

**Relazione Illustrativa al Budget economico 2023 e al
Budget economico pluriennale 2023 – 2025**
(ex art. 2 D.M. 27 marzo 2013)

Piano degli indicatori e dei risultati di bilancio attesi
(DPCM 18.9.2012)

Allegato 1 - *Budget economico 2023 e Piano Triennale 2023-2025*

**Allegato 2 - *Prospetto delle previsioni di spesa articolato per
missioni e programmi, secondo i criteri del DPCM 12.12.2012***

(All. 2, Decreto MEF 27 marzo 2013)



SOMMARIO

SOMMARIO	3
INDICE DELLE TABELLE	6
INDICE DELLE FIGURE	7
1. INTRODUZIONE	8
1.1 Sommario esecutivo.....	8
1.1.1 <i>Tecnologie emergenti e settori economici d'impatto del CRS4</i>	9
1.1.2 <i>Infrastrutture di ricerca</i>	11
1.1.3 <i>Organigramma</i>	13
1.1.4 <i>Indicatori attesi di eccellenza scientifica ed impatto socio-economico</i>	14
1.2 Risultati del quinquennio precedente (2018-2022).....	16
1.2.1 <i>Risorse Umane</i>	16
1.2.2 <i>Andamento del valore della produzione</i>	17
1.2.3 <i>Prodotti della ricerca scientifica e innovazione tecnologica</i>	17
2. I SETTORI DI RICERCA SCIENTIFICA, SVILUPPO E INNOVAZIONE TECNOLOGICA	19
2.1 Settori e Programmi di R&S	19
2.2 Progetti istituzionali ex art 9 L.R. 20/2015.....	20
3. HPC PER ENERGIA E AMBIENTE	21
3.1 Obiettivi generali.....	21
3.2 Stato di Attuazione delle attività relative all'anno precedente 2022.....	21
3.3 Le scelte programmatiche del prossimo triennio	24
4. ICT - SOCIETÀ DELL'INFORMAZIONE	31
4.1 Obiettivi generali.....	31
4.2 Stato di Attuazione delle attività relative all'anno precedente 2022.....	31
4.3 Le scelte programmatiche del prossimo triennio	35
5. INFORMATICA VISUALE E AD ALTA INTENSITÀ DI DATI	40
5.1 Obiettivi generali.....	40
5.2 Stato di Attuazione delle attività relative all'anno precedente 2022.....	41
5.3 Le scelte programmatiche del prossimo triennio	45
6. INFRASTRUTTURE COMPUTAZIONALI E DI BIOSCIENZE & PROGETTI SMART	50
6.1 Obiettivi generali.....	50
6.2 Stato di Attuazione delle attività relative all'anno precedente 2022.....	51
6.3 Le scelte programmatiche del prossimo triennio	52
7. TECNOLOGIE DIGITALI PER L'AEROSPAZIO.....	56
7.1 Obiettivi generali.....	56
7.2 Stato di Attuazione delle attività relative all'anno precedente 2022.....	57
7.3 Le scelte programmatiche del prossimo triennio	60
8. SERVIZI INTERNI ALLA R&S.....	63
8.1 Comunicazione ed Informazione Istituzionale.....	63
8.2 Gestione Siti Web e Sistemi Intranet	63
8.3 Ufficio Stampa	64
8.4 Valorizzazione dei Risultati e Supporto allo Sviluppo di Progetti	64
8.5 Settore Amministrazione	65

9.	SCHEDA DEI PROGETTI E SERVIZI DI RICERCA, SVILUPPO E INNOVAZIONE	66
9.1	Progetti Istituzionali a valere sul contributo regionale dedicato (ex art 9 L.R. 20/2015)	66
1.	AI	66
2.	GENOOX	67
3.	HPC & QCC.....	68
4.	SPIR DC.....	68
5.	XDATA.....	69
9.2	Progetti su contributi regionali aggiuntivi	71
1.	ARRDIA	71
2.	CO2 U	72
3.	DATA CENTER INFR	74
4.	LUNA ROSSA	75
5.	PAM.....	76
6.	RIAL-EU.....	77
7.	TOPMA	78
8.	VARIA4COV.....	79
9.3	Progetti Internazionali su Bandi Competitivi	80
1.	AIN2.....	80
2.	ANSELMUS	80
3.	ARSINOE	81
4.	BY-COVID.....	83
5.	EJP-RD	83
6.	EOSC-FUTURE.....	84
7.	EOSC-LIFE	85
8.	EVOCATION	85
9.	NURAGH-EO	87
10.	PASCAL.....	88
11.	PATRICIA	88
12.	SENDER.....	89
9.4	Progetti Nazionali su Bandi Competitivi	91
1.	ENERGIDRICA	91
2.	HPCCN	92
3.	H2HUB.....	93
4.	LIFEMAP	93
5.	OUTSIDERS	94
9.5	Progetti Regionali su Bandi Competitivi	96
9.6	Servizi R&S finanziati da commesse private e gare pubbliche	97
1.	APS	97
2.	ARCADIA2.....	97
3.	CAPONNETTO HUEBER.....	98
4.	DP AIRC.....	98
5.	FITOAGRIS	99
6.	ISPIRIXEDDU.....	100
7.	OROTELLI	100
10.	PIANO DEGLI INDICATORI E DEI RISULTATI DI BILANCIO ATTESI.....	102
10.1	Premessa	102
10.2	Obiettivi del Piano	103
10.2.1	Obiettivi economico-finanziari.....	103

10.2.2	<i>Obiettivi legati alla gestione dei progetti</i>	<i>103</i>
10.2.3	<i>Obiettivi legati all'eccellenza scientifica e all'impatto socio-economico</i>	<i>106</i>
11.	ALLEGATO 1. BUDGET ECONOMICO 2023 e 2023-2025	108
12.	ALLEGATO 2. PROSPETTO DELLE PREVISIONI DI SPESA	115

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1. Quadro sinottico delle tecnologie sviluppate e dei settori economici impattati.	10
Tabella 2. Dotazioni attuali della piattaforma HPC.	11
Tabella 3. Acquisizioni in programma per la piattaforma HPC (2023-2025).....	12
Tabella 4. Dotazioni attuali della piattaforma Next Generation Sequencing-NGS.	12
Tabella 5. Indicatori attesi di eccellenza scientifica ed impatto socio-economico.	14
Tabella 6. Risorse Umane: Consistenza e distribuzione per tipologia di contratto.	16
Tabella 7. Pubblicazioni scientifiche dell'ultimo quinquennio.	17

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1. Organigramma schematico del CRS4 (ottobre 2022).	13
Figura 2. Valore della produzione in migliaia di euro nell'ultimo decennio.....	17

1. INTRODUZIONE

1.1 Sommario esecutivo

Il presente documento illustra il piano delle attività di ricerca scientifica, sviluppo, innovazione tecnologica e alta formazione del Centro di Ricerca, Sviluppo e Studi Superiori in Sardegna – CRS4 per il triennio 2023-2025, insieme alle corrispondenti previsioni economiche e finanziarie.

Il CRS4, società interamente partecipata dalla Regione Autonoma della Sardegna attraverso l'agenzia Sardegna Ricerche, è un centro di ricerca multidisciplinare localizzato nel Parco Scientifico e Tecnologico di Pula (Cagliari) che impiega, al 30 settembre 2022, 133 risorse umane fra ricercatori, tecnologi e altro personale tecnico-amministrativo. La Figura 1 illustra l'attuale organigramma del CRS4 articolato in 5 settori di ricerca e sviluppo (R&S), a cui si affianca il settore amministrativo e gli uffici in staff all'Amministratore Unico.

La ricerca scientifica e lo sviluppo tecnologico del CRS4 sono incentrati su tecnologie abilitanti fondamentali, con particolare riferimento alle tecnologie dell'informazione e della comunicazione e alle biotecnologie, e sulla loro applicazione ai settori economici delle bioscienze, salute e sanità, energia e ambiente, beni culturali e naturali, aerospazio, turismo ed istruzione. Le applicazioni verticali sviluppate dal CRS4, di interesse sia per il settore pubblico che privato, si caratterizzano per un elevato contenuto tecnologico ed un impatto socio-economico sistemico, in quanto rendono possibile l'innovazione nei processi, beni e servizi di tutti i settori economici.

Le attività di ricerca e sviluppo del Centro sono svolte attraverso progetti finalizzati ad obiettivi tangibili e misurabili, tesi ad assicurare una forte sinergia tra la finalità di pubblica utilità del CRS4 e le ricadute sociali ed economiche attese sul territorio, sia in termini di sviluppo di nuovi processi, prodotti e servizi che di accrescimento della cultura tecnologica e digitale.

La Tabella 1 rappresenta un quadro sinottico delle attività di ricerca e sviluppo svolte dal CRS4 nell'ultimo quinquennio (2017-2022) in relazione alle tecnologie emergenti ed abilitanti e ai settori economici impattati.

Le infrastrutture tecnologiche operate dal CRS4 attraggono ricercatori di differenti discipline e permettono collaborazioni multidisciplinari e multisettoriali sia attraverso progetti collaborativi che attraverso servizi di ricerca ed innovazione.

Storicamente, uno dei principali punti di forza del CRS4 è l'infrastruttura di *High Performance Computing* (HPC) che si avvale di una delle maggiori concentrazioni di potenza di calcolo in Italia ed è dotato di un eccezionale livello di affidabilità e flessibilità nell'utilizzo di hardware e software specializzato (Tabelle 2 e 3).

A partire dal 2005, il CRS4 gestisce anche una delle più importanti piattaforme in Italia di genotipizzazione ad alta processività e di sequenziamento genomico di nuova generazione (*Next Generation Sequencing* - NGS), direttamente collegata alle risorse di calcolo. La Tabella 4 illustra le dotazioni della piattaforma NGS. Tale sinergia, unica in Italia, unita all'alta specializzazione del proprio personale, consente al CRS4 di progettare ed eseguire analisi per studi di biologia molecolare di importanti dimensioni.

Dal preconsuntivo 2022 si evince che il CRS4 riuscirà a sostenere autonomamente la propria attività nell'anno per oltre 3,4 milioni di euro, mediante progetti finanziati da bandi e gare competitive e da contratti per servizi di ricerca e sviluppo. Nel corso del prossimo triennio si prevede di poter consolidare ed ampliare l'importo dell'auto-finanziamento per contribuire allo sviluppo delle attività e al rinnovamento delle piattaforme tecnologiche attraverso una strategia di protezione del *know-how* sviluppato, sia mediante il ricorso al deposito di brevetti e marchi sia attraverso un attento percorso di *marketing* al livello regionale, nazionale ed internazionale, che consenta di far emergere le numerose competenze in campo al Centro. Questo obiettivo potrà essere raggiunto a condizione che le attività di reclutamento del personale e di acquisizione di beni e servizi si sviluppino secondo i tempi previsti dai cronoprogrammi dei progetti approvati, inclusi nel presente Piano.

Anche nel corso del prossimo triennio, 2023-2025, si prevede di consolidare ed allargare i rapporti di collaborazione con enti di ricerca e imprese, anche multinazionali, del settore *high-tech* e di rendere ancora più efficaci i processi di diffusione e di trasferimento delle conoscenze e tecnologie alle imprese e, più in generale, verso le pubbliche amministrazioni, le istituzioni formative e tutta la società. Si ritiene inoltre utile e opportuno, per favorire lo sviluppo del Centro, da un lato ampliare le attività già in essere sulla tematica *Cyber-Security* facendo convergere su questo tema le competenze acquisite in materia di Intelligenza Artificiale e *Machine Learning* e, dall'altro, continuare ad investire nello sviluppo di tecnologie legate alla Computazione e Comunicazione Quantistica.

1.1.1 Tecnologie emergenti e settori economici d'impatto del CRS4

La Tabella 1 rappresenta il **quadro sinottico** delle principali competenze, esperienze ed applicazioni verticali realizzate nell'ultimo quinquennio (2017-2022) dal CRS4, andando ad incrociare le tecnologie emergenti ed abilitanti sviluppate con i settori economici impattati.

Le lettere colorate della tabella corrispondono al livello di maturità tecnologica/*Technology Readiness Level*-TRL delle applicazioni, che va dalla ricerca di base (TRL 1) fino all'assorbimento sul mercato (TRL 9). Nella Tabella 1 la lettera R è associata alla Ricerca (TRL 1-4), la lettera S allo Sviluppo (TRL 5-6) e la lettera P alle applicazioni pre-commerciali (TRL 7-9).

Tabella 1. Quadro sinottico delle tecnologie sviluppate e dei settori economici impattati attraverso i progetti e servizi dell'ultimo quinquennio (2017-2022). La lettera **R** è associata alla **Ricerca** (TRL 1-4), la lettera **S** allo **Sviluppo** (TRL 5-6) e la lettera **P** alle **applicazioni pre-commerciali** (TRL 7-9).

		<i>Additive Manufacturing</i>	<i>Artificial Intelligence</i>	<i>Big data, data analytics, data handling</i>	<i>Cyber security & Communication Networks</i>	<i>Distributed Ledger Technology</i>	<i>Gamification</i>	<i>HPC & Cloud Computing</i>	<i>Industrial Biotech</i>	<i>IoT & Cyber-Physical-Systems</i>	<i>Sensory Systems & Robotics</i>	<i>Simulation, modelling & digital twins</i>	<i>Software Systems & Green ICT</i>	<i>Virtual, augmented & extended reality</i>
Economic Sectors	<i>Aeronautics & Aerospace</i>		R	R S	R S		R	S			R S	R S	R S	R S
	<i>Agriculture & Food</i>		R S	S P				R S P	R S	R S P	R S	R S		
	<i>Construction</i>		R					R S		R		R		R
	<i>Culture & Creative Industries</i>	R	R S	R			R S P	R S		R	R S P	R S		R S P
	<i>Defence and Security</i>				R S			S		R S				
	<i>Education</i>		R S							S				S
	<i>Energy & Utilities</i>		R S	R S		R S		R S		R	R S			
	<i>Life Sciences & Healthcare</i>		R	R S P				R S	R S			R S		R
	<i>Manufacturing</i>							R				R		
	<i>Public Administration</i>							S						
	<i>Science & Research</i>		R S	R S P			R S P	R S	R S	R		R S P	R S	R
	<i>Telecommunications & ICT</i>				R S P			R S						
	<i>Tourism</i>						S P	S						S P
	<i>Transport & Logistics</i>		R S P	R S P	R S P		S P	R S		R S P	R S P	R S P		S P

1.1.2 Infrastrutture di ricerca

Il CRS4 gestisce due importanti piattaforme tecnologiche con apparati ed attrezzature allo stato dell'arte sulle quali operano ricercatori e tecnologi specializzati, provenienti da differenti discipline, in grado di abilitare collaborazioni scientifiche multidisciplinari e multisettoriali (pubblico/privato) nonché servizi industriali.

Calcolo ad Alte Prestazioni

Tabella 2. Dotazioni attuali della piattaforma HPC.

Dotazione: sistemi cluster ibridi e non, storage e reti	
Storage	• 1,5 PB Storage NFS; • 900 TB Sistema NFS/cifs ALL FLASH; • Recente sistema di storage ad alte prestazioni di oltre 500 TB per l'erogazione del filesystem parallelo BeeGFS; • Recente sistema di storage di oltre 4 PB per il potenziamento e la sicurezza dei dati del centro di calcolo; • Sistema di storage multiprotocollo di oltre 200 TB.
HPC: Cluster di calcolo ibridi e non (CPU, GPU, IBM Cell, FPGA...)	Oltre 300 compute node presenti, per un totale di circa 9270 core di calcolo, suddivisi in: • Lenovo cluster 16 nodi con Infiniband EDR 100Gbps e ciascuno con scheda Nvidia Tesla T4 16 GB; • Lenovo cluster 4 nodi per AI con Infiniband EDR 100 Gbps e ciascuno con 3 schede Nvidia Ampere A100 40 GB; • Lenovo cluster 124 nodi con Infiniband EDR 100 Gbps; • Dell cluster 100 nodi con Infiniband EDR 100 Gbps; • Huawei cluster da 32 nodi con Infiniband FDR 56 Gbps; • Dell cluster da 10 nodi con Infiniband FDR 56 Gbps e acceleratori AMD firepro; • Supermicro hybrid cluster 10 nodi Infiniband QDR 40 Gbps con 10 Intel Phi cluster + 20 Nvidia Kepler; • Supermicro 6 nodi con Infiniband FDR 56 Gbps con GPU Nvidia Kepler K40; • Nodi di accesso, nodi grafici e di servizio.
Connessione Internet	• 1 Gbps - connessione a Internet attraverso la rete GARR; • 100 Mbps - connessione attraverso link satellitare su satelliti LEO (Low Earth Orbit) e geostazionari; • 100 Mbps - link di collegamento del Parco ST ad Internet.
Rete LAN	• 350 porte IB (EDR, FDR, QDR); • 300+ porte 10GE, 1200 porte 1GE; • Collegamenti di core di rete fino a 100Gbps; • Collegamenti verso altri edifici del Campus fino a 20Gbps. Infrastruttura di rete ad alte prestazioni, composta da 5

	apparati identici, che erogano le funzionalità di <i>core switching/routing</i> . In particolare, quattro dispositivi sono collegati tra loro in maniera da fornire un'architettura ad alta affidabilità ed elevate prestazioni mentre il quinto dispositivo è collegato a quelli principali in maniera tale da consolidare le esigenze di connettività dello strato di rete esistente.
Infrastruttura di sicurezza	Infrastruttura basata su Piattaforma Next-Generation Firewall di ultima generazione di fascia <i>enterprise</i> , in grado di rilevare le nuove tipologie di minacce e garantire prestazioni adeguate ai fabbisogni delle risorse IT del datacenter.
Infrastrutture di reti cellulari 5G	Infrastrutture di reti cellulari di ultima generazione, basate sulla Release 16 3GPP, in modalità di funzionamento TDD, e banda operativa N78 in grado di erogare connettività a larghissima banda in vari scenari, sia di tipo emergenziale che per applicazioni specifiche, per esempio coperture di zone marine destinate alle attività di allenamento del Team Luna Rossa Challenge.

Tabella 3. Acquisizioni in programma per la piattaforma HPC (2023-2025).

Dotazione: sistemi cluster ibridi e non, storage e reti	
Storage	Acquisizione di un sistema di storage per <i>Data Backup</i> e <i>Data Archiving</i>
HPC: Cluster di calcolo ibridi e non	Acquisizione di sistemi CPU/GPU di ultima generazione per l'AI.
Rete	Acquisizione degli apparati di rete necessari al collegamento delle nuove infrastrutture

Sequenziamento Massivo – Next Generation Sequencing**Tabella 4.** Dotazioni attuali della piattaforma *Next Generation Sequencing*-NGS (<https://next.crs4.it/>)

Dotazione: 1 Illumina HiSeq 3000, 3 Illumina HiSeq2000/2500, 1 Illumina MiSeq	
Capacità	circa 7.7 Tbase/mese
Campioni sequenziati /mese	Fino a 200
Applicazioni	Sequenziamento genomi ed esomi; RNA-Seq; pannelli custom.

Nel 2023 è auspicabile sia possibile procedere all'acquisizione di alcune infrastrutture necessarie all'ammodernamento del laboratorio NGS. In particolare, ci si riferisce ai seguenti apparati e attrezzature:

- Illumina NovaSeq X Plus;
- Illumina NextSeq 2000;
- Agilent Fragment Analyzer;
- Liquid Handler Hamilton Microlab Star;
- strumentazione per la conservazione dei campioni;
- strumentazione base per la messa a punto e lo sviluppo di protocolli di sequenziamento di terza generazione per la produzione di *long read*.

1.1.3 Organigramma

La ricerca scientifica e tecnologica del CRS4 è attualmente organizzata in 5 unità organizzative denominate Settori: HPC per Energia e Ambiente, ICT-Società dell'Informazione, Informatica Visuale e ad Alta Intensità di Dati, Infrastrutture Computazionali e di Bioscienze, Progetti Smart e Tecnologie Digitali per l'Aerospazio.

Come mostrato dall'organigramma schematico della Figura 1, i cinque Settori di R&S sono supportati dal Settore Amministrazione e dagli Uffici in Staff all'Amministratore Unico (Comunicazione e Ufficio Stampa, Valorizzazione dei Risultati e Supporto allo Sviluppo dei Progetti e Gestione Siti Web e Sistemi Intranet). Si rimanda al Capitolo 8. "Servizi Interni" per la descrizione delle unità organizzative interne a supporto della R&S.

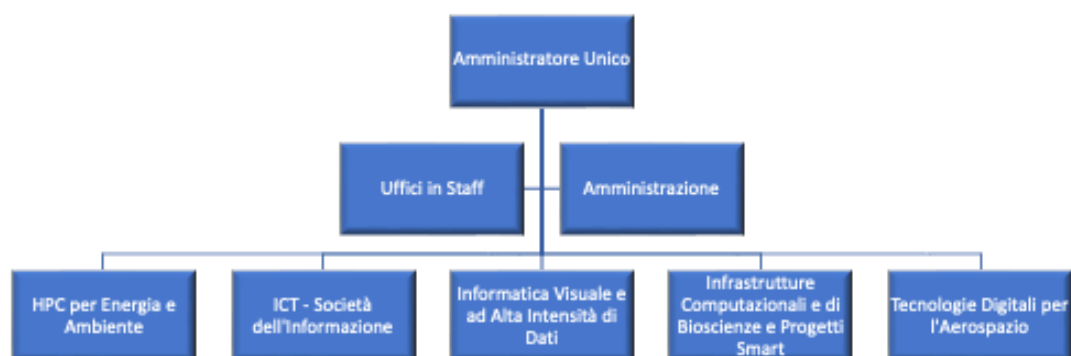


Figura 1. Organigramma schematico del CRS4 (ottobre 2022).

1.1.4 Indicatori attesi di eccellenza scientifica ed impatto socio-economico

Gli obiettivi strategici del Piano di Attività 2023-2025 consistono nel perseguire gli scopi fondativi del CRS4:

- mantenere l'eccellenza scientifica, ovvero la capacità di creare, sviluppare, diffondere e trasferire nuova conoscenza scientifica e know-how tecnologico nei settori strategici di riferimento, e
- rafforzare e consolidare l'impatto dei risultati sullo sviluppo sociale, culturale ed economico attraverso ricadute dirette ed indirette fruibili sul territorio regionale, nazionale ed internazionale.

Segue in Tabella 5 il quadro riepilogativo dei principali indicatori di risultato della Ricerca, Sviluppo e Innovazione (R&S&I) attesi per l'anno 2023 e per il Triennio 2023-2025.

Gli indicatori riguardano il **numero atteso dei prodotti** (inteso come somma degli stessi) della ricerca scientifica, alta formazione, diffusione e trasferimento delle conoscenze scientifiche e tecnologiche alla società e al tessuto produttivo. Tutti i Settori (di ricerca e di servizio) concorrono al raggiungimento degli obiettivi strategici.

Gli indicatori sono suddivisi per intervallo temporale (anno 2023 e triennio 2023-2025) e in due categorie: tutti i progetti (istituzionali e su bandi competitivi) e solo i progetti istituzionali, finanziati dal contributo annuale ex art 9 L.R. 20/2015.

Tabella 5. Indicatori attesi di eccellenza scientifica ed impatto socio-economico.

Indicatori (eccellenza scientifica e impatto socio-economico)	2023 TUTTI i progetti	2023 SOLO progetti istituzionali	2023-2025 TUTTI i progetti
Numero di pubblicazioni scientifiche <i>peer reviewed</i>	45	30	90
Numero di collaborazioni formalizzate con il mondo accademico e scientifico	24	12	40
Numero di collaborazioni formalizzate con il mondo della ricerca industriale	8	4	18
Numero di progetti di R&S&I approvati	8	4	20
Numero di contratti di ricerca industriale approvati	3	1	6
Numero di imprese/organizzazioni che manifestano interesse (attività di formazione /trasferimento tecnologico /utilizzo delle tecnologie sviluppate)	12	6	24
Numero di organizzazioni extra Parco che richiedono servizi delle Piattaforme (HPCN, NGS)	10	6	20
Nuovi prototipi/nuove release/nuovi modelli realizzati (HW/SW)	12	6	32
Numero di partecipazioni e contributi ai consorzi di	2	2	4

standardizzazione internazionali			
Numero di partecipazioni attive (relazioni orali) a congressi scientifici nazionali e internazionali	15	5	40
Numero di codici open source sviluppati e/o mantenuti	8	4	12
Numero di corsi di avanzamento tecnologico e diffusione delle conoscenze	3	3	8
Numero di stagisti/borsisti (laurea, dottorato, post-doc)	4	4	12
Numero di partecipazioni ad eventi/manifestazioni/esposizioni locali, nazionali ed internazionali	6	3	12
Numero di workshop/convegni organizzati	3	3	8
Numero di scuole superiori partner	1	1	2

1.2 Risultati del quinquennio precedente (2018-2022)

Sono riportati nel seguito alcuni grafici e tabelle riepilogative relative al periodo 2018-2022.

1.2.1 Risorse Umane

La Tabella 6 illustra la consistenza delle risorse umane per tipologia alla data del 31.12 di ciascun anno dell'ultimo quinquennio e la stima preconsuntiva al 30.09 per l'anno corrente.

Tabella 6. Risorse Umane: Consistenza e distribuzione per tipologia di contratto.

Risorse Umane	Dipendenti			Collaboratori e Borsisti	TOTALE
	Tempo Indeterminato	Tempo Determinato	Totale		
2018	98	50	148	-	148
2019	96	32	128	32	160
2020	105	19	124	8	132
2021	116	14	130	5	135
2022 (preconsuntivo)	121	8	129	4	133

Il 28 gennaio 2022 il CRS4 si è dotato del Piano di Uguaglianza di Genere. Il *Gender Equality Plan* (GEP) del CRS4 è un sistema di impegni e azioni, da realizzare nell'arco del triennio 2022-2024, per promuovere l'uguaglianza di genere nell'organizzazione. Il Piano si propone di creare ambienti di lavoro più inclusivi e integrati mediante una serie di azioni strutturali e culturali coerenti, volte al contrasto delle discriminazioni di genere e alla promozione della cultura del rispetto e delle pari opportunità.

Il GEP adottato dal CRS4 è stato redatto nel rispetto delle indicazioni e prescrizioni previste da:

- Commissione europea, Direzione generale della Ricerca e dell'innovazione, Horizon Europe guidance on gender equality plans, 2021, <https://data.europa.eu/doi/10.2777/876509>
- Fondazione CRUI - Conferenza dei Rettori delle Università Italiane, Vademecum per l'elaborazione del Gender Equality Plan negli Atenei Italiani, 2021, ISBN: 978-88-96524-33-6. https://www.cruir.it/documenti/54/New-category/854/VademecumGEP_CRUI.pdf
- Horizon 2020 SUPERA – Supporting the promotion of equality in research and academia (Grant agreement n. 787829). www.superaproject.eu

Il Piano contiene un capitolo sull' "Analisi del contesto: dati disaggregati per genere" che rappresenta la composizione dell'organico CRS4 e le sue principali caratteristiche, distinte nelle componenti di genere. Il GEP del CRS4 è disponibile al link: https://www.crs4.it/repository/documents/trasparenza/generici/gender_equality_plan-gep.pdf

1.2.2 Andamento del valore della produzione

La Figura 2 mostra l'andamento del valore della produzione (somma di contributi e ricavi) espresso in migliaia di euro nell'ultimo decennio (2013-2022).



Figura 2. Valore della produzione in migliaia di euro nell'ultimo decennio.

1.2.3 Prodotti della ricerca scientifica e innovazione tecnologica

Tabella 7. Pubblicazioni scientifiche dell'ultimo quinquennio (per il 2022 si tratta di dati parziali al mese di ottobre 2022).

Bibliografia (2018-2022)	
Libri, capitoli e monografie	11
Pubblicazioni <i>peer-reviewed</i> su riviste scientifiche internazionali	132
Pubblicazioni <i>peer-reviewed</i> su atti di convegni internazionali	97
Altre pubblicazioni varie (convegni nazionali, rapporti di ricerca, tesi, ecc)	109

Elenco delle **principali risorse online** quali pagine informative, cataloghi e DB sui prodotti e risultati della ricerca al CRS4:

- Database online delle **Pubblicazioni**: <http://www.crs4.it/it/risultati/pubblicazioni/>
- Catalogo online dei **Progetti**: <https://www.crs4.it/it/mprogetti/progetti/>
- Catalogo online delle **Tecnologie**: <https://www.crs4.it/it/risultati/catalogo-tecnologie/>
- **Premi** e riconoscimenti: <http://www.crs4.it/it/risultati/riconoscimenti/>
- **Brevetti** e marchi: <https://www.crs4.it/results/patents-and-trademarks/>
- **Clienti**: <https://www.crs4.it/customers/>
- **Accordi** con Partner: <https://www.crs4.it/memoranda-of-understanding/>

Inoltre, nel 2022 fino al mese di ottobre, si segnala il deposito di un'estensione internazionale PCT di una domanda di brevetto italiano, il *best paper award* alla Conferenza VCBM 2022¹ e l'invio di 27 proposte progettuali in risposta a bandi di R&S regionali, nazionali ed europei.

¹Khaled Al-Thelaya, Faaiz Hussain Kahn Joad, Nauman Ullah Gilal, William Mifsud, Giovanni Pintore, Enrico Gobbetti, Marco Agus, and Jens Schneider. "HistoContours: a framework for visual annotation of histopathology whole slide images." in The Proc. Eurographics Workshop on Visual Computing for Biology and Medicine (VCBM). Pages 99-109, September 2022. DOI: 10.2312/vcbm.2022119. Best Paper Award at VCBM 2022, Vienna, AT, September 22-23, 2022.

2. I SETTORI DI RICERCA SCIENTIFICA, SVILUPPO E INNOVAZIONE TECNOLOGICA

Nei seguenti capitoli per ciascun Settore di ricerca scientifica, sviluppo ed innovazione tecnologica del CRS4 sono descritti gli obiettivi generali, lo stato di attuazione delle attività nell'anno in corso (2022), le scelte programmatiche del prossimo triennio e i progetti attivi nel prossimo triennio 2023-2025.

2.1 Settori e Programmi di R&S

I Settori e i Programmi (articolazioni dei Settori) di R&S attualmente presenti al CRS4 sono:

- **HPC per Energia e Ambiente**, articolato nei Programmi
 - Agricoltura Digitale
 - Imaging e Geofisica Numerica
 - Modellistica e Simulazione
 - Scienze Ambientali
 - Sistemi Energetici Intelligenti.
- **ICT – Società dell'Informazione**, articolato nei Programmi
 - Ambienti collaborativi e sociali
 - Internet delle cose e tecnologie per l'efficienza energetica
 - Tecnologie dei contenuti e gestione delle informazioni
 - Tecnologie dell'educazione.
- **Informatica Visuale e ad Alta Intensità di Dati**, articolato nei Programmi
 - Calcolo e analisi scalabili
 - Laboratorio di acquisizione, elaborazione e visualizzazione
 - Salute digitale
 - Visual Computing.
- **Infrastrutture Computazionali e di Bioscienze e Progetti Smart**, articolato nei Programmi
 - Calcolo ad alte prestazioni
 - Piattaforma di Sequenziamento Massivo
 - Quantum Computing
 - Reti e Sicurezza
 - Servizi IT
 - Sviluppo Progetti Smart.
- **Tecnologie Digitali per l'Aerospazio**, articolato nei Programmi
 - Algoritmi, tecnologie e processi d'interazione basati sul gaming
 - Sistemi Informativi Geografici
 - Tecnologie e ambienti intelligenti.

