- archivi, storage, database: loro selezione, evoluzione, sostenibilità, sistemi di acquisizione dati;
- calcolo: dal codesign dell'hardware all'ottimizzazione dei software, sistemi HPC/HTC, porting su acceleratori (GPU/FPGA), gestione dei job;
- machine learning e deep learning (usato dalla manutenzione, allo sviluppo, all'analisi dati), visual analytics, virtual reality;
- utenti: gestione, supporto, centralizzazione, sviluppo tecnologie e standard, disseminazione competenze;
- schedule: gestione e supporto;
- progetti: supporto allo sviluppo, sviluppo sistemi e test per gli stessi (vedi, e.g. le SKA Data Challenges e simili);
- software: sistemi di sviluppo (agile, DevOps, containers, ...), utilizzo di librerie e framework (e.g. GEANT4 per la modellazione fisica a vari livelli della strumentazione);
- tecnologie web: interfacce d'archivio, tecnologie per la cura e preservazione;
- soluzioni cloud: uso, scopo, gestione;
- sistemi di monitoring e logging.

Nel successivo spazio di discussione, introdotto cercando di riassumere quanto sopra riportato, dopo una iniziale serie di commenti essenzialmente incentrati sul calcolo, la distribuzione delle risorse per lo stesso e le competenze necessarie per mantenere l'attuale esperienza nel settore, i punti in esame sono stati:

- la distinzione di risorse dedicate al singolo utente (o piccolo gruppo di utenti) e quelle necessarie per progetti o grossi programmi;
- la ridondanza dei sistemi: da ridurre se si vuole puntare all'efficienza, ma, per converso, da mantenere o ampliare, per dare adeguata disponibilità alla comunità e permettere l'uso di tecnologie e sistemi fra loro diversi (i requisiti di progetti/attività non si possono tutti soddisfare con la stessa architettura);

- benefici della centralizzazione e della distribuzione delle risorse di sistemi e servizi: di nuovo a bilancio l'efficienza e i requisiti diversi dei progetti o dei singoli utenti;
- i vincoli fisici sui centri elaborazione dati: spazio fisico per contenere l'hardware (da cui capacità di calcolo e spazio di storage) ma anche limiti nella potenza erogabile in funzione della locazione del centro;
- bilancio fra uso di software/librerie/framework open source o proprietari;
- bilancio fra integrazione di tool/librerie/software esistenti e lo sviluppo autonomo degli stessi.

Infine, un accenno è stato fatto anche alla multi-disciplinarietà e alla visione cross-domain che le tecnologie informatiche possono offrire, con sistemi e metodologie che possono essere applicate sia trasversalmente in astrofisica che ad altri campi di ricerca e sviluppo, e le connessioni che presto ci saranno con il Centro Nazionale HPC del PNRR

## Science Data Segment

Uno Science Data Segment è generalmente legato a una specifica missione/progetto e la sua durata media è di 10-20 anni. Le expertise necessarie devono quindi essere mantenute su lunghi periodi ed il personale può essere impiegato per diversi anni in modo esclusivo. Spesso è quindi difficile trovare una collaborazione tra gruppi che lavorano su progetti diversi, proprio per la durata e l'impegno necessario nello svolgimento di un singolo progetto.

Le durate di questi progetti comportano anche problematiche di manutenzione del software, per:

- Nuove tecnologie e paradigmi di calcolo/storage;
- Nuovi algoritmi;
- Nuovi requisiti scientifici.

Ciò implica una importante attività di manutenzione, che soprattutto nel caso di nuove tecnologie richiede personale opportunamente formato. Spesso il porting di codice da un vecchio paradigma/linguaggio/infrastruttura ad uno nuovo richiede la revisione totale del codice fino alla sua riscrittura completa, inclusa a volte la ridefinizione degli algoritmi stessi.