I progetti attivi nel prossimo triennio (2023-2025) comprendono attività di ricerca scientifica, sviluppo tecnologico, alta formazione (interna, esterna), trasferimento tecnologico, disseminazione e divulgazione dei risultati della ricerca ed innovazione.

Le schede sintetiche dei progetti, raccolte al Capitolo 9, sono suddivise nelle categorie:

- progetti istituzionali ex art 9 L.R. 20/2015;

- progetti su bandi competitivi (regionali, nazionali ed europei);
- servizi di R&S finanziati da commesse industriali e da gare pubbliche.

2.2 Progetti istituzionali ex art 9 L.R. 20/2015

In particolare, i progetti istituzionali sono quelli finanziati con il contributo ex art 9 L.R. 20/2015 che destina al CRS4, in considerazione del suo ruolo di centro di eccellenza all'interno del parco scientifico e tecnologico regionale, una quota di finanziamento annuale per lo svolgimento delle attività di ricerca e trasferimento tecnologico e per l'ammodernamento delle infrastrutture tecnologiche di ricerca.

Dal 2023 saranno attivi 3 progetti istituzionali a carattere intersettoriale:

1. **AI - Artificial Intelligence**, incentrato sull'intelligenza artificiale, sviluppato dai settori ICT-Società dell'Informazione e Tecnologie Digitali per l'Aerospazio;
2. **HPC & QCC - High Performance Computing & Quantum Computing and Communication**, incentrato sulla modellistica e simulazione attraverso il calcolo ad alte prestazioni e la computazione e comunicazione quantistiche, sviluppato dai Settori HPC per Energia e Ambiente e Infrastrutture Computazionali e di Bioscienze e Progetti Smart;
3. **XDATA - Trattamento, analisi, esplorazione e condivisione di dati massivi e/o complessi**, incentrato sui *Big Data* e sviluppato dai Settori Informatica Visuale e ad Alta Intensità di Dati e Tecnologie Digitali per l'Aerospazio.

Questi progetti intersettoriali rappresentano la riorganizzazione e rifocalizzazione dei precedenti progetti istituzionali cominciati nel 2022.

In aggiunta saranno attivi due progetti istituzionali SPIR DC e GENOOX collegati alla gestione delle due infrastrutture di ricerca (HPC e NGS) del CRS4.

3. HPC PER ENERGIA E AMBIENTE

3.1 Obiettivi generali

Lo sviluppo di processi sostenibili nuovi, efficaci ed efficienti passa anche attraverso l'integrazione di strumenti di descrizione e interpretazione qualitativa e quantitativa con strumenti modellistico-computazionali e sperimentali. Sullo sviluppo ed applicazione di questi strumenti si focalizza principalmente il contributo del Settore *High Performance Computing* per Energia ed Ambiente – HPC-EA che si avvale dell'expertise consolidato negli anni del suo gruppo di ricerca e delle sinergie maturate sul territorio e nel mondo scientifico ed industriale. Le attività del Settore, motivate dalle grandi sfide globali di società e di mercato che, per loro stessa natura, richiedono una notevole capacità di innovare, mirano a contribuire all'avanzamento dello stato dell'arte sviluppando approcci innovativi per lo studio di sistemi e processi complessi nel campo industriale, ambientale, energetico, e agroalimentare basati su metodi avanzati di analisi e sulla loro integrazione, ove rilevante, con tecniche avanzate di acquisizione dati, e tecniche di apprendimento automatico e intelligenza artificiale. Il contributo di HPC-EA mira, inoltre, a migliorare l'efficienza e la sostenibilità dei processi e dei sistemi complessi oggetto di studio rendendo possibile, attraverso l'integrazione degli strumenti modellistico-computazionali e sperimentali, una modellazione dei fenomeni fisici e dei processi più accurata e la riduzione dei tempi di calcolo e del costo della sperimentazione.

3.2 Stato di Attuazione delle attività relative all'anno precedente 2022

Il Settore porta avanti i filoni di ricerca che lo caratterizzano, sviluppando nuovi metodi e realizzando implementazioni specializzate di parte delle attività generali in specifici progetti e servizi di ricerca con partner industriali ed istituzionali. A partire dal 1° marzo 2022 nel Settore è confluito il programma Modellistica, Simulazione ed Analisi di Dati (MSDA - *Modelling, Simulation and Data Analysis*), in precedenza afferente al Settore Bioscienze, in cui erano state avviate una serie di attività di ricerca con una impronta biotecnologica, biologica, biomedica e di processo. Tali attività, alcune delle quali legate a progetti portati avanti dal gruppo nel corso degli anni, sono proseguite nel 2022. Parallelamente, per la pianificazione futura, sono state selezionate alcune attività che rientrano nelle strategie e nel core business del Settore HPC-EA. Sinteticamente l'impegno del Settore nel 2022, sino alla data di stesura del presente documento, include progetti di ricerca e sviluppo industriali ed europei e attività propedeutiche con potenziali ricadute regionali.

Nel 2022, in particolare, il lavoro si è concentrato su:

- **Imaging e geofisica computazionale.** Questa attività è principalmente definita attraverso una serie di Ordini di Lavoro (OdL) stabiliti con il committente Eni e caratterizzati da fasi di ricerca, sviluppo e implementazione, in conformità a precise richieste di mercato su problemi di frontiera, per la messa in produzione di applicativi HPC usati nella ricostruzione del sottosuolo profondo. Da un punto di vista formale, i contratti CRS4/Eni sono contratti aperti per i quali il corrispettivo viene costruito in modo incrementale mediante l'attivazione di OdL, il cui

ammontare viene stabilito di volta in volta in base al tipo di attività richiesta. Il 30 giugno 2022 si è concluso il nono contratto triennale (ENI 9) e, al momento della redazione del presente documento, è in fase di acquisizione il decimo. Segnaliamo che una ricaduta importante di questa attività ha riguardato lo sviluppo di modelli matematici di imaging innovativi nell'ambito dell'analisi medica ad ultrasuoni, concepiti per l'elaborazione su HW dedicato, con risultati di eccellenza nei test di ecografia condotti sia su phantom che *in vivo*.

- **Geofisica ambientale.** Nel 2022 si è conclusa l'attività del progetto SUPREME per la caratterizzazione e il monitoraggio di suoli ad uso agricolo. Il *know-how* acquisito, integrato dai risultati dei recenti progetti TESTARE e HPC R&D, costituisce un asset importante per l'elaborazione di nuove proposte di ricerca per le quali sono in fase di preparazione i piani di lavoro e le richieste di finanziamento. Come conseguenza dell'epidemia di COVID-19, le attività sperimentali dei suddetti progetti hanno subito un forte rallentamento: la loro ripresa sarà valutata compatibilmente con la pianificazione generale del programma di Agricoltura Digitale.
- **Fluidodinamica e meccanica computazionale.** L'attenzione è concentrata principalmente sulla simulazione fluidodinamica di circuiti primari a metallo liquido e componenti critici per reattori veloci di IV generazione a ciclo combustibile chiuso. Sono incluse attività sia di tipo progettuale sia di simulazione di scenari di incidenti (progetti PASCAL, PATRICIA e ANSELMUS).
- **Meteo-climatologia.** Questa attività è incentrata sullo sviluppo di procedure di post-processing dei dati da modelli meteo-climatici a scala globale e limitata e/o l'implementazione di modelli di circolazione atmosferica a scala regionale. L'attenzione è posta sulla previsione di eventi estremi di precipitazione e ondate di calore (progetto TDM) e sulla stima delle componenti atmosferiche a scala climatica che influenzano il bilancio idrologico, la produzione agricola e la produzione di energie rinnovabili (progetti ARSINOE e TDM).
- **Applicazioni dell'intelligenza artificiale per *prosumer*, *energy communities* e *smart grid*.** Nelle smart city, i big data stanno giocando un ruolo significativo nel rivoluzionare la struttura operativa delle reti di distribuzione elettrica e l'utilizzo efficiente dell'energia, attraverso l'utilizzo dei moderni sistemi di elaborazione dell'informazione e comunicazione, dei dispositivi IoT, degli *smart meter* e grazie alla disponibilità di una grande quantità di dati. In questa attività si sviluppano tecniche dell'intelligenza artificiale per produrre soluzioni e servizi innovativi per il sistema di distribuzione energetico, attraverso sia approcci puramente *data-driven* che approcci ibridi con modelli fisico-matematici e simulazione numerica. Le applicazioni riguardano ad esempio la previsione probabilistica di consumi e della generazione da fonte rinnovabile, per *prosumer*, *smart grid* ed *energy communities*, l'analisi dei consumi e la disaggregazione dei carichi, le politiche di *Demand Response* e lo sviluppo di strumenti per il nascente mercato della flessibilità (progetti TDM, SENDER, ENERGIDRICA, Centro Nazionale "HPC, Big Data e Quantum Computing")
- **Cattura della CO₂ e tecnologie *Power to Gas*.** Nell'ottica della decarbonizzazione del sistema energetico e della sua transizione verso un modello sostenibile, le tecnologie di cattura e riuso dell'anidride carbonica (CCU *Carbon Capture and Utilization*) e della conversione dell'energia elettrica rinnovabile in idrogeno verde (PtG *Power to Gas*) assumono un ruolo cruciale. Le attività in quest'ambito sono relative alla modellazione ed alla analisi dei processi e della loro integrazione nelle reti di distribuzione dei diversi vettori energetici. In questo ambito sono state avviate importanti collaborazioni con partner istituzionali e industriali (progetti

CO2U e Italgas). Peraltro, le attività del progetto CO2U, e in particolare le attività sperimentali, hanno subito un rallentamento generale causato dall'importante criticità dovuta dalla situazione di emergenza sanitaria COVID-19 che ha avuto come conseguenza la chiusura dei laboratori delle strutture dei partner esterni di progetto. Proseguono, in questo ambito, gli studi per la cattura ed utilizzo della CO2 mediante coltivazione di biomassa microalgale con produzione di biocombustibili e molecole/composti ad alto valore aggiunto ed eventuale recupero di acque reflue urbane ed industriali. Questa tematica fa parte dell'expertise consolidata del CRS4 ed ha recentemente prodotto una importante collaborazione industriale con l'Azienda Tolo Green e la partecipazione all'Expo di Dubai. Le collaborazioni con enti locali, Università e aziende hanno consentito di proseguire l'attività nel corso del 2022 con la sottomissione di diversi progetti di ricerca e la preparazione di nuove proposte progettuali da sottoporre in bandi futuri. Infine, è stata avviata un'attività esplorativa preliminare sull'applicazione di tecniche di simulazione molecolari e *datamining* per un'efficiente cattura di CO2 da parte di particolari materiali (quali cristalli, enzimi metallorganici).

- **Remote sensing e agricoltura di precisione.** L'attività, nata dall'iniziativa della RAS per il finanziamento della ricerca nell'ambito della strategia S3 Aerospazio, parte da studi prototipali sul monitoraggio da satellite del territorio regionale (classificazione dell'uso del suolo, riconoscimento delle specie vegetative, analisi delle dinamiche legate al consumo del suolo) ed è stata finanziata con un progetto integrato per l'utilizzo di queste tecnologie nel settore dell'agricoltura di precisione (progetto NICOLAUS). Tali attività ambiscono, nel medio/lungo periodo, a realizzare una filiera metodologica per la pubblicazione delle analisi e dei risultati sotto forma di servizi fruibili via web. Inoltre, nel 2022 sono proseguite le attività del progetto ARSINOE dove si utilizzano parte delle tecnologie già sviluppate nel progetto NICOLAUS.
- **Agricoltura digitale.** Il piano di intervento sul medio periodo del nuovo programma di Agricoltura Digitale è stato definito dopo un accurato studio dello stato dell'arte tenendo in considerazione il know-how consolidato nel gruppo di lavoro e le ultime tendenze della ricerca nel settore. In questo quadro uno sforzo notevole è stato dedicato all'avvio di relazioni proficue con le agenzie regionali preposte, ossia Laore Sardegna e Agris Sardegna, con l'Ente Nazionale Risi e aziende sarde del settore risicolo e vitivinicolo. Nel 2022 è iniziato lo studio di un prototipo di barra irroratrice *smart* per la distribuzione ottimizzata di prodotti fitosanitari in cereali ad alta densità di impianto (riso, frumento) che proseguirà nel corso del triennio a venire. Al momento è stata avviata la creazione di un database fotografico di grande scala per il riconoscimento in tempo reale di infestanti del riso: l'acquisizione delle immagini, assieme ad esperimenti preliminari di applicazioni di *edge-computer* e IoT alle macchine agricole durante le operazioni di campo, sono state effettuate presso l'azienda risicola Paolo Terzo Sanna di San Gavino Monreale. Sono state inoltre avviate sperimentazioni sull'utilizzo di schede RTK a basso costo di nuova generazione per la georeferenziazione accurata in campo: è una tecnologia fondamentale che servirà per più attività nel corso dei prossimi anni. Su queste tematiche sono state sottoposte e sono in preparazione proposte progettuali in ambito nazionale ed europeo. Infine, si segnalano le collaborazioni avviate con l'Università di Cagliari (Dipartimento di Matematica e Informatica) e Università di Sassari (Dipartimento di Agraria) finalizzate sia a iniziative comuni di R&S che alla formulazione di proposte condivise per il finanziamento dell'attività.

- **Modellazione e simulazione computazionale su diversi livelli di scala.** L'attività, che deriva principalmente dalla pianificazione predisposta durante la permanenza del programma MSDA nel Settore Bioscienze, è imperniata sulla modellazione di fenomeni chimico-fisici, biologici e biotecnologici a partire dalla scala cellulare per arrivare a quella cellulare e di processo. Nel corso del 2022 sono stati completati gli studi su un modello cellulare relativo al ciclo di vita delle *mammalian cells*, in ambito biomedico si è investigato, con tecniche di dinamica molecolare e quantistica, sui meccanismi di potenziali molecole antivirali (per HIV) ed infine, con tecniche di docking e dinamica molecolare, è stata studiata l'interazione di una molecola estraibile dagli scarti di produzione dell'olio d'oliva (idrossitirosolo) con un enzima (LOX5) coinvolto nei processi infiammatori (asma bronchiale). Nel 2022 nell'ambito del progetto SA.NO è stato completato lo studio a livello molecolare di potenziali vernici ad alte prestazioni ottenute miscelando prodotti commerciali con composti, crio-macinati finemente, ottenuti da scarti ittici, ottenendo una miscela con reticolo composito nanometrico.
- **Alta formazione.** L'attività avviata assieme al Dipartimento di Matematica e Informatica (DMI) dell'Università di Cagliari a partire dall'a.a. 2018/19 per la docenza di corsi di matematica applicata e calcolo scientifico è arrivata al quinto anno e alla seconda convenzione tra Università di Cagliari e CRS4. Il corso di "Simulazione numerica e HPC", che verteva originariamente sulla soluzione computazionale di equazioni differenziali di grande scala con tecnologie di HPC, è stato rimodulato ed è oggi focalizzato sull'Intelligenza Artificiale: vengono trattate, con un certo dettaglio, le fondamenta matematiche del machine learning e si introducono i modelli più recenti di deep learning, mostrando operativamente nei laboratori numerici l'implementazione di algoritmi AI su *edge-computer* e l'utilizzo di acceleratori hardware per l'inferenza.

3.3 Le scelte programmatiche del prossimo triennio

Obiettivi strategici da conseguire nel Triennio 2023-2025

Attività di ricerca. Manterremo, coordinando opportunamente le diverse linee di ricerca del Settore, un ruolo attivo nella comunità scientifica e tecnica nazionale e internazionale. Le nostre attività continueranno ad avere come obiettivo principale sia lo sviluppo di tecnologie abilitanti basate sul calcolo scientifico ad alte prestazioni, sulla modellistica computazionale, sulla simulazione e sulle tecniche di analisi dati, sia le attività di ricerca e sviluppo mirate principalmente nei settori energetico, ambientale e agroindustriale. A partire dalle competenze consolidate in questi ambiti, combineremo ricerca di base, ricerca applicata e sviluppo tecnologico integrando metodi avanzati di analisi con tecniche di acquisizione dati e tecniche di apprendimento automatico e intelligenza artificiale per applicazioni nell'ambito dello sviluppo sostenibile. Nello specifico, ci concentreremo sullo sviluppo di metodi e approcci innovativi per lo studio di sistemi e processi complessi nel campo industriale, ambientale, energetico e agroalimentare. L'aspetto più rilevante di questa programmazione è il carattere prospettico legato allo sviluppo della capacità del Settore di rispondere con competenze consolidate alle sfide tecnologiche e di ricerca emergenti nel dominio dell'energia e dell'ambiente. Le attività che si distinguono sono quelle che,

oltre a richiedere tecnologie abilitanti HPC, modellazione matematica e simulazione computazionale, intelligenza artificiale e ingegneria del software, puntano sulla competenza scientifica quale valore aggiunto necessario per generare conoscenza e innovazione e che, nel medesimo tempo, trovano riconoscimento scientifico e sostegno finanziario a livello sia europeo che nazionale e regionale. La programmazione prevede, inoltre, spazi di inserimento per quelle attività di sviluppo che per la loro concretezza possono dare risposte operative ai problemi di pianificazione, monitoraggio e gestione e sfruttamento sostenibile del territorio della Sardegna e delle sue risorse naturali. In particolare, ci concentreremo sulle seguenti tematiche di ricerca e sviluppo.

Una prima tematica, riguardante **l'imaging e la geofisica numerica**, si inserisce da più di venticinque anni nella collaborazione di ricerca e sviluppo con il partner industriale Eni. Il 30 giugno 2022 si è concluso il nono contratto (triennale) e, al momento della redazione del presente documento, risulta in fase di acquisizione il decimo contratto sulla base di un piano di lavoro per il triennio 2023-2025 già predisposto nelle sue linee generali. L'attività consisterà nel proporre nuovi modelli matematici di ricostruzione e di caratterizzazione sismica del sottosuolo, consistentemente con le nuove modalità di acquisizione multi-componente e il conseguente incremento del volume di dati e della potenza di calcolo per singolo run da eseguire nei tempi vincolati dalla produzione. Un secondo punto riguarderà inoltre il mantenimento degli applicativi esistenti e l'ulteriore affinamento dei relativi modelli matematici. Nell'insieme, continuerà lo sviluppo di solutori nei domini acustico ed elastico con attività che toccheranno la simulazione di onde in mezzi complessi, l'inversione sismica e la migrazione di dati in profondità e nel tempo. Verranno inoltre sondate opportunità progettuali riguardanti lo sviluppo di strumenti di imaging specificamente concepiti per le delicate fasi di monitoraggio della CCS (*Carbon Capture and Sequestration*). Per quanto riguarda invece lo sviluppo di modelli matematici di imaging innovativi nell'ambito dell'analisi medica a ultrasuoni, tenendo conto degli eccellenti risultati ottenuti sia in vitro che in vivo, verrà potenziata la rete di collaborazioni e si lavorerà alla formulazione di nuove proposte progettuali per l'ottenimento di finanziamenti pubblici e/o privati.

Una seconda tematica riguarda l'expertise maturata, da un lato, nel campo della **meteo-climatologia** e, dall'altro, della **previsione di produzione e consumo elettrico** nell'ottica della futura transizione energetica. Queste tecniche di statistiche di analisi dati, perfezionate nell'ambito del progetto TDM, sono costruite per la previsione dei consumi energetici e della generazione da fonti energetiche rinnovabili per *smart grid*, *energy communities* e *prosumer*. Le attività saranno orientate sia alla creazione di strumenti software di supporto alle decisioni per grandi sistemi (progetti TDM, SENDER e ENERGIDRICA) che alla creazione di servizi di piccola scala, anche attraverso una sperimentazione sulle singole utenze elettriche e l'utilizzo di sensoristica a basso costo basata su tecnologie open hardware (progetto TDM). Va messa in evidenza, in questo percorso verso la transizione energetica, anche l'attività di ingegneria nucleare di IV generazione, la quale continua a portare importanti progetti europei (progetti PATRICIA e PASCAL). Ci concentreremo, in questo ambito, sulla realizzazione di *digital twin* di questi sistemi basati su concetti di sicurezza passiva in profondità, e caratterizzati da produzione di minima quantità di rifiuti con basso tempo di dimezzamento. Infine, si intende procedere con gli studi sulla

decarbonizzazione della società ed in particolare del sistema energetico con produzione e impiego di idrogeno verde, asse portante del programma Europeo volto a raggiungere la neutralità carbonica entro il 2050. In questo ambito le attività del CRS4 sono focalizzate sia sulla ricerca e sviluppo di tecnologie innovative in collaborazione con Università ed enti di ricerca nazionali ed internazionali, sia attraverso sinergie con partners industriali. La collaborazione con realtà produttive del territorio ha portato alla definizione di tecnologie e processi innovativi legati alla cattura della CO₂ ed al suo riutilizzo come, ad esempio, nei processi di coltivazione di biomasse microalgali ed ottenimento di biodiesel e composti ad alto valore aggiunto o per l'inertizzazione di residui industriali provenienti dalla produzione di alluminio (processo Bayer).

Un'ulteriore tematica riguarda la **trasformazione del comparto agricolo** indotta dalla diffusione delle **tecnologie digitali**. Qui il campo di intervento è estremamente vasto e non è facile individuare linee di ricerca prioritarie. Sulla base delle nostre competenze e dei trend della comunità internazionale in questo settore, abbiamo individuato come prioritarie le seguenti tematiche: i) *digital twin* di colture agricole, quale risultato delle pratiche "classiche" di simulazione numerica e rappresentazione 3D di scenari complessi unite all'utilizzo di sensoristica diffusa e IoT; ii) strumenti di supporto alle decisioni (DSS) basati su approcci olistici inclusivi di modellazione numerica deterministica e analisi a posteriori di dataset anche di grandi dimensioni con metodologia statistica e AI; iii) studio di macchine agricole e robot per l'agricoltura a basso costo, capaci di operare in campo con un certo grado di autonomia e di svolgere compiti di *automatic farming*. Modellazione e simulazione, agronomia, sensoristica, reti di comunicazione wireless e robotica sono ambiti fondamentali per chi progetta oggi un intervento efficace nell'agricoltura digitale. Pertanto, una parte significativa del nostro lavoro è stata dedicata a stabilire una rete estesa di collaborazioni scientifiche con enti di ricerca, università, agenzie regionali, imprese e start up operanti nei settori nominati sopra, assieme ai quali abbiamo definito la forma di un lavoro comune di ricerca e sviluppo ed elaborato proposte per il supporto all'attività scientifica a valere su risorse locali, nazionali ed europee. Per ottimizzare le ricadute di questo sforzo, abbiamo cercato di beneficiare al massimo di competenze già acquisite dal CRS4, sia internamente al settore (progetti NICOLAUS e SUPREME) che dal programma "Tecnologie dei contenuti e gestione delle informazioni" del Settore "ICT – Società dell'Informazione" (modelli deep learning per la classificazione di immagini in tempo reale e piattaforme smart per la gestione di grandi dataset) e, a partire dal 2023, anche dal programma "Laboratorio di acquisizione, elaborazione e visualizzazione" del Settore "Informatica Visuale e ad alta Intensità di Dati" (acquisizione, rappresentazione e analisi di scenari 3D complessi).

Con l'ingresso nel Settore del programma "Modellistica, Simulazione ed Analisi di Dati" si intendono verticalizzare le competenze ed esperienze del gruppo di ricerca relativamente alla **modellazione, simulazione computazionale e analisi di dati** su diversi livelli di scala: molecolare, cellulare e di processo. Il gruppo di ricerca nel prossimo triennio sarà quasi totalmente assorbito dal progetto H2UB, finanziato dal Ministero della Salute, in collaborazione con i Settori Infrastrutture Computazionali e di Bioscienze e Informatica Visuale e ad alta Intensità di Dati. Le tematiche specifiche sono riconducibili allo studio di biomasse, molecole ed enzimi per applicazioni nel settore energetico, ambientale, agrifood e della salute con particolare riferimento

ai processi di cattura di CO₂ (come al punto sopra da biomassa microalgale o con materiali specifici quali enzimi metallorganici, cristalli, ecc.) e al recupero di scarti agroindustriali nell'ottica di processi sostenibili e di una economia circolare.

Infine, le attività del programma delle **scienze ambientali** operante ormai da più di trent'anni al CRS4, che negli anni hanno assunto un importante carattere di trasversalità per le attività del Settore, con particolare riferimento all'ambito energia, e che rappresentano quindi un asset strategico potenzialmente sfruttabile anche in chiave intersettoriale per qualunque attività di studio in cui la componente ambientale atmosferica sia un fattore impattante. Le tematiche strategiche che si intende sviluppare riguardano la modellistica atmosferica ed il post-processing fisico-statistico delle previsioni numeriche o delle misure raccolte mediante sensori sia in chiave deterministica che probabilistica, gli studi di scenario legati ai cambiamenti climatici, il *nowcasting* radar per la previsione di eventi ad alto rischio idro-geologico e le attività di studio legate al monitoraggio remoto mediante dati telerilevati.

Opportunità e Rapporti di collaborazione con enti pubblici e privati

L'attività di imaging e geofisica numerica del CRS4 ha una forte identità maturata e consolidata in anni di intenso lavoro con fisici, ingegneri e geologi di due dipartimenti di Eni, AESI e RIGE, e ha incluso anche attività di supporto a Cineca, NVIDIA, AMD, Intel e Maxeler. Come già sottolineato, questa collaborazione, interamente finanziata da Eni, proseguirà anche nel triennio 2023-2025 (la formalizzazione è in corso). Continuerà dunque la progettazione e lo sviluppo di algoritmi e strumenti SW per l'imaging sismico ad alta risoluzione del sottosuolo. L'attività, che copre fisica-matematica, algoritmica e sviluppo SW, è ben nota alle società di processing per il mondo Oil&Gas, così come ai fabbricanti di hardware HPC. È una sfida che richiede un approccio innovativo continuo alla modellistica numerica e alla programmazione e necessita di personale di ricerca con una formazione scientifica e informatica altamente specializzata. Su queste basi si fonda la forte sinergia con il Dipartimento di Matematica e Informatica dell'Università di Cagliari (DMI), che ha messo in pratica la proposta del Settore di creare un nuovo Indirizzo Applicativo della Laurea Magistrale, includendo nel piano di studi insegnamenti riguardanti le applicazioni numeriche e il calcolo HPC. La collaborazione con il DMI è tuttora in corso e prevede l'estensione all'algebra numerica densa con potenziali proposte progettuali. L'esperienza acquisita nell'imaging geofisico, in termini di algoritmi, tecniche implementative e programmazione, presenta altri possibili sbocchi quali il supporto alla CCS (*Carbon Capture and Sequestration*) e l'imaging medico. In particolare, nell'ambito innovativo dell'analisi medica a ultrasuoni, si segnala la collaborazione con l'MSDLab dell'Università di Firenze, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, che ha messo a disposizione dati non processati, registrati in-vitro e in-vivo dal sistema sperimentale di acquisizione ULA-OP 256.

In Sardegna, le opportunità di sperimentazione che può creare l'attività di ricerca sulle reti intelligenti (o Internet dell'Energia) trovano una collocazione naturale dentro università, comuni e consorzi industriali, anche grazie alla continua collaborazione tra tutti i soggetti operanti nel

settore. Questo ambito sta assumendo un'importanza sempre crescente alla luce della transizione energetica in atto, ed assume carattere di urgenza in ragione della attuale crisi internazionale. Il cambiamento di paradigma nell'utilizzo e nella generazione dell'energia, la forte spinta verso una elettrificazione dei consumi e la gestione del sistema di distribuzione elettrica sempre più distribuita, determinano l'esigenza di approcci radicalmente nuovi nella gestione della risorsa e la nascita di nuovi soggetti economici che operano nel mercato. Gli strumenti di previsione di consumo e generazione hanno finora trovato utilizzatori nelle società di servizi che gestiscono localmente la risorsa energetica, che in Italia sono note come società municipalizzate, e che nel territorio regionale si riducono al solo caso di due comuni nel sassarese. L'evoluzione del mercato spinge però verso la nascita delle *energy communities*, come forma di aggregazione e coordinamento di *prosumer*, e verso una gestione sempre più autonoma dell'energia. Le tecnologie sviluppate hanno trovato fruttuosa applicazione in ambito europeo nella gestione della distribuzione energetica per l'isola tedesca di Borkum, nell'ambito del progetto NETFFICIENT, e sono in fase di installazione presso comunità energetiche in Spagna, Austria e Finlandia per le attività del progetto SENDER. Inoltre, le tecnologie sviluppate sono state applicate ai *prosumer* volontari dell'area metropolitana di Cagliari nel progetto TDM e sono state applicate alla previsione della generazione di impianti fotovoltaici per i progetti OTTANA in collaborazione con Unica, Sardegna Ricerche ed ENAS e ad un impianto fotovoltaico di ABBANOIA nell'ambito del progetto ENERGIDRICA. Puntiamo inoltre a proporre l'applicazione delle tecnologie sviluppate nei progetti H2020 nel territorio regionale attraverso la collaborazione con l'università di Cagliari, Sardegna Ricerche ed altri partner locali. Nell'ambito delle collaborazioni con il tessuto imprenditoriale locale sono stati poi realizzati con successo progetti in collaborazione con Stam Srl ed Enermed Srl e un'ulteriore proposta è stata appena sottomessa.

Per quanto riguarda la linea di attività sugli utilizzi della CO₂ si può citare la stretta collaborazione con Sotacarbo SpA e con Ecotec Srl, sul territorio regionale, con il CNR nazionale e con diversi partner europei. E' inoltre in corso lo studio di processi industriali per la valorizzazione della CO₂ con sistemi di cattura ed utilizzo, ad esempio coltivazione di biomassa microalgale con recupero di acque reflue urbane ed industriali, per la produzione di biodiesel e componenti ad alto valore aggiunto e sistemi di dimensionamento e gestione per le tecnologie dell'idrogeno verde; le attività modellistiche per i sistemi di gestione ed utilizzo della CO₂ hanno poi trovato una estensione nei sistemi di gestione del vettore idrogeno, ambito nel quale è stata instaurata una collaborazione industriale con Italgas. Sono infine in corso contatti con EP e Saipem e con altri partner regionali sul tema delle *Hydrogen Valley*.

Le attività nel campo meteo-climatico sono state indirizzate negli ultimi anni verso l'utilizzo in specifiche applicazioni dei dati meteorologici e climatici prodotti dai modelli globali e/o regionali forniti da importanti enti internazionali quali ECMWF (Europa) e NOAA (USA). L'argomento centrale della ricerca in questo ambito è quindi lo sviluppo di tecniche specializzate di post-processing, anche probabilistico, mediante l'utilizzo di un insieme non omogeneo di previsioni deterministiche e di dati acquisiti anche in tempo reale da reti di sensori distribuiti, per applicazioni trasversali quali la previsione dei consumi energetici e il miglioramento della sicurezza del cittadino (progetto TDM), il *downscaling* degli scenari climatici per applicazioni idrologiche e in

campo agricolo (progetto ARSINOE). Nei prossimi anni oltre che continuare la collaborazione con gli attuali o recenti partner di progetto nazionali (ABINSULA, AGRIS, UNICA) ed internazionali (LMU Munich) si intende sviluppare questo elemento di trasversalità interno al Settore estendendo ulteriormente la rete partenariale per la partecipazione a nuovi progetti e promuovendo e sviluppando ulteriormente le attività giudicate strategiche quali: lo sviluppo di tecniche di visualizzazione specifiche per i dati meteo-climatici (con il Settore Informatica Visuale e ad alta Intensità di Dati) e l'utilizzo delle previsioni meteorologiche e stagionali per applicazioni a scala regionale relative all'agricoltura e agli stati vegetativi (progetti ARSINOE e NICOLAUS), l'utilizzo di dati da remote sensing per il monitoraggio in tempo reale del suolo e per lo studio dei transienti di produzione da fotovoltaico e, più in generale, l'implementazione di nuovi sistemi modellistici e di supporto alle decisioni che facciano uso anche congiunto di tutte le tipologie di dati citate.

Il Settore ha maturato più di quindici anni di esperienza nella simulazione fluidodinamica per la progettazione di reattori nucleari di IV generazione raffreddati a lega di piombo liquido, a ciclo combustibile chiuso e basati sul concetto di sicurezza passiva. Attraverso una lunga serie di progetti europei svolti in stretta collaborazione con partner quali ENEA e Ansaldo Nucleare, utilizzando i più moderni SW commerciali per la simulazione multi-fisica il CRS4 è diventato un riferimento rinomato, in Italia e all'estero, per lo sviluppo di soluzioni ingegneristiche per la progettazione e l'analisi di sistemi e apparati nucleari. Segnaliamo che su questo tema è stato siglato nel 2019 un Memorandum d'intesa quadriennale con il consorzio internazionale FALCON per la preparazione di nuove proposte progettuali in campo europeo. La partnership europea coinvolta nei progetti PATRICIA e PASCAL ha vinto un nuovo bando competitivo H2020 con il progetto ANSELMUS, che permetterà di sviluppare ulteriormente questa linea di ricerca. Sono stati inoltre avviati contatti con Newcleo, un nuovo player industriale italiano che intende sviluppare impianti di piccola scala basati su queste tecnologie.

Nell'ambito della modellazione e simulazione computazionale su diversi livelli di scala sono attive le collaborazioni con l'Università di Cagliari (Dipartimento di Scienze Fisiche, Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Chimica e dei Materiali, Dipartimento di Scienze della vita e dell'ambiente, Centro interdipartimentale di ingegneria e scienze ambientali, CINSa), l'Università di Sassari (Dipartimento di Scienze Biomediche), l'Università di Buenos Aires (Department of Biological Chemistry, Department of Inorganic, Analytical and Physical Chemistry), enti di ricerca (IMC Oristano, Porto Conte Ricerche, Agris Sardegna) ed aziende (Tolo Green, ditta Fratelli Orrù, QNT srl). Le collaborazioni sono rivolte principalmente ad attività scientifiche e programmi di ricerca partecipata con predisposizione di progetti in cui è presente almeno un partner industriale ed in cui il gruppo di ricerca del CRS4 si occupa principalmente di modellazione matematica e simulazione computazionale. La collaborazione recente con I.R.C.C.S. Giannina Gaslini, l'Università degli Studi di Genova, l'Università degli Studi di Cagliari, l'Ente Azienda Ospedaliero Universitario di Cagliari, l'Ospedale G. Brotzu di Cagliari, e l'Azienda Ospedaliera Universitaria San Luigi Gonzaga Orbassano (Torino), Azienda ospedaliera San Giuseppe Moscati Avellino ha consentito di ottenere un finanziamento per un progetto di ricerca, di durata triennale (2023-2025), denominato HYBRID HUB - H2UB sul bando Piano Operativo Salute, FSC 2014-2020, Traiettorie 4 "Biotecnologie,

Bioinformatica e Sviluppo Farmaceutico". Linea d'azione 4.1 "Creazione di Hub delle Scienze della Vita".

Partecipazioni a programmi UE e ad Accordi internazionali

Al momento per il periodo di riferimento, 2023-2025, il Settore HPC per Energia e Ambiente partecipa a cinque progetti H2020 (ANSELMUS, ARSINOE, PASCAL, PATRICIA e SENDER). Nei progetti citati, il CRS4 è parte di compagini internazionali, composte da centri di ricerca, università, industrie e PMI, organizzate in consorzio con attività prevalenti nel settore energetico e ambientale.

Progetti di ricerca e sviluppo attivi

Alla data di redazione di questo piano (ottobre 2022) nel prossimo triennio saranno attivi i seguenti progetti, le cui schede monografiche sono descritte al capitolo 9. "Schede dei Progetti e Servizi di ricerca, sviluppo e innovazione":

- **Progetti istituzionali**
 - **HPC & QCC** (2023-2025).
- **Progetti internazionali**
 - UE HORIZON 2020 **ANSELMUS** (2022-2026);
 - UE HORIZON 2020 **ARSINOE** (2021-2025);
 - UE HORIZON 2020 **PASCAL** (2020-2024);
 - UE HORIZON 2020 **PATRICIA** (2020-2024);
 - UE HORIZON 2020 **SENDER** (2020-2024).
- **Progetti nazionali**
 - PON Ricerca ed Innovazione 2014-2020 **ENERGIDRICA** (2021-2023);
 - MUR – PNRR M4C2 Centri Nazionali **HPCCN** (2022-2025);
 - Ministero Salute - POS Traiettorie 4 **H2HUB** (2023-2025);
 - Ministero Salute - POS Traiettorie 3 **LIFEMAP** (2023-2025).
- **Progetti regionali**
 - Sardegna Ricerche - Contributo ex art. 9 L.R. 20/2015 – **CO2 U** (2021-2023);
 - Sardegna Ricerche - Potenziamento di programmi ex art. 9 L.R. 20/2015 anno 2020 **PAM** (2021-2023).
- **Servizi industriali:** —.

4. ICT - SOCIETÀ DELL'INFORMAZIONE

4.1 Obiettivi generali

Il Settore ICT – Società dell'Informazione svolge attività di ricerca e sviluppo di applicazioni innovative e trasferimento tecnologico in vasti campi applicativi: turismo, trasporti, cultura, territorio, agroalimentare, didattica, interazione naturale e multisensoriale, realtà aumentata, contenuti digitali e new media, intelligenza artificiale, *deep learning* per la diagnostica medica, internet delle cose, web semantico, e più in generale tutto il mondo dell'ICT e della Società dell'Informazione.

Il Settore è attualmente strutturato in quattro programmi di ricerca:

- Ambienti Collaborativi e Sociali;
- Internet delle Cose e Tecnologie per l'Efficienza Energetica;
- Tecnologie dei Contenuti e Gestione dell'Informazione;
- Tecnologie dell'Educazione.

4.2 Stato di Attuazione delle attività relative all'anno precedente 2022

Ambienti sociali e collaborativi. Nel corso del 2022 il programma ha svolto attività legate allo sviluppo di tecnologie volte alla realizzazione di ambienti intelligenti e interfacce di interazione. Inoltre, il programma ha promosso lo sviluppo e la competitività del sistema regionale nell'ambito della Social Interaction e Human Computer Interaction attraverso lo sviluppo di ambienti interattivi intelligenti, sviluppando attività di ricerca, trasferimento tecnologico e collaborazione tra i centri di ricerca, i partner dei progetti finanziati, prevedendo il coinvolgimento del settore pubblico e delle imprese. Il programma ha proseguito nello sviluppo del progetto SINNOS - *Smart INteractive eNvironments Of Sardinia*, gestito tramite una convenzione tra CRS4, Sardegna Ricerche e Assessorato del Turismo, Artigianato e Commercio della RAS, avente come obiettivo la valorizzazione del *brand* Sardegna tramite il potenziamento dei canali digitali di promozione turistica e la realizzazione di prototipi di interazione (tra cui un'applicazione mobile e installazioni interattive per la promozione turistica). Le recenti attività del programma hanno riguardato la conclusione dello svolgimento di due progetti regionali "RiVA" e "I-EDX" che vedono l'applicazione delle tecnologie di interazione e delle competenze acquisite nei settori dell'editoria e della gestione aziendale tramite piattaforme ICT. È stato concluso il lavoro di sviluppo per il progetto DOM'E FARRA – Museo Multimediale della Poesia Improvvisativa che ha previsto l'implementazione di tecnologie di interazione per la realizzazione di un percorso espositivo museale. Sono stati inoltre mantenuti attivi nel tempo gli ambienti interattivi richiesti da enti pubblici e attori privati. Le attività del 2022 hanno infine riguardato collaborazioni con l'Università di Cagliari, l'Istituto di Storia dell'Europa Mediterranea (ISEM) del CNR, l'Osservatorio Astronomico di Cagliari (OAC) dell'INAF, varie aziende (Tolo Green, Togo Soc. Coop., PanVideo Srl). Il programma ha inoltre avviato lo sviluppo di un prototipo interattivo *Transparent Interactive Display*, consistente in una superficie olografica interattiva, congiuntamente alla piattaforma di gestione di contenuti *Digital Signage*. Per tale prototipo interattivo è stata avviata una

sperimentazione per l'Expo di Dubai 2020 (1° ottobre 2021-31 marzo 2022) conclusa positivamente nel Marzo 2022.

Internet delle Cose e Tecnologie per l'Efficienza Energetica. Nel corso del 2022 il programma ha proseguito la programmazione precedentemente delineata. L'attività di ricerca è stata principalmente orientata allo studio delle architetture di reti neurali artificiali di tipo ricorrente (Recurrent Neural Network o RNN) e la loro evoluzione ovvero le reti a medio e lungo termine (Long Short Term Memory o LSTM). Oltre all'implementazione di queste reti neurali su architetture cloud è stata portata avanti un'attività specifica di porting delle piattaforme di rete su macchine dedicate. Le due tipologie di reti sono state implementate e testate utilizzando sia piattaforme cloud che workstation dedicate dotate di opportuna architettura hardware/software. Strategicamente sono state attuate due linee di programma. Nella prima linea, nell'ambito del progetto IPOACUSIA che realizza le attività legate all'abbattimento delle barriere di comunicazione per le persone con disabilità, è stata completata la realizzazione di un dataset di video della Lingua Italiana dei Segni (LIS). Tale dataset è servito ad istruire le due tipologie di reti neurali artificiali sopra citate. Il progetto si è avvalso, oltre che della collaborazione dei due partner, Sardegna Ricerche e l'Assessorato dell'Igiene e Sanità e dell'Assistenza sociale - Direzione generale delle politiche sociali della RAS, sia di un esperto della produzione di materiale audio-visivo sia di una esperta traduttrice della LIS che ha affiancato l'esperto video, scegliendo, insieme alla comunità sorda coinvolta, il set di vocaboli LIS del dataset, supervisionando la sua realizzazione, secondo le direttive del team di ricerca del CRS4. Sempre nell'ambito dell'accessibilità, un'altra sperimentazione riguarda la capacità di riconoscimento e trasformazione della voce in testo scritto ed in LIS. Alcune sperimentazioni effettuate nel presente periodo indicano che le RNN sono un valido strumento di supporto nelle problematiche del speech-to-text e del Natural Language Processing (NLP).

Nel 2022 è inoltre continuata la costante attività di gestione e manutenzione della piattaforma Airport4All (www.airport4all.com) oggi arrivata al suo sesto anno di servizio H24. Tale progetto AIRPORT4ALL è legato al tema dell'accessibilità che il CRS4 promuove per persone normodotate e con disabilità. La piattaforma Airport4All rende costantemente disponibili i dati in tempo reale sui voli, sin da 48 ore prima della partenza/arrivo per gli aeroporti sardi di Olbia ed Alghero (il gestore dell'aeroporto di Cagliari ha deciso, a nostro parere inspiegabilmente, di non fornire più il feed ai propri dati) esponendo le informazioni in un'applicazione per smartphone iOS e Android, adatta per i diversamente abili, che segnala all'utente (con notifiche e avvisi) i diversi momenti che precedono o seguono la partenza/arrivo del volo (check-in, gate, imbarco, partenza, atterraggio, sbarco, bagagli etc).

Continua infine ad essere attivo il laboratorio IoT e l'attività di supporto di prototipazione 3D e di sviluppo di sensori IoT che permette di creare i dispositivi utilizzati nei progetti. Detto laboratorio viene utilizzato anche da altri Programmi del CRS4 per le attività di creazione di prototipi.

Tecnologie dei Contenuti e Gestione dell'Informazione. Nel corso del 2022 il programma si è dedicato principalmente a 3 linee di attività:

1. Messa a punto di una piattaforma per la catalogazione intelligente di immagini e video da utilizzare dalle redazioni per alimentare le applicazioni di Sardegna Turismo (progetto SINNOS, in collaborazione con il programma ISOC/Collaborative and Social Environments). La piattaforma si avvale del framework SHADO, un meta-DAM (digital asset manager) sviluppato nell'ambito di un precedente progetto, che è stato esteso (mediante plugin) in modo da analizzare i contenuti visuali mediante modelli di intelligenza artificiale al fine di ricavare i descrittori necessari a rendere più efficaci le operazioni di classificazione e search. La piattaforma è stata inoltre customizzata in modo da supportare il workflow di gestione dei contenuti concordato con l'Assessorato al Turismo.
2. Presentazione di diverse nuove proposte progettuali, finalizzate all'acquisizione di nuovi progetti sui temi di interesse del programma. In tale ambito va evidenziata la proficua collaborazione con altri Settori del CRS4 su tematiche applicative di interesse comune. Di seguito si riporta l'elenco delle proposte progettuali presentate nel corso del 2022:
 - Fase II dell'appalto pre-commerciale relativo ai servizi di Ricerca e Sviluppo di una soluzione innovativa per il miglioramento della capacità di diagnosi e stadiazione del cancro del retto (Azienda Ospedaliera-Universitaria di Cagliari) - in collaborazione con Ennova Research (mandataria).
 - Surveillance with Blockchain of Things - TruBlo Open Call for Proposals - Horizon 2020.
 - SPECIALE (Sprayer for Precision Agriculture) - VEDLIOT Open Call for Proposals on Next Generation AIoT applications - Horizon 2020 - in collaborazione con il Settore HPC FOR ENERGY AND ENVIRONMENT / Programma DIGITAL AGRICULTURE.
 - EGIDA (Enterprise Guardian for Intelligent Data protection and Anonymization) - Fondo per lo sviluppo delle tecnologie e delle applicazioni di intelligenza artificiale, blockchain e internet of things - Ministero per lo Sviluppo Economico - in collaborazione con Codermine (capofila).
 - AgriSWARM - Fondo per lo sviluppo delle tecnologie e delle applicazioni di intelligenza artificiale, blockchain e internet of things - Ministero per lo Sviluppo Economico - in collaborazione con il Settore HPC FOR ENERGY AND ENVIRONMENT / Programma DIGITAL AGRICULTURE - capofila Ennova Research.
 - LEAP (Lightweight Enterprise Assistant for Privacy) - Programma Regionale di Sviluppo 2020-2024 Strategia 2 – Identità economica Progetto 2.1 – Ricerca e innovazione tecnologica AIUTI PER PROGETTI DI RICERCA E SVILUPPO - SETTORE ICT - in collaborazione con Codermine (capofila).
 - NUE - Programma Regionale di Sviluppo 2020-2024 Strategia 2 – Identità economica Progetto 2.1 – Ricerca e innovazione tecnologica AIUTI PER PROGETTI DI RICERCA E SVILUPPO - SETTORE ICT - in collaborazione con Terra de Punt (capofila).
 - ECCAU (ECcellenza Cagliari AUDIOvisivi 5G) - Avviso pubblico per l'acquisizione e il finanziamento di proposte progettuali finalizzate all'impiego della tecnologia 5G nel settore della produzione e della distribuzione di contenuti audiovisivi - Ministero per lo Sviluppo Economico - capofila Terra de Punt - in collaborazione con il Settore BIOSCIENCES AND COMPUTATIONAL INFRASTRUCTURES, SMART PROJECTS.

Alle suddette proposte va aggiunto il contributo fornito ai progetti QuIF e e-INS, banditi dal MUR e finanziati su fondi PNRR.

3. Identificazione di un progetto di ampia portata da proporre su fondi art.9 nell'ambito della gestione collaborativa dei dataset per l'addestramento e la validazione dei modelli di intelligenza artificiale. Il progetto istituzionale, denominato *Artificial Intelligence – AI* e descritto in modo più approfondito in un'apposita scheda, prevede l'utilizzo del precedentemente citato framework SHADO come piattaforma per la gestione dei dataset. La piattaforma sarà utilizzata a supporto di progetti e collaborazioni nascenti in ambito Computer-Aided Diagnostics, oltre che a supporto delle attività svolte in collaborazione con altri programmi del CRS4, tra cui il programma Digital Agriculture del Settore HPC FOR ENERGY AND ENVIRONMENT.

Tecnologie dell'Educazione. Nel corso del 2022 il programma ha lavorato sui seguenti progetti:

1. Progetto RIALE. Dal 1° settembre 2021 al 31 dicembre 2022 rileviamo 48 sessioni sincrone di cui 28 già svolte, 3 ancora da svolgere ma già prenotate ed altre 17 disponibili per la prenotazione da oggi al 31 dicembre 2022. Sono stati coinvolti una trentina di docenti provenienti da 20 Istituti scolastici e circa 1160 studenti sono stati raggiunti. Nell' Allegato 2 di progetto si possono trovare sia la distribuzione delle sessioni sincrone effettuate per l'A.S. 2021-2022 per Esperimento in catalogo sia l'elenco degli Istituti che hanno partecipato alle sezioni sincrone l'applicazione Web dedicata alla calendarizzazione degli eventi sincroni è a disposizione dei ricercatori coinvolti e degli insegnanti interessati. I primi possono inserire le specifiche delle sperimentazioni previste per le scuole con le rispettive date di attuazione e i secondi possono procedere con la prenotazione del gruppo classe alla sperimentazione on line. Inoltre, nel corso del 2022 sono state sviluppate e integrate nella piattaforma RIALE le seguenti nuove funzionalità:

- Sistema di tracciamento automatico della attività svolte durante l'utilizzo della Timeline finalizzate alla profilazione utente;
- Profilo utilizzatore della Timeline;
- Internazionalizzazione della Timeline (supporto della lingua inglese oltre a quella italiana);
- Nuovo pannello di controllo per la gestione semplificata delle videocamere durante le sessioni sincrone;
- Nuove funzionalità nella sezione dedicata alla Regia: generazione automatica delle sessioni;
- Zoom in fase di prenotazione delle sessioni sincrone da parte dei docenti e dei QR Code per la interazione tra studenti e ricercatori;
- Nuova sezione per la ricerca e la visualizzazione grafica di dati di riepilogo relativi alle sessioni sincrone.

Nell'ambito del progetto si sono svolte azioni in collaborazione con il gruppo di comunicazione del CRS4 per la diffusione delle informazioni riguardanti il progetto verso il grande pubblico e verso i dirigenti e i docenti delle scuole secondarie di primo e secondo grado.

2. Progetto RIALENET. Il progetto è stato finanziato dalla Open Call del progetto H2020 WeNet sulla "Cultural diversity in Scientific Inquiry" all'interno di un network internazionale. Sono state integrate in RIALE le tecnologie AI sviluppate dal progetto WeNET. Sono stati sperimentati casi d'uso della Timeline. I principali risultati raggiunti nel 2022 sono:

- l'App RIALENET per migliorare l'accesso alla conoscenza online in un ambiente di laboratorio attraverso un accesso remoto intelligente;
- il caso d'uso reale che studia come gli utenti accedono alla conoscenza online in un ambiente di laboratorio, basato su un approccio ibrido;
- la collaborazione con il consorzio WeNet;
- il coinvolgimento di una comunità di studenti in un esperimento pilota;
- una raccolta di documenti informativi sulla privacy realizzati da un avvocato (esperto in etica e gestione della protezione dei dati) in collaborazione con il DPO del CRS4.

3. Progetto OUTSIDERS "Officine Urbane Trasformative: Strumenti Innovativi nella Didattica, nell'Educazione e nelle Relazioni Sociali". Nel 2022 è stato svolto lo studio e lo sviluppo di un piano formativo destinato ai docenti coinvolti nel progetto, al fine di predisporre delle attività per gli studenti per un lavoro sullo sviluppo dei talenti, con l'uso di uno strumento digitale progettato e sviluppato dal CRS4: la Cassetta dei Talenti. È tutt'ora in corso la formazione parallelamente all'adeguamento della piattaforma SSP (CRS4) che sarà sottoposta all'attenzione dei docenti.

4. Progetto RIALHE - Cooperation partnerships in higher education. Abbiamo iniziato il lavoro di studio e pianificazione del progetto denominato RIALHE in collaborazione con l'Università di Bergen (NO) e di Compiègne (FR) in ottobre 2022.

4.3 Le scelte programmatiche del prossimo triennio

Obiettivi strategici da conseguire nel Triennio 2023-2025

Ambienti sociali e collaborativi. Nel corso del triennio 2023-2025 il programma focalizzerà le sue attività di ricerca nella progettazione, sviluppo e sperimentazione di ambienti collaborativi e sociali attraverso tecniche e tecnologie di interazione naturale, strumenti di interazione sociale, studi e applicazioni di interaction design e interazione uomo-macchina. L'obiettivo primario è proseguire lo sviluppo delle tecnologie già avviate: una superficie interattiva modulare multi-utente e multi-touch, una piattaforma per la gestione di installazioni interattive, una tecnologia per la realizzazione di ambienti multi-sensoriali legati all'olfatto, al tatto e al gusto. Inoltre, si avvierà lo sviluppo di tecnologie di nuova concezione, come display olografici trasparenti multi-touch ed interattivi, una piattaforma per la condivisione social dei public display e tecnologie legate al settore della Human Computer Interaction per la creazione di interfacce esperienziali, consentendo migliori applicazioni nell'infotainment, nel turismo esperienziale e digitale e nel settore culturale, grazie a rinnovate modalità di fruizione di contenuti multimediali. Nell'immediato futuro verranno analizzate ulteriormente le tecnologie di *Artificial Intelligence* per l'analisi in tempo reale delle caratteristiche dell'utente tramite dispositivi ottici, video e *depth sensing* con l'obiettivo di adottare tecnologie per la *object detection*, *age*, *sentiment* e *race*

recognition. La ricerca del programma porterà a nuovi contributi per far avanzare lo stato dell'arte nel settore della HCI attraverso sperimentazioni legate allo sviluppo e all'utilizzo di interfacce e tecnologie di interazione. Le attività del programma, inoltre, si concentreranno sulla realizzazione di prototipi che possono avere delle ricadute sul mercato, anche nel settore degli ambienti sociali inclusivi. Infine, verranno avviate nuove collaborazioni con partner pubblici e privati che consentiranno di mettere in atto nuove sperimentazioni.

Internet delle Cose e Tecnologie per l'Efficienza Energetica. Nel corso del triennio 2023-2025 il programma prevede di continuare le attività su Internet delle Cose e Intelligenza Artificiale applicato al mondo delle disabilità per l'accesso ai servizi della Pubblica Amministrazione (PA) con particolare attenzione al settore del turismo e dei trasporti.

In questo contesto si inserisce l'attività del programma nel progetto istituzionale *Artificial Intelligence* (come meglio descritto nella scheda di progetto più avanti) ed alla presentazione del nuovo progetto Ipoacusia sul nuovo bando in via di emanazione. Nel progetto Data4AI il programma parteciperà allo sviluppo e sperimenterà l'uso delle architetture RNN e LSTM nella piattaforma oggetto di implementazione. La piattaforma Data4AI ha lo scopo di gestire i dati e servizi prodotti nello sviluppo di applicazioni di AI passando da uno schema basato sul modello di AI (*model-centric*) ad uno schema basato sul dato AI (*data-centric*). Detta piattaforma sarà utilizzata per l'implementazione del nuovo progetto Ipoacusia che si è appena concluso (giugno 2022). Il nuovo bando è in via di emanazione (entro l'anno) all'interno delle linee programmatiche finanziate dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri per progetti sperimentali di tecnologie finalizzate all'abbattimento delle barriere di comunicazione delle persone sorde. In questo ambito il Programma intende finalizzare gli interessanti risultati preliminari ottenuti nel progetto appena concluso con l'obiettivo sia di affinare la costruttiva collaborazione con la comunità dei sordi sia sviluppare un dataset più ampio della Lingua Italiana dei Segni attraverso l'utilizzo di risorse di calcolo adeguate. Il raggiungimento di questi obiettivi permetterà di implementare nuovi servizi di accessibilità della PA per le persone sorde. Nell'ambito dello sviluppo di strumenti per la traduzione speech-to-LIS il programma si occuperà dei sistemi in grado di gestire la sintassi e la semantica LIS.

Sia il nuovo progetto istituzionale *Artificial Intelligence* - AI che l'auspicato nuovo progetto IPOACUSIA2, perciò, usufruiranno di un'architettura (*data-centric*) ed importanti risorse di calcolo messe a disposizione dal progetto istituzionale AI con mutui benefici per entrambi le applicazioni. Nell'ambito dell'accessibilità del settore dei trasporti e del turismo si continuerà nella gestione della piattaforma Airport4all (www.airport4all.com). Si intende infine proseguire l'attività di ricerca relativa allo studio dei materiali nanostrutturati per migliorare le proprietà termiche delle miscele di sali fusi che vengono utilizzati per l'accumulo termico del calore raccolto dagli impianti solari a concentrazione.

Tecnologie dei Contenuti e Gestione dell'Informazione. La priorità del programma per il triennio 2023-2025 sarà quella di avviare nuovi progetti e collaborazioni, in modo da garantire le risorse finanziarie necessarie a sostenere le attività di ricerca. Gli obiettivi strategici continueranno ad essere collegati al tema dell'interpretazione dei contenuti visuali (e non) e saranno orientati verso le aree applicative già evidenziate nei progetti più recenti: (1) il monitoraggio di ambienti

attraverso l'analisi real-time di riprese video, per finalità di varia natura (es. sicurezza/monitoraggio del territorio, *business analytics*); (2) l'aiuto alla diagnosi di patologie attraverso l'analisi di segnali e immagini mediche; (3) la creazione di *digital experiences* attraverso l'interazione fisica con i contenuti. Il machine learning continuerà ad essere uno dei principali strumenti a supporto delle suddette aree applicative e in tale ambito si esploreranno delle possibili soluzioni di *explainable AI* in grado di fornire una migliore comprensione dei risultati ottenuti. Si cercherà inoltre di valorizzare e migliorare le piattaforme tecnologiche già sviluppate, sia attraverso il riutilizzo nei nuovi progetti, che attraverso la piattaforma del progetto istituzionale AI. Si cercherà inoltre di consolidare la collaborazione con altri programmi del CRS4, come ad esempio il programma Agricoltura Digitale del Settore HPC per Energia ed Ambiente, attraverso progetti e attività congiunte.

Infine, si dovrà:

- progettare e sviluppare il sistema prototipo richiesto nel progetto ARCADIA2, oggetto dell'appalto pre-commerciale dell'Azienda Ospedaliero Universitaria di Cagliari nell'ambito della diagnostica supportata dall'intelligenza artificiale per la stadiazione del cancro di colon-retto;
- seguire eventuali follow-up del progetto SINNOS.

Tecnologie dell'Educazione. Nel corso del triennio 2023-2025 il programma focalizzerà le sue attività di ricerca nello studio, progettazione, sviluppo e sperimentazione di nuovi laboratori tecnico-scientifici all'interno della piattaforma RIALE, al livello regionale e extra regionale. Si prevede di lavorare sulla continuità del progetto RIALE anche per il prossimo triennio, importando anche laboratori europei nella nostra regione, parallelamente alla continua crescita del suo catalogo a beneficio della comunità scolastica sarda. Il progetto infatti è giunto a un livello di maturità tale da pianificare la sua estensione verso territori extra-regionali in modo da potenziare lo sviluppo di conoscenze procedurali scientifiche da parte dei nostri studenti oltre il nostro territorio nazionale e abbracciando diversi laboratori europei per ampliare l'esplorazione dell'innovazione scientifica in lingua inglese. Il ritorno importante per la scuola sarda viene evidenziato dal numero sempre crescente di laboratori a catalogo nella piattaforma RIALE nonché la formazione di reti scolastiche per l'apprendimento collaborativo a partire dalla stessa piattaforma. Si intende organizzare annualmente una conferenza internazionale sul tema "Ingegneria e Pedagogia applicate ai laboratori scientifici online". Gli obiettivi che si intendono raggiungere sono:

- gli studenti sardi esplorano esperimenti scientifici regionali, nazionali e europei
- gli insegnanti applicano l'interdisciplinarietà: STEM e lingua inglese per favorire l'accesso remoto a laboratori europei
- la piattaforma agevola la formazione di reti scolastiche extra regionali per implementare la collaborazione tra studenti attivi nelle Timeline di RIALE

Il progetto Erasmus+ RIALHE contribuirà al raggiungimento di questi obiettivi. Si intende sottoporre un secondo progetto europeo orientato allo sviluppo del motore IA avviato nel 2022 per rafforzare i lavori di riconoscimento di profili di navigazione attraverso la Timeline.

Si proseguirà infine la formazione e l'assistenza offerte ai docenti nel progetto regionale OUTSIDERS.

Opportunità e Rapporti di collaborazione con enti pubblici e privati

Ambienti sociali e collaborativi. Proseguiranno le attività dei progetti finanziati e si attiveranno collaborazioni che hanno portato e porteranno nell'immediato futuro allo sviluppo di progetti rilevanti, tra cui possiamo annoverare:

- la realizzazione delle tecnologie di interazione presso la Casa Museo Cambosu ad Orotelli;
- collaborazione col CNR-ISEM per la realizzazione e sviluppo di progetti di ricerca nei relativi settori di competenza;
- collaborazione con l'Università di Studi di Cagliari per l'attivazione di progetti congiunti nel settore della Human Computer Interaction;
- l'attivazione di progetti con il Parco Geominerario della Sardegna per la promozione del turismo culturale attraverso la realizzazione di tecnologie di interazione naturale col fine ultimo di ottenere degli strumenti che consentano la valorizzazione dei percorsi naturalistici e minerari;
- la progettazione e sviluppo di prototipi di interazione per la fruizione di contenuti digitali e la creazione di interfacce esperienziali per la promozione turistica della Sardegna proseguendo la collaborazione con l'Assessorato al Turismo della RAS;
- la realizzazione di prototipi legati ai bisogni educativi speciali e interfacce inclusive attraverso la collaborazione del Centro Studi Erickson;
- collaborazione col Comune di Galtellì per il Museo Interattivo della tradizione orale.