Lo sviluppo di un SDS richiede quindi una grande varietà di competenze, dal processamento dei raw data fino al dato scientifico, gestione pipeline, design e gestione dei database, ottimizzazione del software, pianificazione attività scientifiche. Queste competenze tecnologiche devono essere integrate con le competenze scientifiche, a partire dalla definizione dei requisiti fino alla scrittura dei manuali utente e documentazione del software. E' quindi necessario che tutto il team, tecnologico e scientifico, sia disponibile a scrivere/contribuire alla documentazione ed ad interagire.

Allo sviluppo di SDS spesso sono legate attività di EGSE, Commissioning con relative expertise e necessità di una loro integrazione nell'SDS. Questo è un altro aspetto chiave, dove l'SDS, che si ritrova ad essere il contenitore di conoscenze/software legati strettamente allo strumento/payload. E quindi importante è anche l'integrazione dell'instrument team, per portare nell'SDS queste competenze/conoscenze.

Ci sono parecchie attività legate allo sviluppo di un SDS tra cui:

- Gestione della Quality del software,
- Documentazione del software,
- Verification, validation, acceptance,

che possono richiedere una importante/grande quantità di tempo, soprattutto in progetti grandi e/o strutturati e nelle fasi iniziali. Occorre tenerne conto nella definizione dei costi/FTE. Inoltre bisogna tenere conto della disponibilità e formazione del personale per lo svolgimento delle attività elencate in precedenza.

Importante aspetto anche il software licensing policies e proprietà intellettuale. Diversi sono gli aspetti da considerare nella definizione di una software license e della intellectual property, che possono cambiare in base al contesto:

- software fornito come contribution da parte dei consorzi alle agenzie;
- software open source per la comunità;
- definire le policy di riuso di software in altri progetti;
- il software fornito da industrie.

I rapporti con l'industria vanno calibrati e decisi caso per caso. Si può ricorrere all'industria per mancanza di manpower, tempistiche troppo strette, mancanza di expertise su prodotti/soluzioni/tecnologie. Occorre stabilire la giusta modalità di collaborazione in cui l'INAF non è solo fornitore di specifiche, ma deve entrare attivamente e costantemente nel controllo del prodotto fornito e dello stato dello sviluppo del software. Diversi possono essere quindi i tipi di rapporti con l'industria ma è fondamentale mantenere una collaborazione ed un controllo di processo e prodotto attivi e costanti.

E' anche stato affrontato il tema del software open-source o commerciale per lo sviluppo, ed è emersa l'esigenza di avere tool comuni di design/sviluppo del software a livello INAF.

## System Engineering Project Management PA/QA

Il coinvolgimento crescente (ed a livelli sempre più alti) nei grandi progetti internazionali, che hanno una considerevole complessità organizzativa e gestionale, ha portato ad una rinnovata sensibilità verso le tematiche di System Engineering, di Project Management e di Product & Quality Assurance.

Tali attività sono svolte in tutte le strutture INAF, spesso in team distribuiti su più sedi.

La partecipazione a progetti di origine e tipologia disparata comporta la mancanza di uniformità nelle metodologie e negli strumenti software utilizzati (MBSE: Cameo, Enterprise Architect, DOORS, Redmine, ecc.).

La comunità sente l'esigenza di sviluppare un approccio sistemico. E' auspicabile un coordinamento a livello centrale per un miglior sfruttamento delle competenze e delle risorse. La struttura di PM e SE della direzione scientifica è intenzionata a svolgere/agevolare questo coordinamento; un primo passo in tal senso sarà la costituzione di un database delle competenze esistenti. L'intenzione è quella di avere un 'ufficio distribuito'.

Lo IAPS ha istituito un Program Management Office con lo scopo di supportare i team di progetto (PI/PM), svolgendo il ruolo di interfaccia tra questi e l'amministrazione.

I successi avuti nei progetti in cui l'INAF ha svolto un ruolo di leadership hanno messo in evidenza quanto sia importante non solo l'utilizzo di metodologie appropriate o innovative,

ma anche e soprattutto i *soft skills* messi in campo dalle persone coinvolte. Infatti, la realtà dell'INAF presenta alcune peculiarità come l'esistenza di gruppi di lavoro molto articolati e distribuiti sul territorio e di regole burocratiche rigide. In tale contesto, assumono grande importanza le capacità di relazionarsi con tutti gli attori dei processi, di coinvolgere e stimolare la partecipazione attiva, di risolvere problemi e conflitti.

E' stata data grande evidenza alla necessità di formare e valorizzare le figure professionali di quest'area. E' opportuno che la valorizzazione professionale si concretizzi sia attraverso adeguate opportunità di carriera che con il riconoscimento del contributo al ritorno scientifico.



## Figure professionali dei Ricercatori e Tecnologi

Il personale afferente al RSN5 è equamente distribuito tra le figure professionali di ricercatore e di tecnologo. Questa suddivisione risulta artificiosa, in quanto tutto il personale in questione, nei rispettivi livelli professionali, svolge sostanzialmente la stessa tipologia di attività. Questo tema annoso è fonte di apprensione e di una sensazione di impotenza rispetto alle regole formali imposte dalla normativa sul lavoro; prova ne è la numerosa partecipazione e l'interesse che ha suscitato questa sessione e la relativa discussione.

E' stato evidenziato come i sottosettori attualmente previsti per la Macroarea 5 e i Settori Tecnologici comportano una difficoltà ad inquadrare correttamente tutte le figure necessarie perché:



- Alcune professionalità non sono contemplate nella classificazione esistente (MA+ST).
- In sede di formazione delle richieste di assunzione, la 'catena' decisionale tende a far emergere le necessità espresse da specifici progetti e strutture, rispetto a quelle che si connotano per qualche tipo di 'trasversalità' (tra progetti, tra strutture, tra RSN).

Il risvolto più preoccupante è dato dal fatto che l'ambiguità esistente inficia ulteriormente le già limitate possibilità di carriera che si sono avute negli ultimi anni.

Infatti, le definizioni dei profili di Ricercatore di MA5 e Tecnologo di ST3 non sono distinte in maniera netta, e non consentono di mappare correttamente le attività realmente svolte dal personale. Ciò rende difficile definire criteri di valutazione adeguati nei concorsi per i livelli superiori (I e II) e porta a valutazioni non omogenee.

A questo si aggiungono le scarse opportunità di carriera (concorsi pubblici per I e II livello e passaggi interni) per alcune professionalità che non sono adeguatamente rappresentate (in particolar modo per le articolazioni ST3, usate recentemente nei concorsi).

Nonostante in RSN5 ci sia una sostanziale omogeneità tra le attività dei ricercatori e quelle dei tecnologi, questi ultimi in più di un'occasione (es.: finanziamenti MIUR) non hanno potuto applicare a bandi di finanziamento e non hanno potuto ricoprire ruoli di responsabilità (PI, coordinatore scientifico,...).

Infine, la 'produzione' di chi svolge attività tecnologiche si connota per una vasta gamma di tipologie di prodotti (HW, SW, report tecnici, documenti di progetto, brevetti, ...) e per tempistiche dettate dai processi di sviluppo dei progetti (spesso 'dilatate' rispetto ad altri settori). Questo porta a gravi distorsioni nella valutazione dei prodotti in sede di VQR.



## Conclusioni e tavola rotonda

Il forum ha avuto un'ampia partecipazione. In totale ci sono stati oltre 180 differenti visitatori in presenza nell'arco delle tre giornate, e oltre 100 persone collegate da remoto. Le presentazioni hanno offerto una visione pressoché totale delle attività tecnologiche svolte dalle varie sedi INAF.

Le attività dell'INAF coprono un ampio ventaglio di tecnologie, in ciascuna delle quali questo Forum ha mostrato grandi expertise, di rilevanza nazionale ed internazionale.

L'ampia partecipazione al Forum coincide con la volontà dei partecipanti di condividere le esperienze e le conoscenze.