Sarà inoltre obiettivo primario la partecipazione ad ulteriori bandi regionali, nazionali ed europei grazie ai partenariati sviluppati negli anni precedenti. Più in generale si valuteranno le forme migliori di collaborazione con partner aziendali esterni per la produzione e commercializzazione degli attuali prototipi sviluppati in un'ottica di prodotto: in una prima fase si intende procedere con la fase di brevettazione delle componenti rilevanti, per poi sviluppare il processo di vendita e installazione attraverso l'attivazione di partnership con imprese di livello nazionale e internazionale.

Internet delle Cose e Tecnologie per l'Efficienza Energetica. Il programma intende continuare a sviluppare, ampliare e consolidare i rapporti con i partner Sardegna Ricerche e l'Assessorato dell'igiene e sanità e dell'assistenza sociale – Direzione generale delle politiche sociali della RAS e con le associazioni a tutela delle persone con disabilità nell'ambito dell'abbattimento delle barriere di comunicazione tra persone con disabilità e PA nonché con i partner storici dei tre aeroporti della Sardegna (SOGAER, GEASAR e SOGEAAL).

Tecnologie dei Contenuti e Gestione dell'Informazione. Il programma intende rafforzare i rapporti già esistenti con diversi soggetti privati, creare collaborazioni con altre imprese e coinvolgere i soggetti pubblici in progetti pilota finalizzati a validare e a dimostrare le tecnologie sviluppate.

Tecnologie dell'Educazione. Il programma proseguirà la sua collaborazione con gli istituti scolastici della Sardegna partecipanti al progetto RIALE, con i laboratori universitari e di centri di ricerca sul nostro territorio, extra regionali e europei. Rafforzeremo i nostri rapporti di collaborazione con gli uffici scolastici regionali. Il progetto ERASMUS+ RIALHE ci consentirà di ampliare la nostra rete partenariale oltre l'attuale rete di lavoro con la Norvegia e la Francia. In corso collaborazioni con la DEUSTO University spagnola.

Partecipazioni a programmi UE e ad Accordi internazionali

Nel corso del prossimo triennio si prevede di partecipare a programmi europei quali Horizon Europe.

Progetti di ricerca e sviluppo attivi

Alla data di redazione di questo piano (ottobre 2022) nel prossimo triennio saranno attivi i seguenti progetti, le cui schede monografiche sono descritte al capitolo 9. "Schede dei Progetti e Servizi di ricerca, sviluppo e innovazione":

- **Progetti istituzionali**
 - AI (2023-2025).
- **Progetti internazionali**
 - UE Erasmus+ - **RIALHE** (2022-2025).
- **Progetti nazionali**
 - Fondazione con il Sud - **OUTSIDERS** (2020-2023).
- **Progetti regionali**
 - RAS Ass.to Pubblica Istruzione Fondi PAC - **RIAL-EU** (2023-2025).
- **Servizi industriali**
 - Gara pre-commerciale Fase 2 AOU - **ARCADIA2** (2022-2023);
 - Gara Comune Orotelli - **OROTELLI** Casa Museo Cambosu (2022-2023).

5. INFORMATICA VISUALE E AD ALTA INTENSITÀ DI DATI

5.1 Obiettivi generali

Il Settore Informatica Visuale e ad Alta Intensità di Dati (*Visual and Data-intensive Computing - ViDiC*) si dedica alla ricerca, sviluppo ed applicazione di soluzioni innovative e scalabili per acquisire, creare, trattare, distribuire ed esplorare insiemi di dati complessi e/o massivi provenienti da simulazioni o da misurazioni di fenomeni, oggetti, ambienti o processi reali.

Combinando, senza soluzione di continuità, ricerca di base, ricerca applicata e sviluppo sperimentale e integrando attività di trasferimento tecnologico e disseminazione, il Settore si concentra sui seguenti filoni:

- Ideare, sviluppare e sperimentare soluzioni innovative nel campo della scalabilità dei processi di convogliamento, elaborazione, analisi e gestione di grossi insiemi o flussi di dati. L'estesa tematica è centrata attorno allo studio e applicazione di tecniche allo stato dell'arte di calcolo distribuito, automazione e apprendimento automatico (in particolare *deep learning*), che vengono combinate per ampliare le possibilità di raccogliere e fruire dei dati a disposizione in maniera riproducibile e sicura. Le parole chiave principali che caratterizzano queste attività includono: *big data*, *data analytics*, automazione, *machine learning* e *distributed computing*;
- Migliorare l'acquisizione, la condivisione e l'analisi dei dati complessi ed eterogenei attraverso attività relative alla modellazione, mediante formalismi aperti, di dati e processi, all'interoperabilità tecnica e semantica tra domini diversi e alla creazione di sistemi scalabili per l'analisi collaborativa e il riuso delle informazioni disponibili, con un focus specifico sulla tracciabilità e riproducibilità di ogni fase del processo e sulla gestione sofisticata del consenso sui dati. Le parole chiave principali che caratterizzano queste attività includono: modellazione e gestione dati, interoperabilità, tracciabilità, riproducibilità e *provenance*;
- Migliorare i processi di modellazione, analisi ed esplorazione visuale ideando, sviluppando e sperimentando nuovi modelli, metodi e soluzioni scalabili e intelligenti di visual computing ed integrandoli in simulazioni visive interattive e in ambienti virtuali. Le attività di ricerca abbracciano molti aspetti del *visual computing* e comprendono argomenti quali la computer grafica, la visualizzazione scientifica e dell'informazione, la visione artificiale, le tecniche di apprendimento automatico per dati geometrici e visuali, l'elaborazione delle immagini, la progettazione di display e interfaccia utente, la geometria computazionale e la fabbricazione digitale.

Benché il lavoro si applichi trasversalmente a moltissimi domini applicativi, il settore è particolarmente attivo nei campi dell'informatica urbana, della bioinformatica, dell'informatica clinica e dei beni culturali. Le attività sono svolte, in gran parte, nel quadro di collaborazioni nazionali e internazionali di alto livello con partner che includono organizzazioni internazionali, università e centri di ricerca, enti clinici e di ricerca, musei e altre istituzioni culturali, così come partner industriali. Il lavoro di ricerca e sviluppo su queste tematiche è supportato da un laboratorio che sviluppa, integra, applica e mantiene operative sensoristica, risorse computazionali e strumentazioni specialistiche.

Inoltre, il Settore contribuisce costantemente alla diffusione dei risultati di ricerca attraverso azioni e strategie volte a diffondere le informazioni sui risultati del suo lavoro, in modo da

massimizzarne l'impatto su individui, enti e comunità. Le attività del Settore sono, in particolare, fortemente orientate a garantire ricadute di interesse pubblico e alla diffusione di conoscenze. I risultati delle attività di ricerca, quando possibile, vengono diffusi e condivisi con la comunità open source e la comunità scientifica secondo i principi di open science e si concretizzano nella pubblicazione di articoli scientifici, nella realizzazione di prototipi sperimentali, tecnologici e metodologici, destinati a contesti di ricerca o applicativi e nella diffusione di dati aperti. Il Settore è, inoltre, attivo nella realizzazione di strumenti per il trasferimento tecnologico e l'alta formazione, quali reti internazionali, corsi e workshop.

Dal 2017, il Settore, nel quadro di un accordo con il comune di Cagliari, gestisce inoltre la sede del CRS4 presso la Ex-Distilleria di Via Ampère a Cagliari, che vede la presenza permanente di parte dei ricercatori attivi su attività di Visual e Data-intensive Computing all'interno di laboratori dotati di risorse computazionali, sensoristica e di strumentazioni per la visualizzazione e l'interazione uomo-macchina.

5.2 Stato di Attuazione delle attività relative all'anno precedente 2022

Attività di ricerca. Nonostante tutti i problemi contingenti e la fortissima esposizione su progetti esterni, l'impegno del personale del gruppo ha permesso di portare avanti un piano di ricerca coerente che ha ottenuto importanti risultati. Il Settore porta avanti i filoni di ricerca che lo caratterizzano, sviluppando nuovi metodi e realizzando implementazioni specializzate di parte delle attività generali in specifici progetti industriali o di ricerca con partner clinici ed istituzionali. Nel 2022, in particolare, il lavoro si è concentrato su:

- ideazione e sviluppo di nuove tecniche che migliorano lo stato dell'arte *nell'indoor reconstruction* a partire da immagini panoramiche e/o dati da scansioni laser con metodiche di *deep-learning* e *geometry reasoning*; le tecnologie abilitanti sviluppate supportano una varietà di casi d'uso (scan-to-BIM, creazione di *digital twins*, *virtual/augmented reality*, ...);
- contributi significativi allo sviluppo di librerie *open source* per il *deep learning* che sfruttano tecniche di calcolo distribuito per massimizzare la loro scalabilità; le librerie sono applicate in maniera trasversale ai vari ambiti di intervento del Settore (principalmente dati biomedici e grosse collezioni di immagini);
- studio e sviluppo di metodi innovativi per l'acquisizione, la ricostruzione e l'esplorazione visuale di modelli annotati e loro applicazione su casi di studio, principalmente nei beni culturali; i lavori sono svolti in ambito progetti nazionali/internazionali e, ove possibile, vengono anche applicati a casi d'uso d'interesse locale (ad esempio con collaborazioni con il Museo Nivola, il Museo Archeologico, la Pinacoteca Nazionale);
- studio e sviluppo di metodi scalabili di visualizzazione e analisi di grandi quantità di dati (in particolare, immagini stratigrafiche, modelli volumetrici);
- studio di metodi innovativi per l'analisi probabilistica di grafi di grandi dimensioni e loro applicazione all'analisi del traffico in grandi agglomerati urbani e/o a scala regionale;
- creazione e applicazione di strumenti innovativi basati su metodi visuali e di intelligenza artificiale per la *digital pathology* e per la ricerca biomedica;
- studio, sviluppo e diffusione di metodologie FAIR;
- definizione di linee guida nell'ambito del consorzio IHE (*Integrating the Healthcare Enterprise*) per i processi clinici;

- studio e prototipazione di modelli di infrastrutture per supportare query federate (*resource level e record level*) in reti internazionali di ricerca nel campo delle malattie rare;
- sviluppo di modelli per la tracciabilità e la *provenance* di dati e campioni biologici nel settore delle biotecnologie, in collaborazione con BBMRI-ERIC (*Biobanking and BioMolecular resources Research Infrastructure – European Research Infrastructure Consortium*) e nell’ambito dello standard ISO/WD TS 23494 (gruppo ISO TC 276 WG 5);
- studio e prototipazione di una piattaforma computazionale per l’elaborazione e l’integrazione di dati georeferenziati multidimensionali, scalabile e di flessibile istanziazione su *Infrastructure as a Service* (IaaS); in questo quadro sono anche messe a punto diverse sperimentazioni specifiche e strumenti verticali per facilitare l’aggregazione dati (incluse interfacce per facilitare l’utilizzo dei dati prodotti dall’infrastruttura satellitare europea Copernicus);
- studio di *best practice* innovative e software di supporto per facilitare la condivisione e riutilizzabilità di *workflow* computazionali per l’analisi di dati; in questo caso è particolarmente significativo lo studio di una specifica per la definizione e l’interscambio di test per la validazione di *workflow* computazionali, poi integrata nel community standard *Research Object Crate* a cui contribuiamo attivamente, e lo sviluppo del servizio *Workflow LifeMonitor* che supporta la manutenzione e l’applicazione delle linee guida per la riutilizzabilità nel tempo dei *workflow* computazionali;
- ideazione e prototipazione di architetture software per piattaforme *Edge*; in questo quadro sono svolte anche sperimentazioni su sensoristica elettrica e ambientale e vengono studiati e implementati modelli di dati per l’utilizzo della piattaforma FIWARE in contesto di *urban computing* e *cultural heritage*;
- mantenimento ed estensione del corpus di strumenti e librerie *open source* sviluppati (e.g., pydoop, promort, hl7apy, cytest, marlie/liana, openlime);
- mantenimento delle varie risorse comuni e di laboratorio a supporto di tutti i progetti e attività.

Progetti di ricerca. Nel corso del 2022, il gruppo di lavoro è stato fortissimamente impegnato su progetti di ricerca con finanziamenti esterni (vedi lista progetti), combinando sia progetti in ambito internazionale (in particolare H2020 e Horizon Europe), che progetti nazionali e regionali. La forte presenza del Settore in progetti collaborativi di alto profilo è stata finora stabile nel tempo ed è prevista costante anche nel triennio successivo, a conferma della qualità del lavoro svolto in condizioni molto difficili (scarsità di fondi di funzionamento di Settore, impossibilità di utilizzo dei costi di personale a cofinanziamento dei progetti, ecc.).

Impatto COVID-19. Le attività del Settore sono state particolarmente colpite dalle misure di contenimento della pandemia COVID-19, limitando tutte le attività di acquisizione dati sul campo, di sperimentazione, di formazione e di laboratorio in cui il Settore è impegnato nei vari progetti. Il fortissimo impegno sui progetti esterni ha reso particolarmente onerosa la gestione dell'emergenza. La situazione è stata attentamente monitorata assieme ai vari partner e sono stati messi in opera piani di lavoro alternativi per riuscire a raggiungere gli obiettivi nonostante la difficile situazione. In diversi casi, è stata richiesta e ottenuta un'estensione alle attività in corso.

Tra i progetti attivi nel triennio conclusosi nel 2022, sono in particolare state ri-pianificate le attività dei progetti TDM, IFAIR, ISPIRIXEDDUS, PATH, EVOCATION, DeepHealth, EOSC-Life, IDEHA ed è stata riportata al 2022 la *Scientific School* sull'interoperabilità semantica inizialmente prevista per il 2021. Il progetto UE V-HDR-V ha invece dovuto essere cancellato a seguito della rinuncia, motivata dalle condizioni COVID-19, del ricercatore extra-comunitario in mobilità.

Disseminazione scientifica. Il personale del Settore pubblica regolarmente in riviste e atti di convegno e partecipa ogni anno a eventi e congressi internazionali presentando a colleghi ed esperti di dominio i risultati delle attività svolte. La partecipazione a questi eventi rappresenta un'opportunità per diffondere le conoscenze acquisite e confrontarsi con esperti a livello mondiale sui filoni di ricerca portati avanti. Nel corso del 2022, il Settore ha mantenuto lo stesso profilo di pubblicazione/partecipazione a convegni degli anni passati (anche se molti eventi sono stati cancellati o spostati in remoto a causa della pandemia), risultando uno dei più produttivi del centro (vedi report pubblicazioni). Nell'anno 2022, dopo i due premi vinti nel 2021 alle conferenze CGI e ICPR su tematiche di *deep learning* e *visual computing*, è stato anche vinto un *best paper award* a VCBM 2022 (sempre su tematiche *deep learning* e *visual computing*, in questo caso applicate alla *digital pathology*).

Servizi alla comunità scientifica. I ricercatori del Settore continuano ad essere parte attiva di organismi internazionali sia di aggregazione industriale e scientifica sia per la definizione di standard e *best practices*. In particolare, il Settore continua a collaborare strettamente con BBMRI-ERIC Common Service IT e con il nodo italiano dell'infrastruttura BBMRI-ERIC. Analogamente, le attività del Settore hanno portato il centro a far parte del nodo italiano di ELIXIR, dove il CRS4 è rappresentato da Luca Pireddu. Inoltre, il Settore rappresenta il CRS4 nell'associazione internazionale *Global Alliance for Genomic Healthcare* (GA4GH), partecipando alle attività del workstream *Clinical & Phenotypic Data Capture* e al Technical Alignment Sub Committee, di cui Francesca Frexia è rappresentante nell'ambito del Tech Alignment Sub-Committee (TASC). Inoltre, il gruppo fa parte del consorzio internazionale *Open Microscopy Environment* (OME), in particolare per quanto riguarda le tecnologie per l'analisi distribuita di immagini ad altissima risoluzione (ad esempio di microscopia digitale). Il Settore è anche attivamente coinvolto nello sviluppo di standard e *best practices* in campo biomedico: Alessandro Sulis è membro operativo di HL7 International. Alessandro Sulis e Francesca Frexia sono inoltre membri operativi del *consorzio Integrating the Healthcare Enterprise* (IHE), in particolare per quanto riguarda il Technical Committee del dominio di Laboratorio e Anatomia Patologica, e stanno guidando lo sviluppo di un nuovo profilo di integrazione dedicato al tracking dei campioni, andato in public comment nel corso del 2021. In questo quadro, Alessandro Sulis e Vittorio Meloni hanno supportato la comunità in uno degli eventi principali del ciclo di vita delle linee guida che sviluppa, intervenendo come monitor all'evento annuale IHE. Cecilia Mascia e Francesca Frexia stanno collaborando allo sviluppo dello standard ISO/WD TS 23494 (ISO TC 276 WG 5), per la creazione di un modello di *provenance* per campioni biologici e dati riguardanti applicazioni di ricerca. Nel 2022 è inoltre continuata la collaborazione con openEHR International. Inoltre, Luca Pireddu rappresenta il CRS4 in *Data, AI and Robotic* (DAIRO - ex Big Data Value Association (BDVA)), associazione Europea a prevalenza industriale che agisce come controparte alla Commissione Europea

nell'implementazione del Big Data Value PPP (Public Private Partnership). In aggiunta, il Settore rappresenta il CRS4 nella FIWARE Foundation – una fondazione dedicata al supporto della tecnologia aperta FIWARE per la gestione distribuita di device IoT. Infine, Enrico Gobbetti è membro dei comitati tecnici IEEE su *Human Perception and Multimedia Computing* e su *3D Rendering, Processing and Communications* e dello steering committee dello EG Working Group on *Graphics and Cultural Heritage* e Ruggero Pintus è membro del direttivo di Eurographics Italy. Il gruppo è anche molto attivo nella comunità scientifica nazionale e internazionale attraverso la partecipazione a comitati scientifici e editoriali, in particolare nel campo del *Visual Computing*.

Trasferimento tecnologico e formazione. Le attività di trasferimento tecnologico hanno visto il mantenimento di tecnologie software *open source* rilasciate dal Settore negli anni scorsi. Sono inoltre sempre operative le installazioni museali del sistema di Digital Mont'e Prama, che sono state oggetto di trasferimento tecnologico a soprintendenze e musei. Il progetto TDM, coordinato scientificamente dal Settore, si è concluso con successo a fine 2022 superando tutti gli indicatori previsti, producendo prototipi che sono stati resi disponibili per l'uso sul sito www.tdm-project.it ed effettuando sperimentazioni nell'area metropolitana di Cagliari. Il Settore, inoltre, ha supervisionato un borsista per un progetto formativo finanziato da Sardegna Ricerche. Sono inoltre in corso le attività del progetto UE ITN EVOCATION, un progetto Marie Curie nel campo del Visual Computing, valutato 97.2/100, risultando quinto su oltre 600 proposte nel settore engineering. Enrico Gobbetti coordina la rete congiuntamente con O. Staadt (U. Rostock), supervisionando il programma di ricerca e formazione per 14 studenti di dottorato. Il programma si concluderà nel 2023. Il progetto ha realizzato nel corso dell'anno due *pilot* su digitalizzazione e esplorazione visuale presso il Museo Archeologico e presso la Pinacoteca di Cagliari. Sempre presso la Pinacoteca, nel quadro dei progetti IDEHA e TDM, sono stati installati sensori ambientali e fatte sperimentazioni sul monitoraggio di ambienti interni. Nel corso del 2022 sono inoltre proseguite le attività di formazione sulla gestione FAIR dei metadati di studi clinici, previste nell'ambito del Programma I FAIR. Si è infine concluso a settembre 2022 il percorso di formazione del vincitore della borsa di studio finanziata da Sardegna Ricerche e intitolata "Metodi e tecnologie per la modellazione, la gestione e l'analisi di dati e immagini relativi a processi clinici e biotecnologia industriale". Nell'ambito della Scuola Scientifica InterHealth2022, finanziata su bando SR "Scientific School 2019/2020", sono stati inoltre formati sulle tematiche dell'interoperabilità semantica 27 partecipanti (studenti, ricercatori e professionisti nell'ambito dell'healthIT, nel settore pubblico e privato) provenienti da tutta Europa ed è stata data la possibilità a 10 uditori esterni di seguire la parte teorica delle lezioni.

Produzione di beni pubblici. Per quanto riguarda i beni culturali, nel corso del 2022 le installazioni permanenti del sistema Digital Mont'e Prama al Museo Archeologico di Cagliari e al Museo Civico di Cabras sono state mantenute attive. I sistemi sono stati finora utilizzati da decine di migliaia di visitatori e le tecnologie sviluppate hanno vinto importanti premi scientifici negli scorsi anni. La RAS sta inoltre mantenendo attivo il sito www.monteprema.it che include i modelli generati da CRS4. Sono state ulteriormente rimandate al 2023, a causa di restrizioni COVID-19 e di eventi meteo imprevisti che hanno impattato sui lavori di scavo, le attività relative alla scansione e ricostruzione 3D di una tomba fenicia. Nel quadro del progetto EVOCATION, in collaborazione col

Museo Archeologico e la Pinacoteca Nazionale di Cagliari sono stati svolti lavori di applicazione di risultati di ricerca in Visual Computing a beni archeologici e pittorici (in particolare, Stele di Nora e Retablo di S. Bernardino). Video dimostrativi sono disponibili al sito www.evocation.eu. In collaborazione con ISTI-CNR, UNISS, Museo Nivola e MakeInNuoro sono stati applicati risultati di ricerca alla digitalizzazione, riproduzione materica ed esplorazione virtuale dell'Olivetti Sandcast (ora a Harvard). Il lavoro è stato presentato nella mostra "Nivola a New York. Dallo Showroom Olivetti alla Città incredibile", dal 15 aprile a Orani (NU) ed è stata oggetto di una pubblicazione scientifica.

Impatto locale e *public engagement*. Il Settore ha portato avanti una serie di iniziative strategiche, delle quali le principali sono le seguenti:

- trasferimento tecnologico su modelli, metodologie e strumenti innovativi per la gestione e l'analisi di dati biomedici;
- formazione su metodologie FAIR;
- supervisione di dottorandi del progetto EVOCATION presso UNICA e di borsisti al CRS4;
- collaborazione con il Comune di Cagliari sull'utilizzo di metodologie visuali, big e open data nel contesto delle smart cities nell'ambito del progetto TDM, coordinato dal Settore;
- sviluppo di tecnologie *Open Data* nel contesto delle smart cities. Grazie a questa iniziativa la città di Cagliari è entrata a far parte dell'associazione Open Agile Smart City (OASC), dedicata all'*open innovation* in contesto cittadino;
- sviluppo di tecnologie *Open Data* nel contesto *Cultural Heritage*, attraverso le quali è stata messa a punto un'installazione per il monitoraggio delle condizioni climatiche della Pinacoteca Nazionale di Cagliari;
- gestione della sede di Cagliari-Pirri del CRS4 che, con delibera di giunta 57 del 26/05/2015, il Comune ha assegnato al CRS4 al fine di installare laboratori dedicati a Visual e Data-intensive Computing e svolgere attività di pubblico interesse. I laboratori sono attivi da luglio 2017, quando è stata formalizzata la nuova sede operativa. Come previsto dall'accordo, i laboratori, dotati di personale e apposite infrastrutture di calcolo e visualizzazione allo stato dell'arte, sono strutturati per svolgere in permanenza attività di ricerca e sviluppo sui temi dell'acquisizione, trattamento, distribuzione, analisi ed esplorazione visiva di grossi volumi di dati, anche nel quadro di collaborazioni internazionali e con altre istituzioni pubbliche e private. L'attività in presenza è stata ridotta a causa della pandemia COVID-19, ma si prevede possa riprendere col superamento dell'emergenza nel corso di questo piano triennale.

5.3 Le scelte programmatiche del prossimo triennio

Obiettivi strategici da conseguire nel Triennio 2023-2025

Attività di ricerca. Il Settore risulta fortissimamente esposto su progetti esterni, rendendo difficile la gestione, la pianificazione e lo svolgimento di attività esplorative. Nel corso del prossimo triennio, il Settore prevede di continuare le attività relative alla ricerca, sviluppo ed applicazione di soluzioni innovative e scalabili per acquisire, creare, trattare, distribuire ed esplorare insieme di

dati complessi e/o massivi provenienti da simulazioni o da misurazioni di fenomeni, oggetti, ambienti o processi reali. Come in passato, combineremo senza soluzione di continuità, ricerca di base, ricerca applicata e sviluppo sperimentale concentrandoci in particolare sui filoni del calcolo e analisi scalabili, *visual computing* e salute digitale. In particolare, confermiamo, come nel piano precedentemente approvato, che miriamo a intensificare: l'impegno nel comitato internazionale IHE per definire le *best practices* per i processi clinici; la creazione di strumenti innovativi per la *digital pathology*, in particolare attraverso l'avanzamento delle tecniche per l'analisi di immagini attraverso l'uso dell'intelligenza artificiale e l'utilizzo di metodi visuali per l'esplorazione; lo studio di modelli e metodologie innovativi e scalabili per la *provenance* e tracciabilità nelle biotecnologie; lo sviluppo di specifiche aperte openEHR per la modellazione dettagliata e strutturata di dati genomici. Si continuerà inoltre a lavorare sull'integrazione tra tecnologie per la gestione ed analisi integrata di bioimmagini e, in generale, di *data-intensive biology* con specifiche applicazioni nel contesto di grandi biobanche digitali e le problematiche legate all'elaborazione dei dati sensibili con infrastrutture condivise (*cloud*). Sempre in ambito particolarmente legato alla *data-intensive biology*, si continuerà a lavorare sulla condivisione e validazione di *workflow* per l'analisi di dati, portando avanti un più generale avanzamento dei principi di *Findability*, *Accessibility*, *Interoperability* e *Reusability* (FAIR) trasversale alle attività del Settore che riguardano insiemi di dati e procedure di analisi. Si prevede di lavorare per rendere le soluzioni ideate dal Settore in questo ambito fruibili attraverso la *European Open Science Cloud* (EOSC). Gli aspetti di *data-intensive biology* saranno ulteriormente sviluppati anche nel quadro dei grossi progetti del Piano Operativa Salute. Prevediamo inoltre, nel triennio, di sviluppare nuove tecniche per la misurazione rapida e accurata di ambienti interni attraverso device mobili e per la creazione automatica di modelli strutturati attraverso l'utilizzo di tecniche di *deep learning* e *data fusion* (soggetto d'interesse nei settori AEC-Architecture, Engineering and Construction e Security); l'acquisizione, la caratterizzazione e la visualizzazione di forme e materiali (interesse principale nel dominio industriale e dei beni culturali); l'esplorazione interattiva *multi-faceted* per l'analisi di dati complessi (soggetto trasversale a molti campi applicativi); e, più in generale, il *geometry processing* e la visualizzazione scalabile a grande scala, temi d'interesse per simulazioni ingegneristiche e scientifiche e per la biomedicina o nel campo dell'*urban computing* e del *cultural heritage computing*.

Progetti di ricerca. Alla data di redazione di questo rapporto, è previsto che il Settore sia coinvolto in 6 progetti internazionali, 3 progetti nazionali, 2 progetti regionali e 2 servizi di ricerca e sono in valutazione altre iniziative. Si prevede che possano essere svolti e portati a compimento i vari progetti in corso che coprono l'arco temporale del prossimo triennio e che hanno tutti piani di lavoro ben definiti e impegni stringenti con partner di progetto. Data la fortissima esposizione del Settore su questi progetti, cercheremo di coordinare al meglio queste attività per poter continuare a portare avanti il nostro solido piano di lavoro, sfruttando ove possibile le risorse sul progetto istituzionale XDATA per garantire attività di coordinamento, pianificazione e sperimentazione in prospettiva futura.

Disseminazione scientifica. Non sono previste variazioni nella strategia di disseminazione, ed è previsto che il personale del Settore continui a pubblicare regolarmente in riviste e atti di

convegno e partecipi a eventi e congressi internazionali presentando a colleghi ed esperti di dominio i risultati delle attività svolte.

Servizi alla comunità scientifica. Le partecipazioni ai comitati scientifici e agli organismi internazionali precedentemente elencati verranno mantenute anche nel periodo 2023-2025. Inoltre, si prevede per il 2023 l'avvio della nuova edizione del Programma I FAIR, che offrirà ai ricercatori operanti in Sardegna un supporto per la gestione dei metadati secondo i principi FAIR.

Trasferimento tecnologico. Le attività di trasferimento tecnologico verranno portate avanti mantenendo e facendo evolvere i progetti software attualmente rilasciati in *open source* (hl7apy, promort, cytest, pydoop, TDM edge gateway, TDM polystore, openlime). Prevediamo inoltre di mantenere e sviluppare la nostra presenza nel settore delle applicazioni per i beni culturali accompagnando le nostre ricerche con collaborazioni che continuino a portare, come in passato, a soluzioni aperte al pubblico.

Formazione. Il CRS4, assieme alla Università di Rostock, continua a coordinare la scuola di dottorato europea del progetto EVOCATION, che prevede la supervisione di 14 dottorati in varie università Europee. Di questi, sarà in corso 1 dottorato presso UNICA finanziato dal progetto EVOCATION (completamento previsto 2023). Analogamente agli anni precedenti, si cercherà, nei limiti del tempo disponibile, di ottenere finanziamenti per organizzare iniziative formative rivolte a studenti e professionisti potenzialmente interessati alle attività principali del Settore.

Impatto locale e *public engagement*. Oltre alle attività di ricerca e formazione menzionate sopra, nel prossimo triennio si prevede di mantenere attive le attività con l'Assessorato alla Sanità della RAS, con il Comune di Cagliari e con il Museo Archeologico e Pinacoteca. Prevediamo di continuare a mantenere pienamente operativa la sede di Cagliari presso l'ex Distilleria, in cui svolgere attività di ricerca in *Visual and Data-intensive Computing* con laboratori attrezzati e aumentare la diffusione delle conoscenze attraverso attività mirate di comunicazione e disseminazione. È previsto inoltre che restino attive le installazioni Mont'e Prama di Cagliari e Cabras.

Opportunità e Rapporti di collaborazione con enti pubblici e privati

Come precedentemente illustrato, il Settore partecipa a varie organizzazioni internazionali e a infrastrutture per la ricerca Europee. Inoltre, ha all'attivo diverse collaborazioni con enti pubblici e privati che nel corso del triennio 2023-2025 proseguirà a rafforzare, come già segnalato nei piani precedenti. Verrà infatti continuata l'attività svolta nelle organizzazioni internazionali di riferimento per standard e *best practices* nel campo delle biobanche, bioinformatica, della *digital pathology* e dei *Big e Open Data* (BBMRI-ERIC, ELIXIR, GA4GH, HL7, IHE, BDVA-DAIRO, FIWARE, OME, openEHR).