Infatti sono emerse l'esigenza e il desiderio di aumentare e intensificare gli scambi e le collaborazioni tra le varie strutture, anche al di là degli ordinari rapporti derivanti dalla partecipazione a progetti attivi.

Sono già avviate positivamente iniziative di collaborazione in alcuni ambiti tecnologici specifici (come ADONI e TETIS). Tuttavia è sentore comune l'esigenza di aumentare il numero di queste iniziative e di creare dei network tematici o anche cross-tematici.

I progetti per la realizzazione di strumentazione astronomica hanno assunto complessità e dimensioni ragguardevoli, in termini di impegno economico, umano e di tempo. Questa crescita comporta nuovi problemi legati agli aspetti gestionali. In particolare, i progetti per

astronomia da terra tendono ad assomigliare, in termini di metodologie progettuali e di strumenti impiegati, ai progetti spaziali.

La partecipazione a progetti di rilevanza internazionale spesso comporta l'utilizzo di tecnologie consolidate; le opportunità di sviluppare e testare l'utilizzo di tecnologie innovative sono limitate a specifiche esigenze progettuali; a tali opportunità corrispondono timori sulla possibilità di investire tempo e fondi per attività di ricerca e sviluppo "pure", slegate dal loro effettivo utilizzo in ambiti implementativi. Si teme in definitiva un lento impoverimento delle capacità innovative e un appiattimento su standard consolidati.

Pertanto va tutelata la presenza di laboratori o infrastrutture che garantiscono la possibilità di svolgere attività di ricerca "curiosity driven", anche a costo di avere ridondanze e diseconomie. In questa ottica, un miglioramento del livello di cooperazione tra strutture, con la costruzione di network collaborativi può creare le opportunità per, consentire da un lato il mantenimento e lo sviluppo di centri di conoscenza, con risorse adeguate, e dall'altro mettere a disposizione della comunità know-how ad alta specializzazione.

Nelle varie sessioni che si sono svolte, è emersa più volte l'importanza dei rapporti con le aziende e il mondo produttivo.

Le esperienze pregresse hanno evidenziato alcune difficoltà, ad esempio legate ai differenti obiettivi di attori esterni rispetto a quelli dell'INAF (economici vs. scientifici/tecnologici) o ai rapporti di natura contrattuale che si vanno ad instaurare.

Uno strumento su cui è possibile fare affidamento è il *conto terzi*, che consente di valorizzare anche economicamente le eccellenze tecnologiche. Tuttavia è necessario individuare delle linee guida per il suo utilizzo, al fine di assicurarne la sostenibilità nel tempo e la corretta gestione delle priorità tra le esigenze di ricerca, proprie dell'Ente, e quelle dei terzi richiedenti.

In generale, in tutte le collaborazioni con le aziende è indispensabile tenere in considerazione le caratteristiche dell'Ente e le priorità nello sviluppo dei progetti di ricerca.

Nel corso del forum è stata avanzata la proposta di intensificare gli eventi informativi rivolti alle università e alle aziende, ad esempio attraverso dei *knowledge exchange workshop* che consentano uno scambio di conoscenze e l'avvio di collaborazioni. Tali attività richiedono un cospicuo investimento di tempo e risorse.



Le tematiche discusse nel corso del Forum sono complementari ai contenuti delle schede e delle relative audizioni tenutesi per la preparazione del PTA.

Si può affermare che il contenuto informativo delle schede sommato a quello delle presentazioni avute al Forum, costituisce, per quel che riguarda le tecnologie astronomiche, un insieme di dati adeguato a descrivere in maniera esaustiva le attività dell'Ente, le capacità professionali presenti e i rapporti di collaborazione esistenti al suo interno. Resta da indagare in che modo collegare questa massa di dati (non strutturati), come organizzarli in una maniera organica e facilmente consultabile e come trasformarli in informazioni utili alla comunità per migliorare la visibilità delle competenze e delle attività e per aumentare il livello di collaborazione all'interno dell'Ente.