Per quanto riguarda i partner clinici, si prevede, ove possibile, di continuare le collaborazioni di ricerca collaudate da anni, come quelle con il CNR-IRGB, l'Azienda Ospedaliera Brotzu, l'Università di Torino, il Karolinska Institutet e l'Universitat Graz.

Le attività con partner industriali, dedicate a progetti di ricerca congiunti o trasferimento tecnologico, saranno portate avanti con partner consolidati, quali la multinazionale Inpeco, le

imprese sul territorio come Gexcel e Nextage e si continuerà a espandere il ventaglio delle collaborazioni.

Anche al livello degli Enti Pubblici non di ricerca, prevediamo di continuare la nostra collaborazione con MIBACT (in particolare Soprintendenza Archeologia della Sardegna e Polo Museale) sui temi collegati ai beni culturali. Sulla base delle nostre pluriennali esperienze e dei risultati pregressi, prevediamo inoltre di stringere rapporti di collaborazione con la Fondazione Mont'e Prama, in particolare per quanto riguarda specifiche iniziative di ricerca nel campo del visual computing e per lo studio, sviluppo e applicazione di tecnologie avanzate per la digitalizzazione e l'esplorazione di beni culturali.

Restano inoltre attive tutte le collaborazioni scientifiche, oltre che con l'Università di Cagliari e di Sassari, anche con CNR-ISTI e Università di Verona. UNICA e CNR-ISTI sono stati coinvolti, in particolare, anche nel progetto EVOCATION. Con l'Università di Verona abbiamo sottoscritto un accordo formale di collaborazione per supportare scambi di ricercatori e dottorandi e sono molto attive le collaborazioni nel settore dei beni culturali. Resta inoltre molto attiva la nostra collaborazione con l'associazione internazionale Eurographics.

Partecipazioni a programmi UE e ad Accordi internazionali

Il Settore ha una lunga storia di partecipazione a progetti internazionali e si prevede di continuare questo forte coinvolgimento anche nel triennio 2023-2025, come si evince anche dalla lista dei progetti attivi.

Dal 2017 il Settore ha inoltre un ruolo di rilievo nell'infrastruttura per la ricerca Europea BBMRI-ERIC, come anche interazioni dirette con altre infrastrutture per la ricerca Europee come ELIXIR e Euro-bioimaging – quest'ultima attraverso la sua partecipazione ad OME. Ci si aspetta che questa attività, assieme alla partecipazione a GA4GH, verranno ulteriormente rafforzate nel corso del prossimo triennio, attraverso progetti specifici. Tra questi possiamo già contare la partecipazione del CRS4 ai progetti europei EOSC-Life, EOSC-Future ed EJP-RD e BY-COVID.

Progetti di ricerca e sviluppo attivi

Alla data di redazione di questo piano (ottobre 2022) nel prossimo triennio saranno attivi i seguenti progetti, le cui schede monografiche sono descritte al capitolo 9. "Schede dei Progetti e Servizi di ricerca, sviluppo e innovazione":

- **Progetti istituzionali**
 - **XDATA** (2023-2025);
- **Progetti internazionali**
 - Qatar National Foundation **AIN2** (2023-2025);
 - UE HORIZON EUROPE **BY-COVID** (2021-2024);
 - UE HORIZON 2020 **EJP-RD** (2019-2023);
 - UE HORIZON 2020 **EOSC-Future** (2021-2023);
 - UE HORIZON 2020 **EOSC-Life** (2019-2023);
 - UE HORIZON 2020 **EVOCATION** (2018-2023).
- **Progetti nazionali**

- MUR – PNRR M4C2 Centri Nazionali **HPCCN** (2022-2025);
- Ministero Salute - POS Traiettorie 4 **H2HUB** (2023-2025);
- Ministero Salute - POS Traiettorie 3 **LIFEMAP** (2023-2025).
- **Progetti regionali**
 - Sardegna Ricerche - Potenziamento di programmi ex art. 9 L.R. 20/2015 anno 2020 **PAM** (2021-2023);
 - RAS SARC - 3.a.1.1 Interventi di sostegno alla Ricerca - **ToPMa** (2023-2025).
- **Servizi industriali**
 - **DP AIRC** (2021-2025);
 - **ISPIRIXEDDUS** (2019-2023).

6. INFRASTRUTTURE COMPUTAZIONALI E DI BIOSCIENZE & PROGETTI SMART

6.1 Obiettivi generali

Le attività del Settore hanno come obiettivi principali lo sviluppo di progetti di innovazione tecnologica, il supporto e la gestione delle infrastrutture computazionali e strumentali del CRS4, la gestione del laboratorio di *Next Generation Sequencing* - NGS, lo studio e la realizzazione di applicazioni per il *Quantum Computing* e la gestione delle infrastrutture e dei servizi interni.

Il Settore ha recentemente incorporato il laboratorio *Next Generation Sequencing* del CRS4 localizzato a Pula. Tale infrastruttura, gestita dal programma NGS, va ad aggiungersi alle risorse di calcolo e di data storage già gestite dal Settore. Entrambe le piattaforme tecnologiche rappresentano degli importanti asset del sistema della ricerca regionale. Come illustrato nella Tabella 4 al capitolo 1. Introduzione, i sequenziatori disponibili includono attualmente un Illumina HiSeq 3000 e un Illumina MiSeq ed è prevista l'acquisizione di un sequenziatore NovaSeq X di nuova generazione nel corso del prossimo anno (2023). L'aggiornamento delle piattaforme tecnologiche permetterà al CRS4 di aumentare la capacità di produzione dei dati, con possibilità di sequenziare l'intero genoma anziché l'esoma, di eseguire esperimenti di analisi del metiloma e di sequenziamento ad alta profondità del DNA libero circolante (cfDNA). L'incremento della capacità di indagine e di risoluzione a costi molto più contenuti rispetto alla situazione attuale permetterà al CRS4 di partecipare a progetti di R&S che fino a pochi anni fa avrebbero richiesto un impegno economico troppo elevato.

Le principali attività del Settore si focalizzano su:

- partecipazione a progetti di ricerca finalizzati allo studio di infrastrutture di ultima generazione, *Urban Computing* e reti ad alte prestazioni;
- progettazione e sviluppo di Sistemi di Supporto alle Decisioni (*Decision Support System* - DSS) in diversi campi di applicazione, in particolare in ambito urbanistico, industriale, ambientale, turistico e culturale;
- trasferimento tecnologico alle aziende del settore ICT;
- sviluppo di protocolli sperimentali per l'acquisizione di dati di sequenziamento genico e di tecnologie abilitanti per l'integrazione, la tracciabilità, l'interpretazione e l'analisi di dati biologici e biomedici eterogenei;
- ricerca e sviluppo di applicazioni quantum ibride per problemi di ottimizzazione, calcolo numerico e intelligenza artificiale. Tale obiettivo viene perseguito attraverso l'uso di Quantum Computer adiabatici e di architetture NISQ seguendo gli sviluppi di tale tecnologia a livello hardware e dei dispositivi di controllo dell'errore. L'attività riguarda lo sviluppo di sistemi che consentano di distribuire esecuzioni multiple su elaboratori quantistici distribuiti su scala geografica, di valutare le loro prestazioni e di valutare la qualità delle soluzioni ottenute per la scelta ottimale della tipologia di processore quantistico più adatto a un dato algoritmo. Inoltre, si intende impiegare le nuove tecnologie di *Quantum Communication* nello sviluppo di applicazioni atte a garantire un miglior livello di sicurezza di dati e transazioni. L'obiettivo comprende anche attività di formazione continua del personale in forza per acquisire competenze su queste tecnologie emergenti in rapida evoluzione;

- collaborazione con le forze dell'ordine e Vigili del Fuoco per la realizzazione di applicazioni per la gestione di situazioni di crisi. Attività di supporto negli interventi dei Vigili del Fuoco in crateri emergenziali e realizzazione di un sistema di gestione dei collegamenti in situazioni di crisi;
- gestione cluster HPC, reti e storage ad alte prestazioni; le risorse computazionali del centro includono cluster HPC convenzionali e ibridi (CPU+GPU) per una potenza di picco CPU di circa 800 Teraflop e GPU di circa 9 Petaflop e sistemi di storage distribuito con capacità dell'ordine di una decina di Petabyte (per le caratteristiche di dettaglio dei sistemi HPC attualmente in dotazione si veda la Tabella 2 del capitolo 1. Introduzione). L'infrastruttura, grazie allo sviluppo interno di alcune applicazioni, supporta l'adattamento dinamico a molteplici modelli di calcolo tramite meccanismi di riconfigurazione e *deployment* programmabili. Nel corso del 2023, sono previste delle acquisizioni di infrastrutture di calcolo e reti, così come descritto nella Tabella 4 del capitolo 1. Introduzione, e degli interventi di consolidamento delle infrastrutture elettriche (gruppo elettrogeno, chiller e impianto elettrico) con un conseguente miglioramento dell'affidabilità del sistema, nell'ottica di una graduale evoluzione del sistema computazionale e di storage verso un sistema ad alta affidabilità;
 - servizi IT: amministrazione sistemi IT, reti, servizi di posta, web, news ecc.
 - servizi agli utenti esterni: consulenze, formazione e attività legate alle aziende e enti pubblici; fornitura di servizi di calcolo e storage.

6.2 Stato di Attuazione delle attività relative all'anno precedente 2022

Servizi alla comunità scientifica. Il Settore è responsabile delle infrastrutture del centro, in particolare del calcolo ad alte prestazioni (HPC) e storage e del laboratorio NGS e in questa veste si occupa di installare, gestire e configurare tutti i sistemi presenti al CRS4. In modo particolare, siamo stati impegnati nell'erogazione dei servizi di calcolo ad alte prestazioni e servizi di sequenziamento alla comunità scientifica appartenente al CRS4, Università Sarde, CNR, enti di ricerca e strutture ospedaliere, nazionali e internazionali.

Potenziamento del centro di calcolo. Nel corso del 2022 sono state acquisite le infrastrutture di calcolo ad alte prestazioni e storage che ci consentiranno di servire la comunità scientifica e industriale (vedi Tabella 2).

Progetti di ricerca. Nel corso del 2022 il personale del Settore è stato impegnato su diversi fronti: la conclusione del progetto JOINT INNOVATION CENTER (JIC) in collaborazione con Huawei, la gestione delle infrastrutture per lo sviluppo di applicazioni sulle smart city, lo sviluppo del progetto LUNA ROSSA, lo sviluppo di un servizio di ricerca e sviluppo finalizzato alla ideazione, progettazione, prototipazione e sperimentazione di nuove soluzioni tecnologiche per la gestione della comunicazione idrica e per il governo dei flussi ittici (gara pre-commerciale LAGUNA di NORA) e la conclusione del progetto TDM che ha sviluppato nuove soluzioni intelligenti per aumentare l'attrattività cittadina, la gestione delle risorse e la sicurezza e qualità di vita dei cittadini, attraverso lo studio e sviluppo di tecnologie abilitanti e di soluzioni verticali innovative per la protezione dai rischi ambientali, l'efficienza energetica e la fruizione dei beni culturali.

Grazie all'esperienza acquisita nei diversi progetti, è stata sviluppata una piattaforma per la gestione delle informazioni in scenari emergenziali utilizzata durante l'esercitazione Bentu Estu, un'esercitazione dimostrativa congiunta a carattere regionale che ha visto la partecipazione delle Forze Armate – Esercito principalmente, con aliquote di Marina e Aeronautica –, delle Forze dell'Ordine – Arma dei Carabinieri, Polizia di Stato e Corpo della Guardia di Finanza –, del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco e del Corpo Militare Volontario della Croce Rossa Italiana, ausiliario delle Forze Armate e di alcune PMI. Infine, Il laboratorio NGS è stato coinvolto nel progetto PAM, "Piattaforma avanzata per Analisi Massive e Medicina Digitale", finanziato da Sardegna Ricerche, attraverso il Potenziamento di programmi di attività finanziati ex art. 9 della L.R. 20/2015. Inoltre, tra i progetti di ricerca collaborativa promossi da Sardegna Ricerca nel quadro del Programma Incentivo Ricerca SR4CoVid, svolti in collaborazione con le Università e gli Ospedali regionali, sono stati conclusi nel corso del 2022 i progetti CAR4COV (2020-2022) e VARIA4COV (2020-2022). Oltre a ciò, il laboratorio è stato impegnato in progetti intersettoriali quali PATH (PON 2007-2013) e FAIR (Progetto Regionale Complesso per la Biomedicina, POR FESR - Azione 1.2.2), in collaborazione con il Settore ViDiC e Sardegna Ricerche.

Impatto locale. Il CRS4, all'interno del progetto JIC, ha realizzato un'infrastruttura sperimentale dove sono state sviluppate nuove tecnologie per la connettività diffusa a scala metropolitana, funzionale allo sviluppo di modelli matematici volti a risolvere problematiche legate alle smart city, la sperimentazione di sensoristica diffusa per l'acquisizione di grandi moli di dati che saranno gestiti attraverso lo sviluppo di architetture per *OpenData* e *Bigdata*, la sperimentazione di sistemi per la sicurezza nelle city (*Safe City*) e lo studio dei sistemi e-LTE di nuova generazione. Questo progetto di ricerca, sviluppo e innovazione si colloca in un contesto più ampio che mira a fare della Sardegna una delle regioni preminenti nello sviluppo ed applicazione di tecnologie innovative per le smart city. Il programma NGS, nel corso del 2022, ha continuato la sua collaborazione con le due Università sarde, l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sardegna, AGRIS Sardegna, altri centri di ricerca di riferimento regionale quali il CNR-IRGB (Cagliari), e strutture sanitarie di eccellenza, quali l'Azienda Ospedaliera Brotzu (Cagliari), l'Ospedale Oncologico Businco (Cagliari), l'Ospedale Binaghi (Cagliari), l'Azienda Ospedaliera-Universitaria di Monserrato (Cagliari) ed alcune PMI sarde del settore biotecnologico e agroindustriale.

6.3 Le scelte programmatiche del prossimo triennio

Obiettivi strategici da conseguire nel Triennio 2023-2025

Gli obiettivi principali del triennio 2023-2025 includono:

- servizi IT: amministrazione sistemi, reti, posta, web, news ecc.;
- attività di ricerca sull'*Urban Computing* orientate allo studio per il miglioramento della connettività diffusa a scala metropolitana attraverso tecnologie di comunicazione a larga banda scalabili, standardizzate ed aperte che possano essere integrate facilmente con infrastrutture esistenti e fornire una solida base per evoluzioni future;
- realizzazione di servizi di ricerca e sviluppo finalizzati alla ideazione, progettazione, prototipazione e sperimentazione di nuove soluzioni tecnologiche con l'uso delle tecniche di *deep learning*.

- progressivo ammodernamento delle infrastrutture che devono rimanere allo stato dell'arte per consentire ai ricercatori di competere ad armi pari con il mondo scientifico ed il conseguente miglioramento dell'efficienza energetica del centro. In particolare, dopo le infrastrutture HPC appena consegnate attraverso una gara europea, sono previste le acquisizioni di sistemi per l'intelligenza artificiale e il *deep learning*.
- ricerca e sviluppo di applicazioni di computazione quantistica adiabatica su macchina fisica (Dwave) e digital annealer, e di applicazioni di *Quantum Computing* e *Quantum Machine Learning* sulle principali realizzazioni fisiche (superconduttori, ioni intrappolati, computer fotonici, atomi neutri) e simulatori. *Quantum Machine Learning* e *Quantum AI* (reti neurali e *reinforcement learning*) su processori fotonici per aerospazio, robotica e cybersecurity.
- sviluppo di nuovi casi d'uso, metodi e strumenti per la crittografia quantistica basata sulle reti metropolitane disponibili, sull'infrastruttura presente tra gli edifici del Parco scientifico e Tecnologico di Pula o via terra verso satellite o via satellite verso satellite; Laboratorio di *quantum sensing* e *Quantum Communication* in ambito smart cities;
- potenziamento dell'infrastruttura del CRS4 con dei nodi quantistici affiancati all'esistente infrastruttura di supercalcolo al fine di creare l'ambiente idoneo per l'esecuzione di algoritmi ibridi che sfruttano al contempo computazione tradizionale e quantistica per produrre un vantaggio computazionale quantistico su alcune classi di algoritmi.
- installazione di un Database per la gestione delle attività del laboratorio NGSC, delle pipeline di analisi bioinformatica e dei risultati ottenuti. La personalizzazione di uno strumento informatico *open-source* permetterà di gestire con maggiore sicurezza i processi produttivi e di integrare dati genetici con dati clinici depositati su diversi Database;
- riorganizzazione delle attività di gestione dei servizi di rete e computazionali nel quadro più generale del rafforzamento delle attività di supporto al territorio del CRS4;
- servizi di calcolo all'esterno: si prevede di continuare a servire la comunità scientifica isolana e fornire servizi a pagamento ad aziende/enti esterni. Questi servizi dipenderanno dalle acquisizioni previste dell'arco dei tre anni che permetteranno al centro di fornire servizi ai privati e al pubblico, nell'ottica di diventare la piattaforma di riferimento per il calcolo ad alte prestazioni di alcuni progetti di interesse della Regione Sardegna;
- servizi di sequenziamento per enti di ricerca e strutture ospedaliere, nazionali e internazionali. Il potenziamento del programma NGS con la strumentazione di sequenziamento di ultima generazione, la messa in opera di un *liquid handler*, per la standardizzazione dei protocolli di preparazione dei campioni e di pipeline di analisi consolidate e integrate al Database, saranno motivo di attrazione e di maggiore affidabilità per gli utilizzatori della facility NGS del CRS4;
- servizi di gestione infrastrutture di esterni, *disaster recovery* della protezione civile.

Opportunità e Rapporti di collaborazione con enti pubblici e privati

A livello internazionale, il Settore ha partecipato a diverse proposte per call europee che ci potrebbero portare diverse collaborazioni. Il personale del programma HPC gestisce il cluster di Calcolo ad Alte Prestazioni dello studio spagnolo di Caponnetto-Huber.

È stato attivato un contatto con la fondazione Womanium, organizzatore di eventi globali sul *quantum computing* per future iniziative congiunte. È stato inoltre avviato un discorso interlocutorio per l'organizzazione di una sede italiana per eventi formativi futuri con QWorld, che è un'organizzazione globale senza scopo di lucro il cui obiettivo principale è rendere popolari le tecnologie e i software quantistici ed effettuare formazione nei vari Paesi aderenti.

A livello nazionale, il programma Smart Projects è in contatto con Insiel, controllata della regione Friuli-Venezia Giulia per la personalizzazione della piattaforma UbiDP per la città di Trieste e sta sottoscrivendo un accordo di collaborazione con la società M3S per lo sviluppo di una piattaforma di supporto alle decisioni nei campi della logistica, industriale, delle smart cities e dei piccoli borghi.

Sempre a livello nazionale, in occasione della partecipazione al bando MUR dei Partenariati Estesì, sono stati presi dei contatti con alcune delle maggiori realtà nel territorio italiano in ambito *Quantum Computing e Communication* per redigere la proposta presentata dal partenariato QUIF. Per quanto riguarda il laboratorio NGS, al livello locale, si prevede di mantenere attive le collaborazioni con gli Ospedali, le Università di Cagliari e Sassari, CNR-IRGB, AGRIS e IZS Sardegna. Si prevede inoltre di continuare la nostra collaborazione con l'Istituto Clinico Humanitas - Milano, l'Ospedale Pediatrico Gaslini - Genova, l'OPBG - Roma, l'Ospedale San Raffaele (HSR) - Milano, sui temi dell'analisi e dell'integrazione di dati post sequenziamento NGS e con Ospedale Microcitemico, Centro Sclerosi Multipla Ospedale Binaghi e Ospedale Brotzu di Cagliari, sui temi di *data management* e integrazione di dataset biologici e analisi di dati genomici e con l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie nel campo della bioinformatica su larga scala applicata ai campi della microbiologia, virologia e veterinaria.

A livello regionale, siamo impegnati nell'erogazione di servizi di calcolo a diversi gruppi di ricerca dell'Università di Cagliari, dell'università di Sassari e del CNR. Prevediamo di mantenere i rapporti con il Comune di Cagliari sui temi dell'Urban Computing e delle infrastrutture. Ci occupiamo inoltre dei servizi di consulenza e formazione del Servizio Meteo-Climatico dell'Arpa Sardegna.

Trasferimento tecnologico. I risultati dell'attività del Settore potranno essere messi a disposizione della comunità scientifica, tecnica e professionale regionale attraverso partenariati per la realizzazione di progetti di ricerca, di trasferimento tecnologico e attività formative specializzate. Sarà come sempre favorito lo sviluppo di attività mirate in collaborazione con i principali centri di ricerca regionali. Continueranno le attività di sviluppo di strumenti *open source* per il trattamento di dati di sequenziamento NGS e per la gestione di grosse quantità di informazioni eterogenee di tipo clinico e biologico.

Formazione. Il ricercatore Rossano Atzeni, il prossimo anno completerà il percorso di dottorato in *Innovation Sciences and Technologies XXXVI* Ciclo nell'ambito della convenzione tra CRS4 e Università di Cagliari.

Progetti di ricerca e sviluppo attivi

Alla data di redazione di questo piano (ottobre 2022) nel prossimo triennio saranno attivi i seguenti progetti, le cui schede monografiche sono descritte al capitolo 9. "Schede dei Progetti e Servizi di ricerca, sviluppo e innovazione":

- **Progetti istituzionali**
 - **GENOOX** (2022-2024);
 - **HPC & QCC** (2023-2025);
 - **SPIR** (2022-2024).
- **Progetti internazionali: –;**
- **Progetti nazionali**
 - Ministero Salute - POS Traiettorie 4 **H2HUB** (2023-2025);
 - Ministero Salute - POS Traiettorie 3 **LIFEMAP** (2023-2025).
- **Progetti regionali**
 - RAS - L.R. 7/2007 ANNO 2020 **ARRDIA** (2020-2023);
 - RAS - POR FESR 2014-2020 Azione 2.3.1 **DATA CENTER INFR** (2019-2023);
 - RAS - POR FESR 2014-2020 **LUNA ROSSA** (2018-2023).
- **Servizi industriali**
 - **CAPONNETTO HUEBER** (2020-2023).

7. TECNOLOGIE DIGITALI PER L'AEROSPAZIO

7.1 Obiettivi generali

Il 2022 si è configurato per il Settore Tecnologie Digitali per l'Aerospazio (*Digital Technologies for Aerospace* – DTA) come un anno di transizione, con il completamento del filone di progetti avviati negli anni precedenti e l'avvio di nuove attività. Il bagaglio di know-how e di piattaforme applicative derivanti dalle iniziative passate, contestualizzato rispetto all'avvio di alcuni nuovi progetti, ha consentito un migliore inquadramento dei tematismi di interesse ed una maggiore focalizzazione degli obiettivi di breve e medio periodo.

Con i primi progetti afferenti al dominio aerospazio, si è evidenziata in modo deciso la coerenza degli obiettivi generali enunciati in sede di costituzione di DTA rispetto alle capacità di impegno e di crescita delle risorse umane assegnate al Settore.

Resta pertanto prioritario investire nel rafforzamento delle capacità nel *remote sensing* a partire dall'acquisizione e *processing* dei dati satellitari in banda ottica, multi-spettrali, iper-spettrali e SAR; l'acquisizione e *processing* dei dati da UAV; l'integrazione con le sorgenti di dati a terra, lo sviluppo delle componenti modellistiche e degli strumenti di rappresentazione.

Assume se vogliamo maggior rilievo l'impegno a procedere in direzione della strutturazione di un *framework* applicativo per la *earth observation* in ottica di servizio, con il consolidamento dei diversi flussi informativi (spaziali, aerei, di superficie), dell'infrastruttura modellistica e di interfacce applicative efficaci per il supporto alle decisioni. L'esperienza iniziale ha mostrato l'importanza di una strutturazione sistematica dei processi di gestione dei flussi informativi in ottica *Big Data*, lo sviluppo di metodologie di *data fusion* nei diversi range spettrali di interesse e lo studio di strategie di elaborazione di tipo operativo, laddove le esigenze di natura previsionale possano risultare rilevanti.

Rispetto alla vision precedentemente consolidata, in considerazione degli obiettivi di lungo periodo mirati allo sviluppo di sistemi autonomi e a guida remota, emerge in modo deciso l'esigenza di sviluppare le capacità di rappresentazione realistica degli scenari, sfruttando a fondo le competenze di AR/VR, con l'integrazione di *Digital Twin* e l'applicazione pervasiva di tecniche di *Artificial Intelligence*.

Il Settore DTA è strutturato in tre Programmi di ricerca e sviluppo:

- Sistemi Informativi Geografici. Le attività del programma sono orientate principalmente sugli aspetti applicativi dei sistemi informativi territoriali, con specifico focus sulla realizzazione di sistemi di supporto alle decisioni negli ambiti urbanistico, industriale, ambientale, sanitario, turistico e culturale.
- Tecnologie e Ambienti Intelligenti. Il programma ha sviluppato una serie di piattaforme tecnologiche attualmente alla base di tutte le attività sviluppate nel Settore. Con l'inserimento nel nuovo Settore DTA la mission del programma resta focalizzata sullo sviluppo delle tecnologie e sullo sviluppo di percorsi di sfruttamento delle stesse in collaborazione con il sistema delle imprese, al fine di favorire i processi di innovazione locale.
- Algoritmi, tecnologie e processi di interazione basati sul *gaming* (*Game-based Interaction and Technologies* – GamIT). Il programma mettendo a frutto il *know-how* in ambito AR/VR, si è progressivamente specializzato sugli aspetti di interazione uomo-macchina, della robotica e

dell'AI, che rappresentano una serie di competenze funzionali alle traiettorie di medio/lungo periodo del Settore.

7.2 Stato di Attuazione delle attività relative all'anno precedente 2022

Attività di ricerca e sviluppo. Come anticipato, il 2022 si è configurato come un anno di transizione, con gran parte dell'impegno dedicato al completamento del filone di progetti avviati negli anni precedenti. Le attività si sono pertanto concentrate principalmente sulla messa a punto dei dimostratori di fine progetto, con un focus specifico sullo sfruttamento delle caratteristiche di resilienza, portabilità e scalabilità della sottostante architettura a micro-servizi. Attraverso l'integrazione a livello di servizio con le applicazioni sviluppate dai partner di progetto è stato possibile verificare sul campo anche le caratteristiche di interoperabilità con sistemi distribuiti a scala geografica: interoperabilità con i sistemi di INFN e Space, interoperabilità con i sistemi di UniCA attraverso il *mediation layer* di Space.

Una delle basi di riferimento attorno alla quale è stato costruito il sistema dei dimostratori è la piattaforma *MapWall*, che ha fornito il *framework* per la rappresentazione geografica degli output delle singole applicazioni.

Lo sviluppo della App *Biking Karalis* ha consentito di mettere a sistema diverse delle tecnologie sviluppate negli anni precedenti per realizzare un servizio fruibile in produzione:

- Strumenti per il disegno di reti tematiche on-top della rete Openstreetmap, utilizzati da FIAB Cagliari per il disegno della rete ciclabile reale nella Città Metropolitana di Cagliari;
- Strumenti di navigazione della rete con calcolo del percorso ottimale Origine/Destinazione in funzione della modalità di trasporto, in particolare quella ciclabile;
- Segnalazione di punti di interesse dall'utente verso il sistema e condivisione push dal sistema verso gli altri utenti;
- Segnalazione di situazioni di pericolo dall'utente verso il sistema e condivisione push dal sistema verso gli altri utenti;
- Notifica su base volontaria (per il rispetto della normativa sul trattamento dei dati personali) dei percorsi eseguiti in ottica *Citizen Science*.

La App, disponibile pubblicamente su Google Play e Apple Store, è stata scaricata da circa un migliaio di utenti ed è stata utilizzata nell'ambito delle attività di sperimentazione del progetto CAGLIARI2020 in collaborazione con FIAB Cagliari, dove è stata registrata una percorrenza di oltre 4.000 Km di percorsi condivisi dagli utenti.

Restando nel campo della mobilità sostenibile è stata dimostrata la possibilità di analisi automatica dei flussi di traffico urbano con l'applicazione di tecniche di *Machine Learning* ai flussi video forniti dalla Città Metropolitana per alcune intersezioni cittadine: riconoscimento automatico degli oggetti della scena (pedone, motociclo, auto, furgone, mezzo pesante, bus etc.), il conteggio degli stessi e la rappresentazione su *heatmap* dei flussi misurati per ciascuna tipologia di oggetto. La rappresentazione su *heatmap* consente di verificare in modo puntuale i valori statistici per singolo pixel e apre la strada a nuove applicazioni, in particolare nel settore delle infrastrutture (e.g.

previsione usura piste aeroportuali).

Ci sono stati avanzamenti nella modellazione degli scenari urbani a micro-scala (Piazza Matteotti a Cagliari), con l'analisi dei parametri di rischio (probabilità di incidente in funzione dei flussi veicolari e pedonali), ed è stata realizzata una innovativa modellazione 3D, che sfrutta i flussi e le velocità generati dal modello di traffico, navigabile in modalità immersiva, che consente di rappresentare in modo dinamico e realistico il punto di vista del pedone o dell'automobilista all'interno dello scenario.

Nel Sistema di Monitoraggio Ambientale sono state verificate le problematiche di integrazione tra i dati sulla qualità dell'aria acquisiti dalle reti di monitoraggio a terra rispetto alle misurazioni satellitari. Nello specifico è stata verificata la correlazione tra il dato Sentinel-5 e il dato di riferimento delle centraline ARPAS. È stata inoltre effettuata una messa a punto del modello di dispersione delle emissioni veicolari, che riproduce con un buon livello di correlazione il dato di riferimento ARPAS sulle concentrazioni. Il modello, se correttamente alimentato con i dati veicolari e i dati meteo, può essere eseguito a livello operativo con tempi di esecuzione sulla scala metropolitana attualmente dell'ordine delle 10 ore, compatibili con le esigenze di un sistema di previsione.

In parallelo è stata impostata un'analisi sui dati MODIS per rilevamento termico e di vapore acqueo ai fini dello studio delle isole di calore sulla scala metropolitana.

Per le analisi in ambito agricolo si è fatto riferimento ai dati Sentinel-2 prendendo a riferimento le correlazioni di alcuni indici vegetazionali con i dati pedologici e bioclimatici ai fini della costruzione di un modello di *land suitability* per alcune delle colture di riferimento in ambito regionale (ulivo, vite, mandorlo e agrumi). I dati del satellite sono correlati anche con dei rilevamenti aerei di prossimità nel multispettrale e nel termico acquisiti con il drone, e con le misure a terra dello stato vegetativo eseguite con tecniche tradizionali dagli agronomi.

Si segnalano anche avanzamenti significativi nell'ambito della modellistica SWAT e APSIM, per lo studio della coltivazione in climi aridi e semi-aridi di alcune colture rilevanti per l'area mediterranea (orzo, sorgo, grano e pomodoro). Le simulazioni hanno interessato i bacini di Pula in Sardegna, di Paphos a Cipro e di Al-Karak in Giordania.