Il coordinamento RSN5 ha quindi avanzato la proposta di realizzare un database, accessibile attraverso una mappa interattiva, che consenta una visione d'insieme e la consultazione rapida di tutte le risorse, umane e materiali, le professionalità, gli skill, le esperienze, le attrezzature, ecc. che costituiscono la nostra comunità, con l'obiettivo di facilitare la comprensione delle realtà che compongono il nostro Ente e lo scambio di competenze ed esperienze.

Abbiamo ricevuto grandi apprezzamenti per l'organizzazione del Forum, sia dalla dirigenza INAF che da una molteplicità di partecipanti; questo ci fa pensare che almeno alcuni degli obiettivi che ci eravamo prefissati siano stati raggiunti o si siano create le premesse per poterli raggiungere.

L'attuale RSN5 auspica che la dirigenza e tutto il personale INAF coinvolto lavorino in tal senso.

# APPENDICE A

## Elenco completo delle presentazioni e degli speaker

### Laboratori e facilities

- Isabella Pagano - OACT
- Rosario Cosentino - TNG
- Germano Bianchi et al. - IRA
- Tonino Pisanu et al. - OACa
- Andrea Bianco et al. - OABrera
- Davide Greggio - OAPd
- Andrea Tozzi - OAA
- Mauro Dolci - OAAb
- Igor Coretti - OATs
- Luca Zangrilli - OATo
- Gianluca Morgante - OAS
- Stefania Stefani - IAPS
- Roberto Piazzesi - OAR
- Giulio Capasso et al. - OACn
- Giuseppe Sottile - IASFPa
- Marco Barbera - OAP

### Ottica, metrologia e termomeccanica

- Carlo Lefevre - IAPS
- Fabio D'Anca - OAP
- Alberto Riva - OATo
- Davide Greggio - OAPd
- Luca Terenzi - OAS
- Runa Antonio Briguglio Pellegrino - OAA
- Ivan Di Antonio - OAAb
- Daniele Spiga et al. - OABrera
- Salvatore Savarese et al. - OACn
- Carmelo Gargano - IASFPa
- Alessandro Attoli - OAC
- Andrea Orlati - IRA
- Adriano Ghedina - TNG

### Elettronica e rilevatori

- Jader Monari - IRA - Expertise e sviluppo di sistemi riceventi all'IRA
- Paolo Maxia - OACa - Progettazione e realizzazione di componentistica RF
- Claudio Macculi - IAPS - Elettronica e rivelatori
- Luca Olmi - OAA - Elettronica e rivelatori
- Riccardo Campana, Francesco Cuttaia, Natalia Auricchio - OAS - Electronics and Detectors
- Michela Todaro - OAP - Ultra thin filters for X-ray detectors in space
- Michela Uslenghi - IASF Mi - Elettronica e rivelatori, Attività@IASFMI
- Cesare Molfese - OACn - Elettronica Custom Progettazione e sviluppo
- Giana Nicolini - OATo - Detectors & Electronics

- Rosario Cosentino - TNG - Elettronica e rivelatori

## Tecnologie informatiche

- Marco Landoni - OABrera
- Deborah Busonero - OATo
- Sara Bertocco - OATs
- Simone Riggi - OACt
- Claudio Gheller - IRA
- Alessandro Cabras - OAC
- Stefano Gallozzi - OAR
- Giulio Capasso - OACn
- Romolo Politi et al. - IAPS
- Valentina Fioretti - OAS
- Salvatore Orlando - OAPa
- Matteo Di Carlo - OAAb
- Jose San Juan Gomez - TNG

## HW&SW Strumentale (Monitoring & Control)

- Anna Di Giorgio - IAPS
- Sebastiano Ligori - OATo
- Paolo Di Marcantonio - OATs
- Andrea Baruffolo - OAPd
- Carlo Baffa - OAA
- Mirko Colapietro et al. - OACn
- Matteo Di Carlo - OAAb
- Federico Russo - OAS
- Mattia Corpora - IASFPa
- Alessandro Costa - OACt
- Andrea Orlati - IRA
- Gianmarco Angius - OACa
- Adriano Ghedina - TNG

## Science Data Segment

- Alessandro Aronica - IAPS
- Daniele Tavagnacco - OATs
- Deborah Busonero - OATo
- Francesco Verrecchia - OAR
- Paolo Franzetti - IASFMi
- Andrea Bulgarelli - OAS
- Elisa Portaluri - OAAb
- Antonella Vallenari - OAPd
- Alessandro Ridolfi et al. - OACa
- Alessandra Zanichelli - IRA
- Paolo Grani - OAA

## System Engineering, Project Management, PA/QA

- Jader Monari - IRA

- Oriana Mansutti - OATs
- Vito Conforti - OAS
- Francesco Santoli - IAPS
- Alessio Zanutta - OABrera
- Andrea Balestra - OAPd
- Vladimiro Noce - OAA
- Pietro Schipani et al. - OACn
- Eva Sciacca - OACt
- Alessio Trois - OACa
- Deborah Busonero - OATo
- Rosario Cosentino - TNG
- Davide Fierro - DS

## Lightning talks

- Attoli - Effetti della radiazione solare sulle prestazioni del Sardinia Radio Telescope
- Butora - ViaLactea Knowledge Base (VLKB)
- Cesare - The MPI+CUDA Gaia AVU-GSR Parallel Solver towards next-generation Exascale Infrastructures and new Green Computing frontiers
- Del Monte - AIV, environmental tests and calibration of the IXPE satellite: a success story despite COVID
- Di Antonio - Preliminary design of a Calibration and Test Unit for MAORY
- Di Varano - Laboratory activity @ IAPS: research project DORA (Deployable Optics for Remote Sensing Applications)
- Fara - SRT Data Center Management with Open Source Tools
- Gambadoro - Predictive Maintenance for Array of Cherenkov Telescopes
- Guerriero - Development process of the Ariel Space Telescope
- Incardona - The Monitoring Logging and Alarm System of the ASTRI Mini-Array gamma-ray air-Cherenkov experiment at the Observatorio del Teide
- Mancini - New Generation Ground Based Telescope NGGT
- Marassi - e-Callisto network: the CALLISTO station at INAF-Astronomical Observatory of Trieste
- Molinaro - VObs.it
- Orlati - DISCOS: a common strategy for the development of the Italian Single-dish Control System
- Raciti - The TMSS project for LOFAR 2.0 operations
- Riggi - Radio source analysis services for the SKA and precursors
- Sciacca - Cloud Services for Astrophysics
- Scuderi - SOXS cryogenic design
- Tudisco - ViaLactea: a Visual Analytic environment to explore our Galaxy
- Viavattene - Final Design and Technologies for the Interferometric Bldimensional Spectrometer IBIS 2.0
- Zuccarello - EST - European Solar Telescope