Un'altra applicazione pratica, in via di rilascio in produzione, è quella realizzata per AGRIS in merito alla gestione dei trattamenti fitosanitari in ambito forestale, con la realizzazione di strumenti per facilitare le azioni di inserimento, verifica e controllo che gli operatori svolgono in situ o in laboratorio, ai fini dell'identificazione delle aree critiche da sottoporre a trattamento e di strumenti che facilitano predisposizione dei piani di volo per gli elicotteri utilizzati nei trattamenti sul campo.

Nel corso dell'anno è stata sviluppata una discreta capacità operativa con la piattaforma UAV acquisita con i fondi del progetto SARDINIA LANDS. Si tratta di una piattaforma in grado di operare con un *payload* fino a circa 6 kg, attualmente equipaggiata con sensori ottico, multispettrale, termico e lidar. La piattaforma è stata dimensionata nell'ottica di poter montare nel prossimo futuro un georadar aviotrasportato, essenziale in alcuni tipi di rilievo di interesse per il dominio dei beni culturali.

È stata inoltre avviata una sistematizzazione in ottica Metaverso delle competenze disponibili in

materia di modellazione di scenari 3D, Realtà Virtuale e Aumentata e integrazione di Digital Twins rispetto all'attuale stato dell'arte.

Progetti di Ricerca. Nel corso del 2022 i gruppi di lavoro del Settore sono stati impegnati su diversi progetti di ricerca con finanziamenti esterni in ambito internazionale, nazionale e regionale. Per una descrizione dei singoli progetti si rimanda alle relative schede monografiche.

I risultati di progetto sono stati oggetto di convegni e seminari e di attenzione da parte dei media.

Per il progetto CAGLIARI2020 sono da segnalare la preparazione di un lavoro dal titolo *Tracking air quality trends related to COVID-19 lockdown and vehicle traffic dynamics at urban scale using satellite and in-situ data*, in corso di sottomissione nella rivista Science of The Total Environment in collaborazione con Università di Tor Vergata, INGV e Spacearth.

Una sintesi, dal titolo *Sentinel-5P and in-situ data for monitoring NO₂ trends related to COVID-19 advent at urban scale: the Cagliari metropolitan area test case* è stata presentata alla conferenza "Sentinel-5P Mission: 5 years anniversary" svoltasi a Taormina.

Ci sono all'attivo diversi passaggi sulla stampa locale in merito alla sperimentazione di *Biking Karalis* e siamo stati invitati a parlare delle attività di CAGLIARI2020 nella puntata n. 19 della trasmissione TV "Il Rotocalco" di Videolina, condotta dal giornalista Stefano Birocchi.

La campagna di comunicazione sui canali social in merito ai risultati del progetto ha riscosso un buon riscontro mediatico, con migliaia di contatti e visualizzazioni.

Le attività sui beni culturali sono state oggetto di comunicazione in occasione di diversi convegni e seminari. Da segnalare in particolare gli interventi di Laura Muscas al "Terzo Convegno Internazionale di Archeologia Aerea", a Lecce, con la nota "Monitoraggio multiscala con dati di Osservazione della Terra a supporto della conservazione di antichi edifici megalitici: applicazione ai nuraghi in Sardegna" in collaborazione con Planetek e nel webinar "La geomatica a supporto della ricerca storico-archeologica" con la presentazione dal titolo "Monitoraggio multiscala/multitemporale a supporto di studi sull'archeologia nuragica in Sardegna"

Laura Muscas ha inoltre partecipato con Raffaella Sanna all'Earth Technology Expo 2022 di Firenze.

Nell'ambito del progetto Nuragh-EO, finanziato su fondi OCRE, è da segnalare l'inclusione del progetto CRS4 tra le Success Stories dell'iniziativa: *Developing a new approach for the study of archaeological sites thanks to OCRE's Earth Observation vouchers*

<https://www.ocre-project.eu/success-story/developing-new-approach-study-archaeological-sites-thanks-ocre%E2%80%99s-earth-observation>

I risultati preliminari del progetto SARDINIA LANDS sono stati illustrati nella conferenza AIAM 2022 a Cagliari, con una presentazione dal titolo "La caratterizzazione della variabilità agroclimatica nella piattaforma integrata del progetto SARDINIA LANDS, uno strumento di supporto alla pianificazione del territorio rurale e alla coltivazione sostenibile di vite, olivo, agrumi e mandorlo" e alla conferenza SOI 2022 ad Alghero, con la presentazione "Analisi geo-spaziale dell'attitudine pedoclimatica per la coltivazione dell'olivo in Sardegna".

I risultati del progetto SUPREME sono stati oggetto di una comunicazione dal titolo "Application of

a multi-model approach to analyze agricultural practices and crop growth cycles in semi-arid/arid regions within the Mediterranean basin” alla conferenza SWAT 2022 a Praga. Sono da segnalare anche una serie di seminari tenuti da Pierluigi Cau nell'ambito delle attività conclusive del progetto ad Al-Karak in Giordania nel mese di luglio 2022:

- 25/7- *The Observation and Measurement Data Model;*
- 26/7 - *Model set up, Calibration and sensitivity Analysis;*
- 26/7 - *Creating a finite difference model from scratch;*
- 27/7 - *Model results and the web Applications.*

Interazione con il sistema locale. Nel corso del 2022 alcuni degli accordi sottoscritti nell'annualità precedente hanno prodotto i risultati attesi. Si segnalano in particolare quello con ITS-Città Metropolitana che ha consentito di sviluppare gli scenari di sperimentazione del progetto CAGLIARI2020 relativi alla sicurezza stradale e soprattutto quello con FIAB-Cagliari, che ha portato, sempre nell'ambito degli scenari di sperimentazione di CAGLIARI2020 alla sistematizzazione della ciclabilità metropolitana, con il disegno sopra OSM della rete di reale utilizzo per la ciclabilità, che è molto più estesa di quella ufficiale, e il testing sul campo con la App *Biking Karalis*, che continua ad essere utilizzata in modo sistematico da diversi utenti, anche successivamente alla conclusione delle attività di sperimentazione oggetto dell'accordo.

Il coinvolgimento nella realizzazione di 7 dei tirocini previsti nel Master in Tecnologie Aerospaziali ha consentito di supportare un'iniziativa potenzialmente di impatto per il territorio, avendo contribuito a fornire *skill* spendibili sul campo in merito ai servizi Copernicus CLMS (*Copernicus Land Monitoring Service*), C3S (*Copernicus Climate Change Service*) e CAMS (*Copernicus Atmosphere Monitoring Service*).

Attraverso le attività con l'Associazione La Sardegna verso L'UNESCO, finalizzate alla strutturazione del dossier di candidatura nella Tentative List, sono stati avviati percorsi di interazione oltre che con l'associazione in sé anche con gli altri partner dell'iniziativa: la Fondazione di Sardegna, la comunità degli archeologi, il gruppo di lavoro del DICAAR, il Crenos, e la fondazione Links che svolge il coordinamento ad alto livello. Rientrano nello stesso contesto anche i rapporti con alcuni dei 31 Comuni coinvolti nell'iniziativa, da cui scaturiscono ipotesi di collaborazione nel medio periodo.

Da segnalare l'avvio di una collaborazione con il Nucleo Ricerca Desertificazione dell'Università di Sassari, con il quale si è partecipato alla sottomissione di una proposta sul bando europeo PRIMA sul tema della gestione sostenibile dei suoli.

La collaborazione con il sistema delle imprese ha visto la continuazione di attività congiunte con Space SpA, con la quale si è arrivati alla sottomissione di una proposta a valere sul bando Accordi per l'innovazione finanziati dal MISE, mentre è rimasto un elevato livello di scambio con Almayva, nelle more di convergere su attività di interesse comune.

7.3 Le scelte programmatiche del prossimo triennio

Obiettivi strategici da conseguire nel Triennio 2023-2025

Rispetto agli obiettivi generali del Settore, nel triennio 2023-25 si prevede di andare a regime con le azioni di indirizzo definite in sede di nascita del Settore. Al completamento delle attività di progetto in scadenza nel 2022 è in corso un *assessment* dei risultati, ai fini di individuare quelli suscettibili di valorizzazione e di strutturazione a regime nelle piattaforme applicative mantenute nel Settore.

Nell'immediato è atteso il *design* di un'infrastruttura di sistema in grado di erogare i relativi servizi secondo standard di tipo *cloud*. Sebbene si ritenga infatti poco probabile che il CRS4 possa strutturarsi in ottica *service*, è opportuno ragionare in termini di una parte dei sistemi in grado di gestire i servizi in modalità *cloud* a livello di *staging*, in modo che le relative applicazioni possano essere facilmente migrate in produzione sulle diverse piattaforme AWS, Azure etc.

Questa scelta programmatica resta in linea con l'obiettivo già annunciato nel precedente piano triennale di strutturazione di una piattaforma per la *earth observation*, da portare fino al livello di piattaforma per l'erogazione di servizi verticali in alcuni dei settori applicativi di maggior interesse, quali p.es. *mapping* degli stati vegetativi ai fini della programmazione degli interventi in agricoltura e arboricoltura, movimento del suolo, qualità dell'aria e stato delle acque.

Nella nuova programmazione questo obiettivo si inquadra appieno con quanto previsto nel nuovo progetto istituzionale XDATA per il triennio 2023-25.

In continuità con i precedenti piani questa piattaforma implica lo sviluppo delle capacità anche a livello delle componenti strumentali, in particolare quelle avio-trasportate e a terra. Laddove per la parte a terra si dispone già di una piattaforma evoluta per l'IoT, in grado di interfacciare reti complesse ed eterogenee, nel medio periodo rimane l'obiettivo di sviluppare una piattaforma UxV multi-ruolo, in grado di portare payload "pesanti", sulla quale sviluppare le componenti avioniche e di comando e controllo in ottica BVLOS.

Rispetto alla precedente pianificazione è emersa la necessità di inserire nella filiera lo sviluppo delle competenze di modellazione degli scenari applicativi secondo standard ConOps, sfruttando il know-how disponibile su AR/VR e *digital twins* e i risultati acquisiti con la piattaforma Rossana.

Nel mondo digitale questo si traduce nello sviluppo di tecnologie di Metaverso applicate agli scenari di interesse per DTA. Questi obiettivi si inquadrano e si completano nel contesto di quanto previsto nel nuovo progetto istituzionale XDATA.

A tendere, mantiene una sua validità l'obiettivo di studiare la fattibilità per un sistema geostazionario stratosferico, con lo sviluppo, nell'ambito di progetti finanziati, di una serie di piattaforme sperimentali, in linea di principio *tehered* o a corto raggio, sulle quali testare il livello di competenze su avionica e sistemi di comando e controllo, fino al raggiungimento di un livello di know-how sufficiente a qualificarsi per qualcuna delle collaborazioni internazionali che stanno sviluppando questo tipo di piattaforme.

Opportunità e Rapporti di collaborazione con enti pubblici e privati

Le attività del Settore prevedono il consolidamento dei rapporti con i diversi soggetti con cui già esistono rapporti di collaborazione strutturati sui diversi progetti recentemente conclusi o tuttora in corso: Leonardo, SPACE, Entando, Sistematica/MLab, INFN, UniCA, UniSS, ITS-Città Metropolitana, Assessorati Regionali, AGRIS, Associazioni, Al maviva, Spacearth, Planetek e si prevede di strutturare in modo sempre più sistematico rapporti di collaborazione con i soci del

DASS oltre che estendere ulteriormente la rete di accordi commerciali e di sviluppo che si è iniziata a consolidare negli anni precedenti.

Partecipazioni a programmi UE e ad Accordi internazionali

Nel corso del triennio si prevede di partecipare in modo strutturato ai diversi programmi europei attinenti al dominio Aerospazio e di sviluppare accordi di cooperazione sia in ambito UE che extra UE. Attualmente sono in corso il progetto ORTOMANNU di cooperazione in ambito euromediterraneo nell'ambito dei fondi per la cooperazione della L.R. 19/96 e il progetto NuraghEO nell'ambito del programma OCRE (*Open Clouds for Research Environments*) per lo sviluppo dei servizi legati alla piattaforma Copernicus.

Progetti di ricerca e sviluppo attivi

Alla data di redazione di questo piano (ottobre 2022) nel prossimo triennio saranno attivi i seguenti progetti, le cui schede monografiche sono descritte al capitolo 9. "Schede dei Progetti e Servizi di ricerca, sviluppo e innovazione":

- **Progetti istituzionali**
 - AI (2023-2025);
 - XDATA (2023-2025).
- **Progetti internazionali**
 - OCRE - NuraghEO (2022-2023).
- **Progetti nazionali: –;**
- **Progetti regionali: –;**
- **Servizi industriali**
 - FITOAGRIS (2021-2023);
 - APS (2021-2023).

8. SERVIZI INTERNI ALLA R&S

Le attività di ricerca e sviluppo del CRS4 vengono supportate da diversi servizi interni quali il Settore amministrativo e gli Uffici in Staff all'Amministratore Unico: comunicazione ed informazione istituzionale, gestione dei siti web e dei servizi Intranet, ufficio stampa, valorizzazione dei risultati e sviluppo dei progetti.

8.1 Comunicazione ed Informazione Istituzionale

Gli obiettivi principali delle attività di comunicazione e informazione istituzionale del CRS4 sono il rafforzamento dell'identità del Centro, la diffusione dei risultati della ricerca e dell'innovazione tecnologica, la divulgazione scientifica, lo sviluppo e il mantenimento di relazioni efficaci e stabili verso l'esterno.

I destinatari della comunicazione sono: il pubblico generico, le scuole, le università, le imprese, i decisori pubblici, la comunità scientifica e tecnologica.

Le attività legate alla comunicazione comprendono:

- progettazione e sviluppo di strategie e materiali per la comunicazione visiva e multimediale;
- progettazione e sviluppo di piani e campagne di comunicazione e di informazione sulle attività del CRS4;
- progettazione e gestione di mostre, esposizioni ed eventi per la comunicazione delle attività del Centro;
- progettazione e gestione di attività divulgative e di diffusione di informazioni destinate al pubblico generico;
- progettazione e gestione della rassegna stampa interna "Accessibilità e Nuove Tecnologie";
- consulenza, supporto e test per progetti legati all'accessibilità universale, partecipazione a seminari e convegni in questo ambito e realizzazione di contenuti multimediali in qualità di autori e conduttori;
- organizzazione e gestione di visite istituzionali, eventi e conferenze;
- miglioramento della circolazione dell'informazione all'interno del Centro;
- monitoraggio della casella di posta elettronica info@crs4.it;
- predisposizione dei materiali di comunicazione per la intranet aziendale "Comunicazione";
- gestione della piattaforma di repository delle immagini.

Il programma Comunicazione provvede alla diffusione dell'immagine del CRS4 e delle attività scientifiche e tecnologiche, anche partecipando a eventi come saloni dell'innovazione, festival, ecc.

8.2 Gestione Siti Web e Sistemi Intranet

Il gruppo *Website and Intranet Services Management* si occupa di progettare, sviluppare e gestire il sito Web istituzionale del CRS4, i servizi di business intelligence destinati all'Amministrazione e i servizi Intranet rivolti a tutti i dipendenti del Centro.

Le attività comprendono:

- gestione del sito Web istituzionale www.crs4.it;
- progettazione e realizzazione dei contenuti testuali e grafici relativi al sito Web;
- progettazione e sviluppo di servizi *Web-based* a supporto del sito Web;
- progettazione campagne social e gestione profili CRS4 di Facebook, LinkedIn, Instagram, Twitter e YouTube;
- ideazione e produzione di contenuti multimediali destinati ai canali Social, incluso live streaming;
- gestione delle campagne di e-mail marketing e newsletter;
- progettazione e gestione servizi Intranet dedicati all'Amministrazione e in generale rivolti ai dipendenti;
- acquisizione e gestione del software dedicato al document management e al rilevamento delle presenze.

8.3 Ufficio Stampa

L'Ufficio stampa cura la comunicazione tra il CRS4, i cittadini, le imprese e le istituzioni, informandoli delle attività che svolge e delle ricadute sul territorio.

Trasmette i propri comunicati stampa e fornisce tutti i materiali disponibili sull'attività del Centro per consentire ai mass media (giornali, radio, tv e siti internet) di usufruire di informazioni complete e approfondite.

Le attività dell'ufficio stampa comprendono:

- organizzazione di conferenze stampa;
- comunicati stampa;
- articoli per i media;
- attività di comunicazione dedicate alla stampa (format tv/radiofonici e inserti di approfondimento);
- rassegna stampa e monitoraggio giornaliero dei media;
- gestione della partecipazione ad eventi e presentazioni sulle attività di ricerca;
- materiali per la sponsorizzazione sui media;
- gestione, raccolta e archiviazione contenuti stampa per la intranet aziendale "ufficio stampa".

8.4 Valorizzazione dei Risultati e Supporto allo Sviluppo di Progetti

Le attività di valorizzazione riguardano il supporto ai processi trasversali inerenti i rapporti del CRS4 con gli enti esterni pubblici e privati, lo sviluppo di nuovi progetti di ricerca, la formazione e sperimentazione di interesse comune, la valorizzazione dei risultati conseguiti e la tutela e il trasferimento tecnologico verso il tessuto produttivo.

Le principali attività di valorizzazione dei risultati della ricerca al CRS4 riguardano:

- lo sviluppo del sistema delle opportunità di finanziamento, attraverso il supporto interno alla partecipazione dei ricercatori a bandi competitivi e servizi finanziati da gare (*ufficio progetti*) per il finanziamento della ricerca scientifica e sviluppo sperimentale
- il supporto alla formazione e sviluppo delle risorse umane attraverso stage/tirocini universitari e alta formazione *on the job*;
- lo sviluppo e supporto delle reti di cooperazione e collaborazione scientifica col mondo accademico ed industriale; supporto all'organizzazione di eventi scientifici quali conferenze internazionali, collane di seminari e colloquia per la disseminazione dei risultati scientifici e per l'alta formazione tecnico-scientifica accreditata e non;
- il supporto alla gestione della proprietà intellettuale;
- il supporto all'inquadramento del CRS4 in termini di valutazione della qualità e produttività della ricerca scientifica e sviluppo tecnologico.

Gli obiettivi principali anche per il triennio 2023-2025 si confermano quelli di rafforzare e consolidare le attività di promozione e valorizzazione al livello europeo e le attività e iniziative di supporto al territorio nell'ambito del sistema regionale e nazionale della ricerca.

8.5 Settore Amministrazione

Il Settore coordina e svolge tutte le attività di gestione amministrativa, attraverso i seguenti uffici:

- Ufficio **Controllo di Gestione** si occupa della redazione del budget annuale e del piano pluriennale; pianificazione, monitoraggio e analisi reporting di controllo sull'aspetto economico/finanziario dei progetti e delle attività; collabora inoltre allo sviluppo e all'implementazione di sistemi informativi dedicati alle attività del controllo di gestione; rendicontazione e gestione amministrativa dei progetti comunitari, in collaborazione con l'ufficio *Finanza e Contabilità*;
- Ufficio **Finanza e Contabilità** gestisce la contabilità, il bilancio, la tesoreria operativa, le operazioni di acquisto, il patrimonio aziendale, i servizi generali. Si occupa, inoltre, della gestione amministrativa dei progetti finanziati dalla Regione, dal Ministero e da altri enti finanziatori e della rendicontazione, del monitoraggio e reporting degli stessi, anche in collaborazione con l'ufficio *Controllo di Gestione*;
- Ufficio **Legale** gestisce gli affari legali del Centro, analizzando gli accordi e i contratti e fornendo assistenza e supporto nel contenzioso;
- Ufficio **Risorse Umane** si occupa delle attività relative all'amministrazione e gestione del personale. In particolare, opera nell'ambito della gestione dei rapporti di lavoro dipendente ed autonomo in conformità alle norme vigenti in materia giuslavoristica, previdenziale e fiscale; della gestione dei rapporti con gli enti previdenziali ed assicurativi; del supporto amministrativo nella ricerca e selezione del personale, verificando il rispetto delle politiche del personale e dei limiti del budget aziendale; del supporto nelle relazioni sindacali; del supporto amministrativo nel processo annuale di valutazione del personale. Per la conduzione delle suddette attività, collabora inoltre allo sviluppo e all'implementazione di sistemi informativi dedicati alla gestione amministrativa delle risorse umane;
- Ufficio **Tecnico ed Acquisti** si occupa di approvvigionamento e gare, logistica, manutenzioni e sicurezza.

9. SCHEDE DEI PROGETTI E SERVIZI DI RICERCA, SVILUPPO E INNOVAZIONE

Nelle seguenti pagine sono riportate le **schede sintetiche** dei progetti previsti nel Triennio (2023-2025) alla data in cui il Piano viene redatto (ottobre 2022). I progetti elencati comprendono attività di ricerca scientifica, sviluppo tecnologico, alta formazione (interna, esterna), trasferimento tecnologico, disseminazione e divulgazione dei risultati della ricerca ed innovazione.

I progetti sono elencati in ordine alfabetico e suddivisi in 4 gruppi:

1. progetti istituzionali a valere sul contributo regionale annuale dedicato ex art 9 L.R. 20/2015,
2. progetti su contributi regionali aggiuntivi,
3. progetti finanziati da bandi competitivi internazionali, nazionali e regionali e
4. servizi di ricerca e sviluppo finanziati da commesse private e gare pubbliche.

9.1 Progetti Istituzionali a valere sul contributo regionale dedicato (ex art 9 L.R. 20/2015)

1. AI

Acronimo	AI
Titolo	Artificial Intelligence
Data inizio	01/01/2023
Durata (mesi)	36
Settore	• ICT – Società dell’Informazione • Tecnologie Digitali per l’Aerospazio
Ente finanziatore e riferimento	Sardegna Ricerche - Contributo RAS ex art. 9 L.R. 20/2015
Sommario e obiettivi	Il concetto di Intelligenza Artificiale (AI) sta assumendo un impatto sempre più pervasivo in tutti i settori ad alta intensità di tecnologia. Lo sviluppo di sistemi dotati di capacità autonome di apprendimento e con caratteristiche di autonomia “decisionale” nei principi di funzionamento, ispirate ai modelli di comportamento umani, riscontra ambiti di applicazione sempre più estesi, non solo in contesti industriali e di frontiera, ma anche in applicazioni di tipo consumer che coinvolgono larghi strati di popolazione. Grazie alla maturazione delle tecniche di intelligenza artificiale sono sempre di più le soluzioni sviluppate dal CRS4 che fanno leva su queste come strumento d’innovazione per una gamma sempre più ampia di ambiti applicativi. Ispirandosi al nuovo paradigma in ambito AI dove si promuove passare dal tradizionale approccio model-centric ad uno <i>data-centric</i>, in questo progetto si propone lo sviluppo di una piattaforma tecnologica dove la ingegnerizzazione e gestione dei dati sia l’asse intorno al quale si svolge lo sviluppo e miglioramento continuo di sistemi di automazione e di supporto decisionale basati su AI. Gli obiettivi del progetto puntano a innovare attraverso la ricerca e sviluppo sia sul fronte tecnologico che quello applicativo. Dal punto di vista tecnologico si propone di sviluppare strumenti e interfacce dedicate per far sì che ogni tipologia di utente (dagli esperti di dominio ai data

	scientist) possa contribuire continuamente alle diverse fasi del ciclo di produzione: dall'acquisizione, la raccolta e l'annotazione dei dati, alla trasformazione di queste in capacità e performance predittiva dei modelli, nonché all'archiviazione e/o condivisione dei dataset. Dal punto di vista applicativo il progetto punta a proporre soluzioni più efficaci a problemi di alto impatto in ambiti come la diagnostica medica, le applicazioni rivolte alle persone con disabilità sensoriali, l'agricoltura di precisione, lo studio e l'interpretazione del patrimonio culturale, turistico, di valorizzazione del territorio, le piattaforme online per la didattica, i sistemi autonomi e le interazioni sociali, i digital twins e il metaverso. Ambiti dove è particolarmente critica la disponibilità di dataset di qualità e dove la piattaforma tecnologica proposta può avere un impatto immediato.
Risultati in precedenza raggiunti	Le iniziative del progetto nascono dalle attività relative alla gestione di asset digitali e di utilizzo di tecniche di AI negli ambiti applicativi sopra descritti, portate avanti dal CRS4 negli anni precedenti attraverso i progetti del settore ICT–Società dell'Informazione, che includeva anche l'attuale Settore Tecnologie Digitali per l'Aerospazio.
Ricadute sul territorio	Consolidamento sul territorio di un settore di ricerca su tematiche trainanti a scala internazionale. Ideazione, studio e sperimentazione di nuovi metodi e tecnologie in settori caratterizzati da un elevato impatto economico e sociale. Collaborazioni con enti pubblici ed imprese. Diffusione di <i>best practices</i> . Distribuzione in <i>open source</i> dei risultati delle attività di ricerca e sviluppo, quando possibile. Trasferimento tecnologico ed alta formazione.
Attività previste nel 2023	Inizio attività progettuali. Svolgimento attività di: gestione progetto; ricerca, sviluppo e innovazione sulle tematiche principali previste nel piano; trasferimento tecnologico, disseminazione e comunicazione.

2. GENOOX

Acronimo	GENOOX
Titolo	Next Generation Omics Facility
Data inizio	01/01/2022
Durata (mesi)	36
Settore	Infrastrutture Computazionali e di Bioscienze & Progetti Smart
Ente finanziatore e riferimento	Sardegna Ricerche - Contributo RAS ex art. 9 L.R. 20/2015
Sommario e obiettivi	Attività istituzionali di gestione operativa, mantenimento e sviluppo della facility di <i>Next Generation Sequencing</i> . Le attività sono finalizzate principalmente allo sviluppo e al mantenimento, rafforzamento e specializzazione dell'infrastruttura integrata del CRS4 basata su tecnologie di sequenziamento e computazionali allo stato dell'arte.
Risultati in precedenza raggiunti	La facility e l'infrastruttura del CRS4 sono state mantenute operative.
Ricadute sul territorio	Condivisione di strumenti e competenze con il sistema delle imprese e con la comunità tecnico-scientifica e professionale.
Attività previste nel 2023	Gestione operativa, mantenimento e adeguamento strumentale della facility di sequenziamento massivo e della infrastruttura di integrazione e analisi dei dati di sequenziamento del CRS4. Sviluppo di nuovi protocolli sperimentali e di pipeline di analisi di dati. Sviluppo e fornitura di prodotti e servizi di ricerca per

	il sequenziamento e l'analisi dati; attività di supporto al loro trasferimento tecnologico.
--	---

3. HPC & QCC

Acronimo	HPC & QCC
Titolo	High Performance Computing & Quantum Computing and Communication
Data inizio	01/01/2023
Durata (mesi)	36
Settore	• HPC per Energia ed Ambiente • Infrastrutture Computazionali e di Bioscienze & Progetti Smart
Ente finanziatore e riferimento	Sardegna Ricerche - Contributo RAS ex art. 9 L.R. 20/2015
Sommario e obiettivi	HPC&QCC mette a sistema le competenze, le infrastrutture e i servizi del settore "Infrastrutture Computazionali e di Bioscienze, Progetti Smart" con i settori di ricerca del CRS4, in particolare il settore "HPC per Energia e Ambiente", che vanta collaborazioni, progetti regionali nazionali e internazionali e pubblicazioni sulle attività di propria competenza. Il progetto si propone di avanzare lo stato dell'arte nelle applicazioni di simulazione, HPC e QC e favorire la transizione tecnologica verso la computazione ibrida (HPC e Quantum Computing) e la comunicazione quantistica attraverso lo sviluppo di metodi e approcci innovativi per lo studio di sistemi e processi complessi, basati su metodi avanzati di analisi, tecniche di acquisizione dati, tecniche di apprendimento automatico e intelligenza artificiale. Il progetto mira a migliorare l'efficienza e la sostenibilità dei processi e dei sistemi complessi oggetto di studio rendendo possibile attraverso una sensibile riduzione dei tempi di calcolo una modellazione dei fenomeni fisici e dei processi più accurata, una riduzione dei costi di sperimentazione e una significativa riduzione dell'impatto ambientale dei sistemi di calcolo utilizzati.
Risultati in precedenza raggiunti	Il progetto inizia nel 2023.
Ricadute sul territorio	Il progetto consentirà sia di mantenere e potenziare una infrastruttura HPC, QC e Big Data all'avanguardia e di sviluppare sia tecnologie abilitanti per supportare lo sviluppo di processi, efficaci ed efficienti e sostenibili in diversi settori applicativi sia sviluppare metodi e applicazioni numeriche avanzati e strumenti software che integrino tecnologie emergenti quali la computazione quantistica e la comunicazione quantistica. È pensabile che il progetto possa favorire l'innovazione e il trasferimento di <i>best practices</i> nel sistema regionale.
Attività previste nel 2023	Avviamento del progetto, set-up della infrastruttura di ricerca, formazione specifica sul progetto e svolgimento delle attività pianificate per l'anno in corso

4. SPIR DC

Acronimo	SPIR DC
Titolo	Gestione delle infrastrutture di Calcolo e Storage

Data inizio	01/01/2023
Durata (mesi)	36
Settore	Infrastrutture Computazionali e di Bioscienze & Progetti Smart
Ente finanziatore e riferimento	Sardegna Ricerche - Contributo RAS ex art. 9 L.R. 20/2015
Sommario e obiettivi	L'obiettivo generale del progetto è lo sviluppo e mantenimento allo stato dell'arte dell'infrastruttura di calcolo e storage del CRS4 e il continuo aggiornamento del software a corredo di server e workstation per diminuire le possibilità di attacchi informatici.
Risultati in precedenza raggiunti	Supporto agli utenti interni ed esterni nel loro lavoro di sviluppo di modelli e applicazioni su diversi domini di ricerca.
Ricadute sul territorio	Il progetto ha l'obiettivo di assicurare la rispondenza delle prestazioni fornite ai bisogni dell'utenza del Centro, della comunità da esso servita all'interno del Parco Tecnologico Sardegna Ricerche e di eventuali utenti esterni.
Attività previste nel 2023	• Consolidamento della piattaforma di calcolo; • Servizi agli utenti HPC interni e esterni; • Progettazione e implementazione della sicurezza informatica del CRS4.