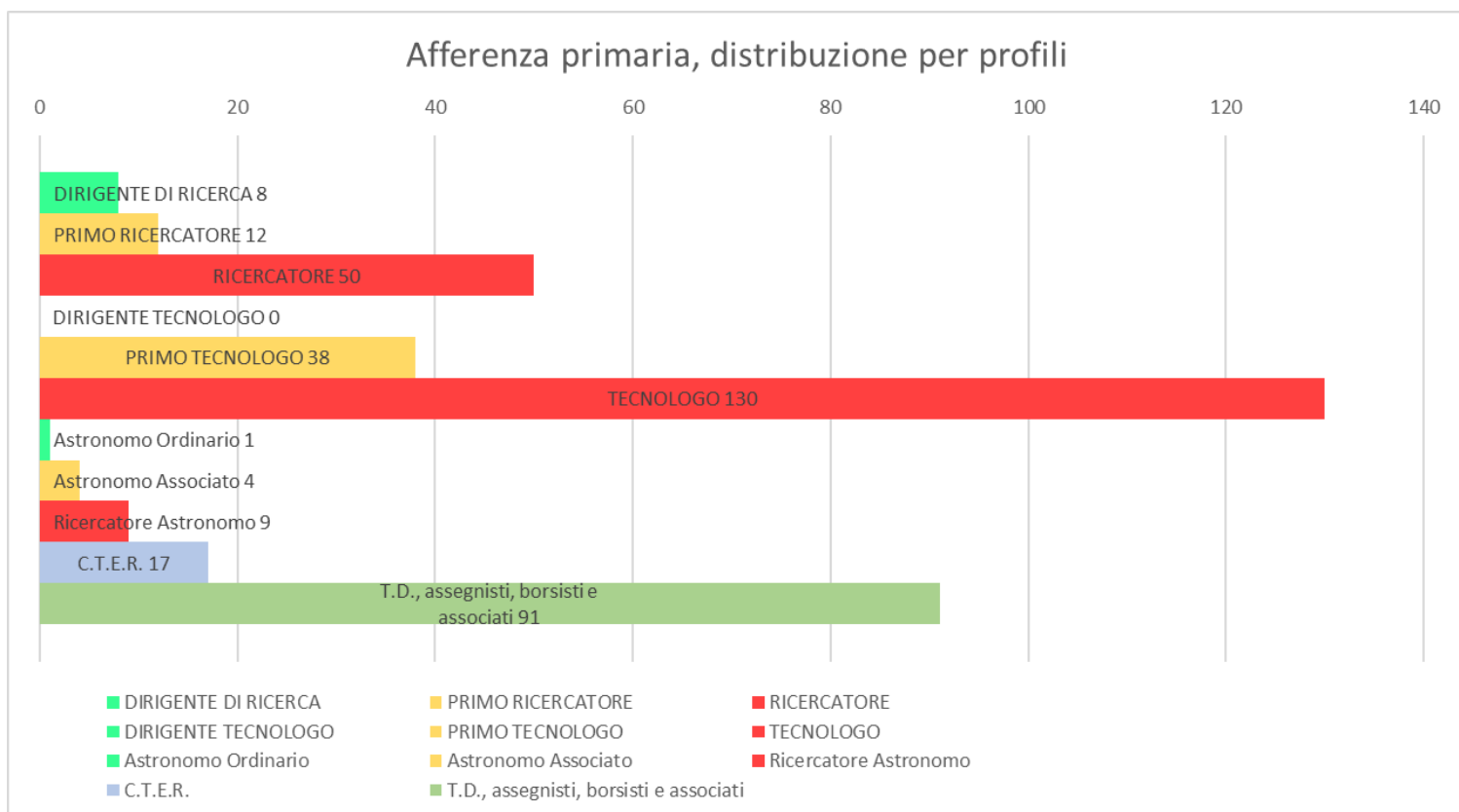
# APPENDICE B

## Statistiche afferenza RSN5

I dati qui presentati sono estratti dal database "Astrodip" alla data 1/12/2022. Si precisa che i dipendenti T.D. in aspettativa INAF sono computati come T.I. del profilo di provenienza. Per i tecnologi, non è disponibile l'informazione sul settore tecnologico di appartenenza.

| Afferenza RSN5                         |            |
|--|------------|
| DIRIGENTE DI RICERCA                   | 8          |
| PRIMO RICERCATORE                      | 12         |
| RICERCATORE                            | 50         |
| DIRIGENTE TECNOLOGO                    | 0          |
| PRIMO TECNOLOGO                        | 38         |
| TECNOLOGO                              | 130        |
| Astronomo Ordinario                    | 1          |
| Astronomo Associato                    | 4          |
| Ricercatore Astronomo                  | 9          |
| C.T.E.R.                               | 17         |
| T.D., assegnisti, borsisti e associati | 91         |
| <b>Totale afferenza primaria</b>       | <b>360</b> |
| Afferenza secondaria                   | 195        |
| <b>Totale afferenze</b>                | <b>555</b> |

Afferenza primaria, distribuzione per profili





### Afferenza primaria, solo T.I.