5. XDATA

Acronimo	XDATA
Titolo	Trattamento, analisi, esplorazione e condivisione di dati massivi e/o complessi
Data inizio	01/01/2023
Durata (mesi)	36
Settore	• Informatica Visuale e ad Alta Intensità di Dati • Tecnologie Digitali per l'Aerospazio
Ente finanziatore e riferimento	Sardegna Ricerche - Contributo RAS ex art. 9 L.R. 20/2015
Sommario e obiettivi	I continui progressi e la crescente pervasività dei metodi di simulazione e degli strumenti di acquisizione ed elaborazione dei dati ci permettono di misurare e caratterizzare oggetti, ambienti e processi naturali e artificiali in modo sempre più dettagliato e con tassi di generazione sempre più elevati. I campi della scienza, dell'ingegneria e della tecnologia sono sempre più definiti da approcci <i>data-driven</i> e necessitano di soluzioni scalabili che permettano di sfruttare al meglio le grandi masse di informazioni disponibili. Lo studio, lo sviluppo e l'applicazione di metodi e tecnologie per il trattamento, l'analisi, l'esplorazione e la condivisione di dati massivi e/o complessi sono, pertanto, al centro di tutti i piani strategici di ricerca, sia a scala Europea e Nazionale che di specializzazione intelligente regionale. Il CRS4 contribuisce in modo attivo a questo campo di ricerca ed ha ormai raggiunto un ruolo di punta nel panorama nazionale. Questo progetto mira a consolidare e potenziare le attività del centro in questo settore strategico ed è articolato in due filoni di attività: 1. Il primo filone, sfruttando sinergie con altri progetti e iniziative a scala nazionale ed internazionale nel campo del calcolo visuale e ad alta intensità di dati, mira a studiare e sviluppare metodi e tecnologie abilitanti scalabili, e ove possibile condivise e interoperabili, per acquisire,

	creare, trattare, distribuire ed esplorare insiemi di dati complessi e/o massivi provenienti da simulazioni o da misurazioni di fenomeni, oggetti, ambienti o processi reali. In particolare, introdurremo e integreremo: soluzioni di calcolo distribuito, automazione e apprendimento automatico per migliorare la scalabilità di tutti i processi; metodi adattivi e intelligenti di visual computing sia per l'elaborazione e comprensione del dato geometrico e visuale che per la sua presentazione; soluzioni di gestione e condivisione basate sulla modellazione di dati e processi mediante formalismi aperti, con un focus specifico sulla tracciabilità e riproducibilità di ogni fase del processo. Queste soluzioni generali saranno poi applicate in soluzioni verticali in settori applicativi che includeranno la medicina digitale, l'ambiente e i beni culturali. 2. Il secondo filone si focalizza invece sulla filiera del Remote Sensing, dove emerge la necessità di una strutturazione sistematica dei processi di gestione dei flussi informativi, siano essi derivanti da osservazione satellitare, da rilevamento aereo o da reti a terra, e la costituzione di una base informativa persistente di aggregazione delle serie storiche di interesse, funzionali all'alimentazione dei modelli nei domini di interesse e per la rappresentazione multi-scenario dell'output geografico. Lo sviluppo di metodologie di data fusion nei diversi range spettrali, in linea con le attività dei progetti in corso, richiede inoltre lo studio di metodologie di elaborazione di tipo operativo, specialmente dove le esigenze di real-time possano risultare rilevanti. I settori applicativi riguarderanno soprattutto le tematiche dell'accesso alle risorse e della sostenibilità ambientale. Sono incluse nel progetto attività specifiche di: ricerca, sviluppo e trasferimento tecnologico; studi pilota; mantenimento di infrastrutture dedicate alla ricerca e allo sviluppo; disseminazione scientifica; attività di standardizzazione e altre attività che mirano ad ottenere una maggiore integrazione con la comunità scientifica e con enti pubblici e privati.
Risultati in precedenza raggiunti	Il progetto inizia nel 2023.
Ricadute sul territorio	Consolidamento sul territorio di un settore di ricerca su tematiche trainanti a scala internazionale. Ideazione, studio e sperimentazione di nuovi metodi e tecnologie in settori caratterizzati da un elevato impatto economico e sociale. Collaborazioni con enti pubblici (RAS e agenzie regionali, ospedali, istituzioni nei beni culturali, fondazioni e altri enti locali) ed aziende. Diffusione di <i>best practices</i> . Distribuzione in open source dei risultati delle attività di ricerca e sviluppo, quando possibile. Trasferimento tecnologico ed alta formazione.
Attività previste nel 2023	Inizio attività progettuali. Svolgimento attività di: gestione progetto; ricerca, sviluppo e innovazione sulle tematiche principali previste nel piano; disseminazione e comunicazione.

9.2 Progetti su contributi regionali aggiuntivi

1. ARRDIA

Acronimo	ARRDIA
Titolo	Asbestos Related Respiratory Diseases in Industrial Areas
Data inizio	30/12/2020
Durata (mesi)	24 (+ proroga di 6 mesi sino a 30.06.2023)
Ente finanziatore e riferimento	L.R. n. 7 del 7 agosto 2007 annualità 2020
Settore	Infrastrutture Computazionali e di Bioscienze & Progetti Smart
Contributo (quota CRS4)	Euro 515.000
Altri Partner	U.O.C. Chirurgia Toracica AOBrotzu Cagliari; AIEA ODV – Mutuo Soccorso Asbesto; Policlinico Universitario Monserrato-Dipartimento della Medicina del Lavoro; SPRESAL Sardegna
Sommario e obiettivi	Il cancro del polmone e il mesotelioma pleurico sono tumori maligni strettamente legati ad esposizione ambientale/professionale, la cui incidenza è in continuo aumento. Nonostante i progressi della chemioterapia, radioterapia e gestione chirurgica, la sopravvivenza mediana rimane inferiore a 12 mesi. Per questo, la diagnosi precoce rappresenta uno degli approcci più promettenti nel ridurre il crescente carico di patologie tumorali garantendo una migliore efficienza del trattamento chemioterapico, ma risulta difficoltosa e dipende spesso dal prelievo invasivo del liquido o del tessuto pleurico. Attualmente, il metodo di screening più utilizzato per la sorveglianza dei soggetti a rischio per patologie neoplastiche pleuro-polmonari, come gli esposti ad inalazione di fibre di amianto, è la tomografia computerizzata (TC), che oltre ad avere costi elevati espone i pazienti a ripetute esposizioni a radiazioni e rileva la malignità generalmente nella sua fase avanzata. D'altro canto, la "biopsia liquida" è emersa recentemente come fonte sostanzialmente non invasiva per la caratterizzazione della eterogeneità tumorale. Ad essa si è affiancato un altro tipo di prelievo biologico, il respiro esalato condensato, sovrapponibile in termini di invasività ma con maggiori caratteristiche di organo specificità. Lo studio ARRDIA propone la ricerca biomolecolare di specifici biomarkers con elevata sensibilità e specificità, associata alle prestazioni comprese nella sorveglianza degli ex esposti e uniformate dai Servizi di Prevenzione e Sicurezza sul Lavoro (SPreSAL) della Azienda per la Tutela della Salute Sardegna (ATS) e dalla Associazione Italiana Esposti all'Amianto (AIEA). Tali biomarcatori (miRNAs, cfDNA/RNA, e ctDNA) verranno ricercati sui campioni di sangue e respiro esalato condensato, esami non invasivi e facilmente eseguibili e tutelati dalle indicazioni atte alla salvaguardia del lavoratore nell'ambito della pandemia COVID 19. Lo studio clinico prospettico, non interventistico, biologicamente arricchito, ARRDIA, è attualmente limitato alla Regione Sardegna (Italia), nella quale sono state selezionate cinque aree industriali con un maggiore inquinamento da amianto. I soggetti inclusi sono (1) pazienti con accertata esposizione all'amianto secondo i limiti di allarme dell'Organizzazione mondiale della sanità e (2) soggetti sani non esposti senza neoplasie o malattie croniche gravi, distribuiti a parità di dimensioni dei campioni (200 soggetti per gruppo). Sono inclusi inoltre tre gruppi aggiuntivi per la convalida dei biomarcatori interesse di

	ricerca: (3) mesotelioma pleurico (MM) (4) tumore del polmone (NSCLC) e (5) pazienti con nuova diagnosi di malattia polmonare interstiziale (ILD), in attesa di trattamento. Le dimensioni dei gruppi di convalida sono stimate in base all'incidenza di ciascuna patologia specifica. Nei gruppi 1 e 2 i campioni di plasma ed EBC vengono raccolti e processati per l'identificazione dei biomarkers con Next Generation Sequencing, ogni 6 mesi fino alla fine dello studio. Negli altri gruppi è obbligatoria la raccolta di un singolo campione per evitare possibili bias legati agli eventuali trattamenti medici in ragione della diagnosi (vedi figura timelapse). Alla verifica di tecniche riproducibili per estrazione e sequenziamento di miRNA potrà essere affiancata ricerca di ctDNA e oncogeni iper/ipometilati su biopsia liquida. Si intende inoltre vagliare la possibilità di screening della incidenza di mutazioni oncogene ovvero del pattern mutazionale su biopsia liquida. Le curve delle caratteristiche del ricevitore (ROC) verranno utilizzate per valutare il valore dei biomarcatori plasmatici e degli EBC nella diagnosi di asbestosi, MPM, NSCLC e ILD.
Risultati in precedenza raggiunti	Messa a punto e ottimizzazione dei protocolli per la purificazione degli acidi nucleici, la preparazione di librerie e il sequenziamento mediante Next Generation Sequencing. Valutazione di diverse pipeline bioinformatiche per la valutazione dei parametri di analisi più sensibili e appropriati. Analisi in duplicato, sia per miRNA estratti da esalato che da plasma, di una coorte di campioni estratti dai fluidi di 10 soggetti sani per la valutazione della riproducibilità e la validazione del workflow. Organizzazione del gruppo di lavoro e dei laboratori per la standardizzazione della metodica.
Ricadute sul territorio	Lo spike di industrializzazione della Regione Sardegna verificatosi negli anni '70, ha esteso il profilo ad elevato rischio, per patologie correlate ad esposizioni lavorative alla popolazione di vaste aree con propensione economica verso il settore secondario. Particolare attenzione è stata riservata all'incidenza di patologie storicamente legate all'esposizione all'amianto, specialmente a carico dell'apparato respiratorio. Sulla scia del nuovo Protocollo di Sorveglianza Sanitaria – Regione Sardegna (Giugno 2017), lo studio ARRDIA propone la ricerca biomolecolare di specifici biomarkers con elevata sensibilità e specificità, associata alle prestazioni comprese nella sorveglianza degli ex esposti e uniformate dai Servizi di Prevenzione e Sicurezza sul Lavoro (SPreSAL) della Azienda per la Tutela della Salute Sardegna (ATS) e dalla Associazione Italiana Esposti all'Amianto (AIEA).
Attività previste nel 2023	• Acquisizione delle infrastrutture di laboratorio; • Definizione e sviluppo di protocolli sperimentali NGS, e di metodi per la gestione complessa dei dati, l'analisi e l'interpretazione dei dati NGS; • Sviluppo di nuovi protocolli sperimentali e le loro applicazioni a studi di larga scala; • Processamento dei campioni arruolati per l'esecuzione del progetto (circa 1500).

2. CO2 U

Acronimo	CO2 U
Titolo	Trasformare la CO2 da problema a risorsa
Data inizio	01/04/2021
Durata (mesi)	24 mesi
Ente finanziatore e riferimento	Sardegna Ricerche - Contributo RAS ex art. 9 L.R. 20/2015 (Convenzione 2021-

	2022)
Settore	HPC per Energia e Ambiente
Contributo (quota CRS4)	Euro 190.000
Altri Partner	--
Sommario e obiettivi	Produzione di bio-metano da residui della filiera locale e fonti rinnovabili — Tramite l'utilizzo di tecnologie PtG è possibile utilizzare come elemento di base l'anidride carbonica catturata che altrimenti verrebbe emessa nell'atmosfera (avoided CO₂). Riciclando la CO₂ nel processo di trasformazione, è quindi possibile ridurre le emissioni antropogeniche di CO₂ nell'atmosfera (CCU Carbon Capture and Utilization): in questo modo la CO₂ si trasforma da un problema ad una risorsa. Nel contesto citato, i combustibili di sintesi tra i quali il metano (CH₄) potrebbero essere utilizzati come stoccaggio chimico per l'eccedenza di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, questi carburanti sostenibili potrebbero quindi sostituire i combustibili fossili e loro derivati. Negli ultimi anni sono emerse una serie di tecnologie innovative per la produzione di combustibili sintetici sostenibili e attualmente alcuni progetti in Europa e in giro per il mondo sono a diversi livelli di maturità industriale. Neutralizzazione di CO₂ e di rifiuti a elevato impatto ambientale con produzione di carbonato di calcio a elevata purezza — L'obiettivo di questo progetto è lo sviluppo di un processo per la cattura di CO₂ e la sua successiva conversione in prodotti utili e di valore commerciale (CaCO₃ ad elevata purezza), usando prodotti di basso costo (CaCl₂, scarto industriale) e rifiuti di processi chimici, nocivi per l'ambiente e di grande impatto sul territorio. La CO₂ che verrà valorizzata potrà provenire sia dal trattamento dei gas di scarico di centrali termoelettriche alimentate da combustibili fossili, limitandone quindi l'emissione in atmosfera, sia da processi di purificazione del biogas prodotto dalla digestione anaerobica di biomasse residuali del settore agro-alimentare.
Risultati in precedenza raggiunti	Le attività sono state indirizzate a stabilire i contatti, definire il partenariato e le attività di ricerca per un progetto che ha l'obiettivo di sviluppare un processo per la cattura di CO₂, la sua successiva conversione in prodotti utili e di valore commerciale (CaCO₃ ad elevata purezza), a partire rifiuti di processi chimici, nocivi per l'ambiente e di grande impatto sul territorio. È stato definito un'attività di ricerca sperimentale e siglato un accordo di collaborazione tra il CRS4, Ecotec, Sotacarbo e il CNR-ICCOM di Firenze. Sono state stabilite quindi delle collaborazioni sia con il mondo della ricerca industriale del territorio sia con il mondo accademico/scientifico. Al gruppo di lavoro originario si sono uniti partner di assoluto livello europeo: ATMONIA: è una società spin-off dell'Università dell'Islanda, pioniere nel campo della sintesi elettrochimica dell'ammoniaca da azoto atmosferico riconosciuta a livello mondiale nella R&D nel settore delle reazioni di riduzione dell'azoto; Vinci Technologies una PMI francese con oltre 50 anni di esperienza nella progettazione e costruzione di prototipi e scala di laboratorio istituiti per supportare le attività di ricerca e innovazione già partner di Sotacarbo per la realizzazione di impianti pilota
Ricadute sul territorio	La finalità del progetto è di investigare, sperimentare ed eventualmente realizzare e/o brevettare un processo con forti possibilità di ricadute sul territorio Regionale ed in particolare del Sulcis-Iglesiente
Attività previste nel 2023	Le attività di ricerca proseguono sullo sviluppo di nuovi processi e tecnologie legati alla produzione ed utilizzo dell'idrogeno verde ed alla cattura e l'utilizzo dell'anidride carbonica, nell'ambito del paradigma CCU (<i>Carbon Capture and Utilization</i>) con la finalità di attrarre collaborazioni industriali e la partecipazione a progetti di ricerca regionali, nazionali ed europei.

3. DATA CENTER INFR

Acronimo	DATA CENTER INFR
Titolo	Infrastrutture IT e impianti tecnologici DATA CENTER
Inizio	17/01/2019
Durata (mesi)	48
Ente Finanziatore	RAS - POR FESR 2014-2020 Azione 2.3.1. Deliberazione RAS 28/20 del 05/06/2018
Settore	Infrastrutture Computazionali e di Bioscienze & Progetti Smart
Contributo (quota CRS4)	Euro 5.000.000
Altri partner	--
Sommario e obiettivi	L'obiettivo del progetto di adeguamento e consolidamento delle risorse di calcolo del CRS4 è fornire le necessarie infrastrutture tecnologiche ICT per consentire al centro di svolgere e implementare le attività di ricerca e innovazione, alla luce dell'impegno della Regione di supportare l'innovazione nelle aziende e lo sviluppo delle aziende High-Tech presenti nel territorio regionale oltre che mettere a disposizione la conoscenza e le risorse ICT per stimolare, nell'ambito della S3 ed in modo integrato con l'azione 1.3.2, la realizzazione e la sperimentazione di soluzioni tecnologiche per risolvere problematiche di tipo sociale (living lab, laboratori FabLab). Le risorse HW e SW, oltre al normale lavoro del CRS4, saranno a disposizione dei progetti strategici di interesse della Regione Sardegna in particolare, ad esempio, con le iniziative emerse dalla programmazione territoriale per l'innalzamento della cultura digitale. Il progetto di consolidamento delle risorse prevede l'acquisizione di un'infrastruttura computazionale, e di spazio disco, software e sistemi dedicati ad alcuni progetti specifici che si integreranno funzionalmente con gli apparati attualmente esistenti del CRS4 quali ad esempio il Joint Innovation Center per costituire una unica identità logica virtualizzata secondo gli standard AGID.
Risultati in precedenza raggiunti	Le infrastrutture di calcolo, storage e rete, oggetto della recente gara europea sono state consegnate, collaudate nella quasi totalità e messe a disposizione dei ricercatori del CRS4 e della comunità scientifica. Per far fronte alle necessità del DataCenter si è provveduto ad installare il nuovo Chiller che è stato affiancato ad un Chiller di backup. Sono stati inoltre acquisiti e messi in funzione nuovi sistemi di sicurezza mentre la progettazione degli impianti elettrici e dell'acquisizione degli UPS è in fase avanzata.
Ricadute sul territorio	L'intervento sarà in particolare diretto a potenziare le infrastrutture tecnologiche destinate alla creazione, sperimentazione e alla condivisione della conoscenza e della innovazione nel campo delle tecnologie abilitanti digitali, tra le quali ad esempio, cloud, big data, open data, data analytics, cyber physical system, Internet delle cose, ecc. citate nell' Area di Specializzazione ICT della S3 e le altre tecnologie emergenti, con lo stretto coinvolgimento del sistema regionale della ricerca, in modo da valorizzare al massimo le infrastrutture abilitanti di natura regionale. Il potenziamento delle risorse previsto nel progetto consentirà al CRS4 ed al Parco Scientifico e Tecnologico di rimanere tra i primi centri di calcolo nazionali e, oltre a consentire la partecipazione a progetti di livello internazionale, potrà essere di richiamo per eventuali nuove aziende e di aiuto a quelle già esistenti. Le risorse di calcolo vengono impiegate per le collaborazioni su progetti di ricerca con enti nazionali ed internazionali. Alcuni settori di ricerca del CRS4 hanno usufruito della piattaforma, in particolare la meteorologia, la bioinformatica, la geofisica, la fluidodinamica, la chimica e la

	bioinformatica
Attività previste nel 2023	• Mantenimento allo stato dell'arte di tutta l'infrastruttura del DataCenter; • Fasi finali della progettazione, acquisizione e messa in esercizio degli impianti elettrici (quadri elettrici e UPS); • Acquisizione nuove infrastrutture di calcolo per l'intelligenza Artificiale e il trattamento di grandi molidi di dati.

4. LUNA ROSSA

Acronimo	Luna Rossa
Titolo	Luna Rossa
Data inizio	12/10/2018
Durata (mesi)	44 (+ proroga)
Ente finanziatore e riferimento	Fondo per lo Sviluppo e la Coesione 2014-2020
Settore	Infrastrutture Computazionali e di Bioscienze & Progetti Smart
Contributo (quota CRS4)	Euro 2.500.000
Altri partner	Luna Rossa Challenge
Sommario ed obiettivi	Luna Rossa ha lanciato la sfida alla XXXVI America's Cup che si terrà tra gennaio e marzo 2021 e, in vista degli allenamenti, delle partecipazioni alle regate preliminari e del proprio obiettivo finale (ossia vincere la XXXVI America's Cup) dovrà svolgere attività di studio, test e ricerca nel settore della fluidodinamica computazionale avanzata, nella progettazione dello scafo della nuova barca e sperimentare connettività a larga banda per acquisire i dati necessari a ottimizzare le mansioni del team dell'equipaggio. Luna Rossa ha l'esigenza di collaborare con un centro di ricerca specializzato nella ricerca scientifica e nel Calcolo ad Alte Prestazioni che sia allo stato dell'arte sia per l'infrastruttura informatica che per le competenze scientifiche. Il progetto di una imbarcazione Classe AC75 e il suo utilizzo richiedono una molteplicità di strumenti di calcolo per diversi campi della fisica e della matematica, integrati in maniera tale da poter predire nella maniera più accurata possibile tutte le possibili interazioni di forze agenti sulla barca in navigazione. Il progetto mira a integrare le diverse linee di ricerca che necessitano della collaborazione tra Luna Rossa e CRS4, in particolare: • Idrodinamica e aerodinamica generale • Idro e aerodinamica delle carene, appendici e vele • Analisi complementari, sea-keeping, cavitazione, ventilazione, laminarità, slamming, FSI, flutter • Ottimizzazione • Sperimentazione di tecnologie per il miglioramento della connettività. Le attività di ricerca elencate saranno eseguite quasi totalmente facendo uso di modelli matematici e simulazioni: sarà necessaria quindi l'acquisizione di nuove risorse di calcolo ad alte prestazioni (HPC) che verranno messe a disposizione dal CRS4 e che permetteranno di produrre dati su cui effettuare visualizzazioni del flusso, del campo di pressioni e vortici, di eseguire rendering e animazioni che si potranno integrare con eventuali studi nel laboratorio di visualizzazione scientifica del CRS4. Il collegamento tra i gruppi operanti nelle due realtà coinvolte, attraverso la sperimentazione con le reti a larga banda, potrà consentire in tempo reale il calcolo ad alte prestazioni nelle strutture del CRS4 (con conseguente beneficio anche per il CRS4 per l'accrescimento delle proprie conoscenze in materia di CFD), potrà permettere ai designer e ai ricercatori di intervenire durante gli allenamenti ed essere in generale di supporto a Luna Rossa nella progettazione dell'imbarcazione.

Risultati in precedenza raggiunti	Sono state acquisite le infrastrutture di Calcolo ad alte prestazioni e lo storage necessario al progetto che hanno permesso un miglioramento del 50% delle prestazioni e la possibilità di eseguire più job simultaneamente. Sono stati testati i sistemi LTE per la connessione della barca in mare. Ciò ha permesso le comunicazioni non solo tra i natanti in mare, ma è stato reso possibile anche il collegamento direttamente dalla base a terra. Sono stati sviluppate e ottimizzate le Carene, le appendici e le vele. Sono stati eseguiti tutte le analisi di Sea-keeping, cavitazione, ventilazione, laminarità, slamming, FSI, flutter. Sono state ottimizzate l'idrodinamica e l'aerodinamica generale della barca di regata. Sono stati testati i sistemi durante il periodo di allenamento per la Prada Cup 2021 che ha permesso a Luna Rossa di sfidare i padroni di casa per la America's Cup 2021, svoltasi nelle acque del Golfo di Hauraki, di fronte alla città neozelandese di Auckland, dal 10 al 17 marzo 2021. La competizione è stata assegnata con la formula del match race al meglio delle tredici regate tra Te Rehutai del Defender di Emirates Team New Zealand e Luna Rossa del Challenger di Luna Rossa Prada Pirelli. I sistemi sono stati indispensabili per il collegamento della barca durante gli allenamenti ma, per via delle regole che non permettono le comunicazioni tra la barca di regata e il team, non sono state usate durante lo svolgimento delle gare.
Ricadute sul territorio	È finalità del CRS4 la diffusione del proprio know-how sugli ambiti del calcolo ad alte prestazioni, delle tecnologie e applicazioni avanzate, adattandole al contesto nautico competitivo offerto dal progetto; è obiettivo di Luna Rossa sperimentare al fine di un miglioramento delle proprie performance. La cooperazione tra i due soggetti coinvolti sarà intensa e sostanziale, si condivideranno gli sforzi intellettuali e organizzativi orientati alle esigenze di Luna Rossa. Nello specifico, le attività svolte nel progetto costituiranno per il personale delle due società coinvolte un accrescimento sia culturale che didattico delle reciproche conoscenze e la proficua collaborazione tra le realtà coinvolte permetterà di avvicinare le tecnologie emergenti alle esigenze della nautica: ne gioveranno il mondo della ricerca e delle competizioni nautiche e, contestualmente, le ricadute economiche, turistiche e sociali in Sardegna, sotto l'impulso della stessa Regione.
Attività previste nel 2023	Supporto al team nel loro lavoro di preparazione alla coppa America che si svolgerà nel 2024, sperimentazione in acqua delle diverse tecnologie sviluppate dal settore che consentiranno alla barca di comunicare tutti i dati, in tempo reale, alla base. In particolare, sarà messa a disposizione del Team velico un'infrastruttura radio 5G, con stazione radiante posto su una gru a circa 40 metri di altezza, dotato di antenne atte a realizzare la copertura del campo di regata indicato dal Team nelle fasi di allenamento, che si svolge prevalentemente nel tratto di mare compreso tra la zona della raffineria SARAS e la costa di Capoterra. Lo scopo è quello di fornire in modalità near/real-time la copertura radio ottimale alla raccolta di tutte le informazioni provenienti dallo scafo da competizione, da altre imbarcazioni di supporto e di eventuali droni impiegati, direttamente agli specialisti presenti nella base a terra. La frequenza impiegata è nella banda N78 (3500 MHz). Saranno valutati tutti i possibili impatti dovuti alle emissioni RF nella banda in questione, in collaborazione con tutti gli Enti preposti alla gestione dei tratti di mare e porzione aerea. Studio e definizione dei risultati raggiunti.

5. PAM

Acronimo	PAM
Titolo	Piattaforma avanzata per Analisi massive e Medicina digitale

Data inizio	01/04/2021
Durata (mesi)	24
Ente finanziatore e riferimento	Sardegna Ricerche - Potenziamento di programmi di attività finanziati ex art. 9 della L.R. 20/2015 - annualità 2019
Settore	• Informatica Visuale e ad Alta Intensità di Dati • Infrastrutture computazionali e di Bioscienze & Progetti smart • HPC per Energia e Ambiente
Contributo (quota CRS4)	Euro 600.000
Altri Partner	--
Sommario e obiettivi	In questo progetto proponiamo un approccio integrato che combina ed estende diverse soluzioni allo stato dell'arte. In particolare, potenzieremo un laboratorio di sequenziamento massivo all'avanguardia attraverso nuove strumentazioni, nuovi protocolli e nuove pipeline, sia in risposta ai bisogni dettati dalle situazioni di emergenza sanitaria correnti, sia per migliorare in prospettiva futura la capacità produttiva, la velocità di risposta, ed i costi di esercizio. Consolideremo e svilupperemo, inoltre, tecnologie integrate, scalabili e interoperabili per la medicina digitale in grado di supportare processi diagnostici e/o sperimentali complessi, integrando dati eterogenei provenienti da diverse sorgenti (e.g., database clinici, pipeline di analisi genomica, sistemi di biologia molecolare), secondo i principali standard internazionali e linee guida del settore. Infine, potenzieremo ed integreremo nel processo di analisi una soluzione all'avanguardia di <i>digital pathology</i>, per migliorare la capacità di studio e/o diagnostica, anche sulla base delle banche dati di immagini messe a disposizione dalla comunità medico-scientifica internazionale, quali quelle in via di consolidamento per COVID-19
Risultati in precedenza raggiunti	Il progetto è iniziato nel 2021 con le prime attività di consolidamento delle infrastrutture e la pianificazione delle attività di ricerca e sviluppo. È poi proseguito nel 2022 con le attività di ricerca previste, che hanno portato in particolare a lavori pubblicati nel campo della <i>provenance</i> e <i>digital pathology</i> . Uno di questi lavori ha vinto il best paper award alla conferenza internazionale BCVM 2022.
Ricadute sul territorio	Il progetto consentirà sia di potenziare un laboratorio di sequenziamento massivo all'avanguardia sia di consolidare e sviluppare tecnologie integrate per la medicina digitale e potrà pertanto favorire l'innovazione e il trasferimento di <i>best practices</i> nel sistema della sanità regionale.
Attività previste nel 2023	Completamento delle attività previste.

6. RIAL-EU

Acronimo	RIAL-EU
Titolo	Remote Intelligent Access to Learning Experiments (continuità)
Data inizio	02/01/2023
Durata (mesi)	36
Ente finanziatore e riferimento	RAS – Ass.to Pubblica Istruzione Fondi PAC
Settore	ICT – Società dell'Informazione
Contributo (quota CRS4)	<i>da definire</i>
Altri partner	SARDEGNA RICERCHE e indirettamente tutti i laboratori coinvolti nel progetto precursore RIALE.
Sommario e obiettivi	Il progetto è giunto a un livello di maturità tale da poter pianificare la sua estensione verso territori extra-regionali. Ciò consentirebbe ai nostri studenti di potenziare lo sviluppo delle conoscenze procedurali scientifiche estendendo l'accesso non solo a laboratori del nostro territorio nazionale ma anche a

	diversi laboratori europei con il vantaggio di poter esplorare l'innovazione scientifica in lingua inglese. I vantaggi di tale espansione sono: un ritorno importante per la scuola sarda, un numero sempre crescente di laboratori a catalogo nella piattaforma RIALE e la formazione di reti scolastiche per l'apprendimento collaborativo a partire dalla nostra piattaforma.
Risultati in precedenza raggiunti	Sviluppare una rete di partner che renda operativi dei laboratori nazionali e/o europei interessati alle STEM, che partecipano alle 3 conferenze annuali internazionali sul nostro territorio per valorizzare il progetto, presentare lo stato dell'arte nel campo dei <i>Remote Laboratories for Science</i> .
Ricadute sul territorio	Con riferimento alla terza annualità del progetto IDEA (conclusione marzo 2022), le 4 scuole capofila hanno manifestato interesse a proseguire l'approfondimento RIALE, pertanto, al fine di garantire la partecipazione a un maggior numero di docenti e studenti ai laboratori RIALE, è stato proposto alla Regione da parte del CRS4 in accordo con Sardegna Ricerche una integrazione e proroga dell'Accordo. Con nota prot. n. 662 del 18/01/2021 l'Assessorato della Pubblica Istruzione ha prorogato la scadenza dell'Accordo dal 30.03.2021 al 30.03.2022, finanziato con fondi PAC, e approvato la terza annualità del Progetto IDEA centrata sull'approfondimento denominato RIALE. Per potenziare gli effetti della sperimentazione RIALE, Sardegna Ricerche nell'ambito delle attività finanziate ex art. 9 della L.R. 20/2015, per annualità 2019, ha destinato un contributo del valore di € 251.224,32 per realizzare i Laboratori Tecnico Scientifici Remoti per tutto il 2022. In data 23/12/2021 (prot. 74202), il CRS4, Sardegna Ricerche e l'Assessorato regionale della Pubblica Istruzione hanno sottoscritto un nuovo Accordo di collaborazione confermando la volontà di sostenere la strategia regionale di riduzione dell'abbandono scolastico anche mediante l'utilizzo di tecnologie digitali per la didattica e l'aggiornamento e la collaborazione diretta dei docenti.
Attività previste nel 2023	Estensione della metodologia innovativa al livello extra regionale, avviare lo studio necessario per la creazione di un hub destinato ai laboratori attivi, presentazione dei risultati in una conferenza annuale internazionale.

7. TOPMA

Acronimo	ToPMa
Titolo	Total Patient Management
Data inizio	01/11/2023
Durata (mesi)	36
Ente finanziatore e riferimento	RAS CRP - Fondi FSC (Id- RC_CRP_077)
Settore	Informatica Visuale e ad Alta Intensità di Dati
Contributo (quota CRS4)	Euro 800.000
Altri Partner	Il progetto finanzia solo le attività del CRS4, sulla base di una manifestazione di interesse promossa da Inpeco S.p.A su fondi PRS 2014-2019 (DETERMINAZIONE N. 1441 REP N. 111 DEL 27.2.2017).
Sommario ed obiettivi	Lo scopo del Progetto ToPMa è la creazione di strumenti e metodologie che abilitino il trasferimento dei dati sanitari individuali verso sistemi di repository personali messi a disposizione della cittadinanza, in un modo continuativo e automatico, da fonti istituzionali e non, in base a quanto specificato in un consenso informato definito prima dell'inizio del trasferimento dei dati e modificabile in modo dinamico in qualsiasi momento da parte della persona.
Risultati in precedenza raggiunti	Si prevede che il progetto inizi nel 2023.
Ricadute sul territorio	Ideazione, studio e sperimentazione di metodi e tecnologie innovativi con un alto impatto potenziale sulla cittadinanza, il suo rapporto con i settori della ricerca e della sanità, e la consapevolezza dei propri dati. Il campo di intervento è quindi caratterizzato da un elevato potenziale impatto sociale, oltre che economico. Collaborazioni con enti pubblici ed aziende. Diffusione

	di <i>best-practices</i> riguardo la gestione dei dati sensibili e il loro utilizzo ai fini di ricerca. Distribuzione in open source dei risultati delle attività di ricerca e sviluppo. Trasferimento tecnologico ed alta formazione. Rafforzamento di un gruppo di lavoro multidisciplinare.
Attività previste nel 2023	Avvio del Progetto, definizione dell'architettura e realizzazione di un primo prototipo.

8. VARIA4COV

Acronimo	VARIA4COV
Titolo	Caratterizzazione Genetica di SARS-CoV-2 circolante in Sardegna
Data inizio	13/01/2021
Durata (mesi)	24
Ente finanziatore e riferimento	Sardegna Ricerche - Programma Incentivo Ricerca SR4CoVid (Contributo RAS ex art. 9 L.R. 20/2015)
Settore	Infrastrutture Computazionali e di Bioscienze & Progetti Smart
Contributo (quota CRS4)	Euro 70.000
Altri Partner	Dipartimento di Scienze della vita e dell'ambiente, UNICA; Dipartimento di Scienze Biomediche, UNISS; Dipartimento di Scienze Chirurgiche, UNICA; Ospedale San Francesco di Nuoro, ASLNU, ATS Sardegna; Unità di Supporto alla Ricerca Biomedica, Sardegna Ricerche.
Sommario ed obiettivi	Obiettivo dello studio è la caratterizzazione delle dinamiche di variabilità genetica intra-individuale nei casi di infezione respiratoria da SARS-CoV-2. La caratterizzazione della variabilità genetica del virus presente nello stesso individuo nel corso dell'infezione e nei diversi distretti biologici (tampone naso-faringeo, lavaggio polmonare, saliva, sangue intero, campione fecale) permetterà di comprenderne le dinamiche evolutive intra-individuali. Inoltre, in base alle informazioni cliniche associate ai diversi isolati sarà possibile identificare la relazione dei diversi ceppi con la severità e l'andamento clinico dell'infezione. Tali osservazioni hanno lo scopo di chiarire le dinamiche di popolazione e variabilità virale associate alle diverse fasi cliniche dell'infezione, e rivelare se durante l'infezione si possa avere la co-esistenza di diverse popolazioni virali nello stesso soggetto in base alla localizzazione corporea, consentendo di evincere il profilo dei ceppi parentali e l'eventuale evoluzione degli stessi durante l'infezione. Le attività di ricerca saranno svolte presso il CRS4 per la parte di sequenziamento NGS ed elaborazione dati.
Risultati in precedenza raggiunti	Partecipazione all'organizzazione delle attività del partenariato. Avvio delle attività di ricerca e sviluppo. Caratterizzazione genetica di oltre 100 campioni di RNA prelevati dai distretti biologici di 35 pazienti.
Ricadute sul territorio	Al termine del progetto i dati di sequenziamento saranno resi disponibili alla comunità scientifica internazionale, anche mediante il Registro della Ricerca Biomedica del Programma I FAIR, nell'ottica della condivisione come strategia vincente per sviluppare strategie terapeutiche e diagnostiche efficaci.
Attività previste nel 2023	Prosecuzione delle attività di ricerca e sviluppo; raccolta campioni di RNA virale purificato da campioni clinici; sequenziamento e caratterizzazione degli isolati virali.

9.3 Progetti Internazionali su Bandi Competitivi

1. AIN2

Acronimo	AIN2
Titolo	Artificial Intelligence for Indoor Digital Twins
Data inizio	01/01/2023
Durata (mesi)	36
Ente finanziatore e riferimento	Qatar National Research Fund
Settore	Informatica Visuale e ad Alta Intensità di Dati
Contributo (quota CRS4)	\$ 101,081 (circa Euro 100.000)
Altri Partner	Hamad bin Khalifa University, CRS4, Qatar University
Sommario e obiettivi	La creazione automatizzata di modelli 3D basati sulla realtà a partire da dati acquisiti e la loro successiva esplorazione interattiva sono al centro della ricerca sul visual computing da decenni. In questo contesto, il sottocampo dell'acquisizione e dell'esplorazione di ambienti interni sta emergendo come un'area di ricerca e applicazione ben definita, che si concentra sull'astrazione di modelli strutturati semplificati di alto livello che ottimizzano alcune caratteristiche dipendenti dall'applicazione e contengono informazioni semantiche. In questo progetto, ci proponiamo di far progredire in modo sostanziale questo campo di ricerca proponendo soluzioni specializzate per la cattura, l'esplorazione e la modifica visiva di ambienti interni a partire da immagini panoramiche. In particolare, intendiamo creare nuove soluzioni <i>data-driven</i> per arricchire le immagini panoramiche di ambienti interni con informazioni geometriche e semantiche, per associare ad esse una rappresentazione visiva modificabile e per creare nuove soluzioni interattive e immersive per l'esplorazione e la modifica.
Risultati in precedenza raggiunti	Il progetto inizia nel 2023.
Ricadute sul territorio	Rafforzamento delle attività di ricerca in un settore di alto interesse anche in ottica specializzazione intelligente.
Attività previste nel 2023	Kickoff e inizio delle attività di ricerca.

2. ANSELMUS

Acronimo	ANSELMUS
Titolo	Advanced Nuclear Safety Evaluation of Liquid Metal Using Systems
Data inizio	01/09/2022
Durata (mesi)	48
Ente finanziatore e riferimento	EU HORIZON 2020
Settore	HPC per Energia e Ambiente
Contributo (quota CRS4)	Euro 175.500
Altri Partner	SCK•CEN, ENEA, NRG, KIT, VKI, ANSALDO, RATEN, CIRTEN, POLIMI, UNIRO, UNIPI, KTU, UNIVERSITÀ DI PITESTI, EMPRESARIOS AGRUPADOS, PSI
Sommario e obiettivi	Il progetto ANSELMUS si propone di contribuire in modo significativo alla ricerca sulla sicurezza dei reattori innovativi a metalli liquidi ALFRED e MYRRHA inclusi nella tabella di marcia per lo sviluppo di sistemi avanzati in Europa. Utilizzerà la maturità di entrambi i sistemi per creare due tabelle dettagliate di identificazione e classificazione dei fenomeni (PIRT) che identificano tutte le esigenze di verifica e validazione e vengono usate per un'ulteriore valutazione della sicurezza. Il progetto validerà anche sperimentalmente sottosistemi chiave relativi alla sicurezza, tra cui le barre di sicurezza, il rilevamento delle barre di combustibile guaste e il sistema di controllo della chimica del liquido di

	raffreddamento. Verrà migliorata anche la validazione dei modelli numerici che descrivono il fascio di combustibile attraverso esperimenti e simulazioni e lavori sul monitoraggio e l'ispezione della sicurezza dei sistemi HLM focalizzandosi sull'ispezione dei serbatoi ad alta temperatura. Inoltre, ANSELMUS esaminerà l'impatto sociale dei reattori HLM valutando l'integrazione degli LFR in un paesaggio energetico misto, compresi gli aspetti economici, e affrontando considerazioni sociali ed etiche delle tecnologie nucleari avanzate. Infine, sarà dedicato uno sforzo all'istruzione e alla divulgazione verso tutte le parti interessate, compresi i decisori politici e il pubblico in generale.
Risultati in precedenza raggiunti	Il progetto è iniziato il 01/09/2022. Si terrà conto dei risultati ottenuti nella modellazione numerica effettuata nei precedenti progetti.
Ricadute sul territorio	Formazione di alto livello (stage universitari) sulla fluidodinamica computazionale.
Attività previste nel 2023	Collaborazione con i partner e definizione del piano di lavoro per la costruzione dei modelli geometrici e dei setting numerici.

3. ARSINOE

Acronimo	ARSINOE
Titolo	Building a low-carbon, climate resilient future: Research and innovation in support of the European Green Deal
Data inizio	01/10/2021
Durata (mesi)	48
Ente finanziatore e riferimento	UE HORIZON 2020
Settore	HPC per Energia e Ambiente
Contributo (quota CRS4)	Euro 207.750
Altri Partner	PANEPISTIMIO THESSALIAS EL, ATHENS UNIVERSITY OF ECONOMICS AND BUSINESS – RESEARCH CENTER EL, KWR WATER B.V. NL, DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET DK, THE UNIVERSITY OF EXETER UK, UNIVERSITE DE TOURS France, ATHINA-EREVNITIKO KENTRO KAINOTOMIAS STIS TECHNOLOGIES TIS PLIROFORIAS, TON EPIKOINONION KAI TIS GNOSIS Greece, LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITAET MUENCHEN DE, AGENCIA ESTATAL CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS ES, INSTITUTE OF COMMUNICATION AND COMPUTER SYSTEMS EL, TECHNOLOGIKO PANEPISTIMIO KYPROU CY, FUNDACION DE LA COMUNIDAD VALENCIANA PARA LA INVESTIGACION, PROMOCION Y ESTUDIOS COMERCIALES DE VALENCIA PORT ES, ARISTOTELIO PANEPISTIMIO THESSALONIKIS Greece, MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY TR, INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE DEZVOLTARE PENTRU STIINTE BIOLOGICE RA RO, PRIVATE SCIENTIFIC INSTITUTION, INSTITUTE FOR RESEARCH IN ENVIRONMENT, CIVIL ENGINEERING AND ENERGY, SKOPJE MK, AGRIS SARDEGNA – AGENZIA PER LA RICERCA IN AGRICOLTURA IT, UNIVERSITA DEGLI STUDI DI CAGLIARI IT, UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA Spain, INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA ES, GAC France,

	LNH Water DK, ETAIREIA ANAPTYXIS KAI TOURISTIKIS PROVOLIS ATHINON – ANAPTYXIAKI ANONYMOS ETAIREIA ORGANISMOU TOPIKIS AFTODIOIKISIS EL, Blue Gold s.r.l. IT, ELITTORAL ESTUDIOS DE INGENIERIA COSTERA Y OCEANOGRAFICA SLNE Spain, PIRAEUS PORT AUTHORITY SA EL, ORGANISMOS FYSIKOU PERIVALLONTOS KAI KLIMATIKIS ALLAGIS EL, Danish Coastal Authority DK, AGJENCIA KOMBTARE E PLANIFIKIMIT T TERRITORIT AL, THE COUNCIL OF THE BOROUGH OF TORBAY United Kingdom, Verband kommunaler Unternehmen e.V. DE, Esbjerg Kommune DK, WESTCOUNTRY RIVERS TRUST LBG UK, Elliniko Idryma Evropaikis kai Exoterikis Politikis (HELLENIC FOUNDATION FOR EUROPEAN AND FOREIGN POLICY) EL, KLIYNTEH BULGARIA FONDATSIYA Bulgaria, SDSN ASSOCIATION PARIS FR, Stichting Global Resilient Cities Network NL, ORGANIZATION OF THE BLACK SEA ECONOMIC COOPERATION TR, SECRETARIATUL NATIONAL ROMAN AL RETELEI UNIVERSITATILOR DE LA MAREA NEAGRA RO, BRIGAD CONNECT ES, WATER EUROPE BE
Sommario e obiettivi	L'obiettivo del progetto ARSINOE è quello di co-creare e co-progettare strumenti di innovazione per la resilienza climatica testandoli in nove diverse regioni europee. La proposta si concentra su regioni con alta vulnerabilità, in termini di: impatto su settori colpiti pesantemente dal cambiamento climatico (ad esempio, salute, agricoltura, acqua, biodiversità, trasporti, infrastrutture, energia) ed eventi climatici ad alto rischio (ad esempio, ondate di calore e siccità nell'Europa meridionale e inondazioni e gestione delle acque nell'Europa settentrionale), elevata esposizione (ad esempio, aree metropolitane), e bassa capacità di adattamento (ad esempio, regioni socio-economicamente svantaggiate). Per tutti i casi studio selezionati, i percorsi di adattamento multiscala e multisettoriali sono allineati con gli obiettivi climatici nazionali e regionali, come ad esempio, la strategia di resilienza per la città di Atene, il piano di gestione del bacino fluviale della regione del Reno, la strategia di specializzazione intelligente R&I delle isole Canarie e la direttiva europea sulle alluvioni applicata in Danimarca. Il test case della Sardegna, che coinvolgerà il CRS4 assieme ad AGRIS, UNICA e la PMI Blue Gold Srl, è incentrato sulla problematica dell'adattamento della coltura del grano duro ai cambiamenti climatici in atto, mediante la tecnica dell'irrigazione di soccorso. In particolare, il CRS4 si occuperà della caratterizzazione ambientale ed energetica delle zone geografiche oggetto di studio in Sardegna e della caratterizzazione ambientale sia dal punto di vista meteo-climatico, mediante l'integrazione di dati simulati e misurati, che della pratica agricola a livello di campo mediante l'utilizzo di dati telerilevati dai satelliti Sentinel 2 della piattaforma Copernicus. Da un punto di vista energetico l'obiettivo sarà quello di caratterizzare il potenziale di produzione in situ da fonti rinnovabili in modo da poter supportare la movimentazione dell'acqua irrigua.
Risultati in precedenza raggiunti	Il progetto ha avuto inizio ad ottobre 2021. Le attività per l'anno 2022 hanno riguardato il setup di un web server per ospitare i dati meteo-climatici relativi al passato, degli scenari futuri, delle misure in situ e dei dati satellitari per lo sviluppo di un DSS a supporto della gestione dell'irrigazione di soccorso della coltura del grano duro per il <i>test-case</i> sardo.
Ricadute sul territorio	È attesa una ricaduta sulle attività di ricerca e sperimentazione nel settore dell'agricoltura digitale portate avanti in Sardegna dall'AGRIS Sardegna per la coltura del grano duro.

Attività previste nel 2023	Inizio delle attività relative alla caratterizzazione meteo-climatica e della pratica agricola a livello di campo del sito di test individuato in Sardegna.
----------------------------	---

4. BY-COVID

Acronimo	BY-COVID
Titolo	BeYond-COVID
Data inizio	01/10/2021
Durata (mesi)	36
Ente finanziatore e riferimento	EU HORIZON EUROPE
Settore	Informatica Visuale e ad Alta intensità di Dati
Contributo (quota CRS4)	Euro 62.500
Altri Partner	ELIXIR/EMBL (coordinatore), BBMRI-ERIC, CNR, Uppsala Universitet,...
Sommario e obiettivi	Il Progetto BeYond-COVID (BY-COVID) mira a fornire dati aperti completi sulla SARS-CoV-2 e su altre malattie infettive, col supporto di una piattaforma computazionale per la loro analisi continua. Il Progetto avrà una forte enfasi sulla mobilitazione delle sequenze virali grezze, aiutando a identificare e monitorare la diffusione delle varianti di SARS-CoV-2. Le soluzioni sviluppate saranno integrate nell'ambiente EOSC. Obiettivi del Progetto sono: • accelerare ulteriormente l'accesso e il collegamento di dati e metadati sulla SARS-CoV-2 e COVID-19 (ad esempio, dati sulla salute pubblica, dati sugli esiti dei pazienti); • consentire l'analisi federata dei dati per conformarsi alle normative sulla protezione dei dati; • armonizzare e gestire metadati e identificatori dei campioni, anche ai fini di catalogazione a lungo termine per garantire l'interoperabilità degli sforzi nazionali e globali. A complemento delle attività di sviluppo il progetto prevede forti componenti volte a coinvolgere le comunità di ricercatori attraverso attività di outreach, training e l'implementazione di vari casi d'uso.
Risultati in precedenza raggiunti	Avvio del Progetto, sviluppo delle componenti previste per EOSC <i>core/exchange/interoperability framework</i> . Avvio attività di integrazione di alcuni servizi di BBMRI-ERIC con servizi EOSC.
Ricadute sul territorio	Supporto e formazione per lo sfruttamento ottimale della piattaforma EOSC. Canale diretto verso tutte le metodologie, tecnologie e <i>best practices</i> prodotte dal progetto, che possono essere riadattate e riutilizzate sul territorio.
Attività previste nel 2023	Prosecuzione delle attività di ricerca e sviluppo e chiusura del progetto.

5. EJP-RD

Acronimo	EJP-RD
Titolo	European Joint Programme Cofund Rare Disease
Data inizio	01/01/2019
Durata (mesi)	72
Ente finanziatore e riferimento	UE Action COFUND-EJP COFUND (European Joint Programme)
Settore	Informatica Visuale e ad Alta Intensità di Dati
Contributo (quota CRS4)	Euro 247.443
Altri Partner	INSERM, FWF, AIT, FNRS, Ministero della Salute, Charite Berlin,...
Sommario e obiettivi	European Joint Programme Cofund è uno strumento per sostenere la creazione di un'organizzazione strategica di alto livello e lo svolgimento delle attività di ricerca in modo strutturato e trasversale nel campo delle malattie rare. EJP RD intende massimizzare il valore di questo strumento europeo, ampliando il panel e il potenziale delle parti interessate coinvolte.

	L'ambizione generale è quella di definire una strategia globale che comprenda la ricerca, i dati, gli strumenti e procedure cliniche, per ottimizzare lo sfruttamento dei risultati e avere diagnosi precise e tempestive, una scoperta più rapida e a costi ridotti dei farmaci, una migliore assistenza ai pazienti, il coinvolgimento di tutte le parti interessate, nonché attribuire all'Europa un ruolo guida nel campo della ricerca e dello sviluppo per le malattie rare nei prossimi anni. A tal fine, le malattie rare necessitano di efficaci percorsi di ricerca, dal paziente al "prodotto" (prodotto standardizzato, linee guida diagnostiche, approcci metodologici e tecnologici, biomarcatori, strumenti, farmaci o dispositivi). EJP RD svilupperà servizi innovativi attraverso una combinazione di: i) miglioramento delle componenti esistenti della catena del valore (e il loro adattamento alle malattie rare, se necessario - lavorando principalmente con piccole popolazioni e grandi gruppi di popolazione affetti); (ii) integrazione, attraverso lo sviluppo di un approccio sistematico, di ciascun servizio che migliori l'accessibilità di tutti i servizi alla comunità delle malattie rare.
Risultati in precedenza raggiunti	Partecipazione alle attività di ricerca e sviluppo relativamente agli aspetti di modellazione dati e di creazione di un prototipo di <i>query builder</i> per l'interrogazione federata delle risorse dati all'interno del Progetto.
Ricadute sul territorio	Pubblicazione open source dei risultati del progetto e diffusione alla comunità scientifica. Canale diretto verso tutte le metodologie, tecnologie e <i>best practices</i> risultato del progetto, che possono essere riadattate e riutilizzate sul territorio, per esempio nell'ambito delle azioni di diffusione dei principi FAIR.
Attività previste nel 2023	Continuazione delle attività di ricerca e sviluppo su modellazione dati ed interrogazione, a livello di risorsa e di record.

6. EOSC-FUTURE

Acronimo	EOSC FUTURE
Titolo	Integration and consolidation of the existing pan European access mechanism to public research infrastructures
Data inizio	01/04/2021
Durata (mesi)	30
Ente finanziatore e riferimento	UE Horizon 2020
Settore	Informatica Visuale e ad Alta intensità di Dati
Contributo (quota CRS4)	Euro 75.000
Altri Partner	EMBL, BBMRI-ERIC, Geant, RDA, OpenAIRE, ...
Sommario e obiettivi	EOSC Future parte dalla linea di base esistente per la <i>European Open Science Cloud</i> per fornire una piattaforma con una serie durevole di componenti progettati per il lungo periodo, volti a collegare portali di ricerca, risorse e servizi per rispondere alle esigenze di condivisione ed elaborazione di dati di una vasta gamma di ricercatori. Gli obiettivi comprendono lo sviluppo e l'integrazione di: • EOSC core, l'insieme dei servizi abilitanti necessari per far funzionare l'EOSC; • EOSC exchange, che registra risorse e servizi da infrastrutture di ricerca, altri progetti EOSC e cluster scientifici all'EOSC e li integra con le funzionalità di base dell'EOSC; • l'EOSC interoperability framework, che stabilirà linee guida per i fornitori che vogliono integrare servizi o dati nell'EOSC. A complemento delle attività di sviluppo il progetto prevede varie attività volte a coinvolgere le comunità di ricercatori attraverso attività di <i>outreach</i>, <i>training</i> e l'implementazione di vari casi d'uso.
Risultati in precedenza raggiunti	Avvio del Progetto, sviluppo delle componenti previste per EOSC core/exchange/interoperability framework. Avvio attività di integrazione di alcuni servizi di BBMRI-ERIC con servizi EOSC.

Ricadute sul territorio	Supporto e formazione per lo sfruttamento ottimale della piattaforma EOSC. Canale diretto verso tutte le metodologie, tecnologie e best practices prodotte dal progetto, che possono essere riadattate e riutilizzate sul territorio.
Attività previste nel 2023	Prosecuzione delle attività di ricerca e sviluppo e chiusura del progetto.

7. EOSC-LIFE

Acronimo	EOSC LIFE
Titolo	Providing an open collaborative space for digital biology in Europe
Data inizio	01/03/2019
Durata (mesi)	48
Ente finanziatore e riferimento	UE HORIZON 2020
Settore	Informatica Visuale e ad Alta Intensità di Dati
Contributo (quota CRS4)	Euro 422.000
Altri Partner	Al progetto partecipano tutte le 13 infrastrutture Europee per la ricerca Biologica e Biomedica ed oltre 40 partner tra soggetti proponenti e <i>linked third parties</i>
Sommario e obiettivi	Lo scopo di EOSC-Life è la creazione di uno spazio collaborativo aperto in grado di supportare l'analisi e il riutilizzo di dati biomedici all'interno della <i>European Open Science Cloud</i> . Ci si aspetta che EOSC-Life sarà in grado di trasformare le scienze della vita in Europa, fornendo un ambiente aperto, a scala continentale, collaborativo ed interdisciplinare centrato sulla applicazione delle data sciences su molteplici dataset a scala Europea. Il lavoro del CRS4 si concentrerà sullo sviluppo di standard, <i>best practices</i> e software per supportare la condivisione e manutenzione nel tempo di workflow computazionali, al fine di favorire il loro riutilizzo e la riproducibilità nel tempo dei risultati che hanno generato. Inoltre, il CRS4 partecipa alle attività di definizione delle metodologie per il trattamento dei dati sensibili su infrastrutture computazionali pubbliche e di identificazione dei punti critici per l'adozione dell'uso delle infrastrutture cloud nell'ambito delle scienze della vita.
Risultati in precedenza raggiunti	Partecipazione all'organizzazione delle attività del partenariato. Contribuito a definire le raccomandazioni per l'integrazione delle infrastrutture cloud nelle attività di ricerca biomedica. Definizione e pubblicazione delle specifiche Workflow Testing RO-Crate. Progettazione e parziale implementazione e attivazione del sistema LifeMonitor per il monitoraggio del buono stato di funzionamento dei workflow computazionali e per il supporto all'applicazione delle best practices di riferimento. Partecipazione alle attività di studio delle linee guida per la condivisione di dati scientifici sensibili. Contribuito a migliorare l'accessibilità e interoperabilità della CRC Cohort (un'importante collezione di dati clinici di BBMRI-ERIC).
Ricadute sul territorio	Ci si attende che il progetto avrà una diretta ricaduta sulle attività di ricerca nel settore biomedico portate avanti in Sardegna, sia dal punto di vista di effettivo utilizzo della piattaforma che di propagazione di best practices. Parimenti, ci si attende un impatto diretto anche dal punto di vista industriale, visto che le attività previste dal progetto sono alla frontiera sull'uso delle tecnologie di cloud computing nel contesto biomedico.
Attività previste nel 2023	Prosecuzione delle attività di ricerca e sviluppo e completamento delle attività di progetto.

8. EVOCATION

Acronimo	EVOCATION
Titolo	Advanced Visual and Geometric Computing for 3D Capture, Display, and Fabrication

Data inizio	01/10/2018
Durata (mesi)	56 (48 + 8)
Ente finanziatore e riferimento	UE HORIZON 2020
Settore	Informatica Visuale e ad Alta Intensità di Dati
Contributo (quota CRS4)	Euro 554.999
Altri Partner	U. Rostock (Germania); CRS4 (Italia); U. Zurich (Svizzera); CNR-ISTI (Italia); TU Wien (Austria); FHG-IGD (Germania); Holografika (Ungheria); Gexcel (Italia)
Sommario e obiettivi	Il progetto mira a creare una scuola di dottorato europea in Advanced Visual and Geometric Computing for 3D Capture, Display, and Fabrication (EVOCATION). Il progetto formerà la prossima generazione di esperti creativi, imprenditoriali e innovativi che saranno dotati delle capacità e competenze necessarie per affrontare le grandi sfide attuali e future nell'acquisizione scalabile e ad alta fedeltà di forme e materiali, estrazione di informazioni strutturali e semantiche, elaborazione, distribuzione, visualizzazione 3D e fabbricazione in applicazioni professionali e di consumo. I partecipanti al progetto saranno ricercatori scientifici e industriali (ESR) che in futuro guideranno la ricerca e lo sviluppo di nuove metodologie di calcolo visivo e geometrico nella più ampia varietà di applicazioni, incluso il design e la produzione industriale, lo studio e la valorizzazione del patrimonio culturale, la geomatica e la tele-collaborazione. La rete EVOCATION, di enti pubblici e privati, sarà naturalmente multidisciplinare e multi-istituzionale e mirerà a: (a) far progredire lo stato dell'arte nell'acquisizione di geometria e materiali, elaborazione geometrica ed estrazione di elementi semantici, visualizzazione interattiva, fabbricazione computazionale, nonché nei sistemi di visualizzazione ad ampia banda; (b) collegare approcci complementari per la digitalizzazione, la visualizzazione, la fabbricazione e la visualizzazione dei dati a costi contenuti attraverso l'integrazione di diverse metodologie nella pipeline di acquisizione, elaborazione e fabbricazione 3D; (c) promuovere, attraverso sfide specifiche di settore, la ricerca multidisciplinare applicata a problemi concreti del mondo reale, in stretta collaborazione con gli utenti finali nei settori dell'ingegneria, della scienza e delle scienze umane; (d) dimostrare la fattibilità e l'efficienza di tecniche scalabili end-to-end economicamente vantaggiose per catturare e creare virtualmente fisicamente oggetti di forma e aspetto complessi; (e) aumentare la consapevolezza dei vantaggi delle tecnologie avanzate di calcolo visivo e geometrico in settori professionali e di consumo.
Risultati in precedenza raggiunti	Il progetto, valutato 97.2/100, è risultato quinto su oltre 600 proposte inviate nel settore engineering al bando MSCA-ITN-2018. È iniziato a ottobre 2018 e d è coordinato congiuntamente da U. Rostock (Prof. O. Staadt) e CRS4 (E. Gobetti). Il progetto ha avuto ritardi nelle procedure di assunzione e il primo ESR è divenuto operativo solo a ottobre 2019. La selezione del secondo ESR risulta ancora in corso. Come per tutti i progetti MSCA-ITN c'è stato un forte impatto dovuto alle normative di contenimento COVID-19 che hanno reso difficile se non impossibile l'implementazione dei meccanismi di mobilità. Il progetto ha quindi rivisto la pianificazione e ha spostato online gran parte delle attività. Il primo review è stato completato con successo ed è prevista l'estensione del progetto per cause di forza maggiore (8 mesi aggiunti agli iniziali 48).
Ricadute sul territorio	Alta formazione in collaborazione con UNICA. Prototipi di ricerca disponibili e dimostrabili in pratica, testati anche su use-case in collaborazione con enti locali. Avanzamento su tematiche relative a settori strategici, incluso beni culturali, ambiente, sicurezza.
Attività previste nel 2023	Prosecuzione delle attività di ricerca e formazione, con pubblicazioni e prototipi operativi sulle due tematiche principali di interesse in cui è maggiormente coinvolto il CRS4: esplorazione visuale di oggetti complessi e ricostruzione di ambienti interni tramite tecniche di <i>geometry reasoning</i> e <i>deep learning</i> . Completamento dei pilot in ambito beni culturali e AEC. Chiusura delle attività di progetto.

9. NURAGH-EO

Acronimo	NURAGH-EO
Titolo	Una metodologia basata su dati aerei e satellitari per lo studio preliminare dei siti nuragici sardi
Data inizio	01/07/2022
Durata (mesi)	10
Ente finanziatore e riferimento	Open Clouds for Research Environments - OCRE su servizi di Earth Observation
Settore	Tecnologie Digitali per l'Aerospazio
Contributo (quota CRS4)	Euro 75.000
Altri partner	-
Sommario e obiettivi	OCRE (Open Clouds for Research Environments) finanzia servizi cloud e digitali per la ricerca, basati su dati acquisiti dalla rete Copernicus. Il progetto NuraghEO, ammesso al finanziamento di servizi EO, ricalca i temi del progetto ArchaeoSardinia il cui obiettivo principale è quello di definire una metodologia di telerilevamento per lo studio dei siti archeologici, che possa essere sistematicamente applicato nel territorio. Poiché il progetto sarà sviluppato su due scale diverse, regionale e locale, saranno necessari due tipi di servizi EO: • su scala locale, e in particolare per l'Area di Interesse identificata (sito di Nanni Arrù), i dati Copernicus Multi-Temporal Interferometry (MTI) saranno utili per caratterizzare il sito e per arricchire, allo stesso tempo, le altre tipologie di fonti dati; • su scala regionale, i dati Copernicus multispettrali saranno utili per identificare i siti archeologici. Insieme al confronto tra dati provenienti da più fonti, necessario e opportuno per creare dataset di qualità, un aspetto importante da considerare in archeologia è l'andamento degli spostamenti causati dalla subsidenza naturale e indotta. Sono stati perciò identificati servizi commerciali che forniscono mappe di movimento del suolo con precisione millimetrica attraverso gli algoritmi MTI. Con l'MTI è possibile misurare il movimento del terreno e le variazioni degli elementi archeologici elaborando le immagini SAR acquisite dal satellite Copernicus Sentinel-1 che è caratterizzato da un tempo di rivisitazione molto elevato (1 nuova immagine ogni 6 giorni). Questo servizio dà la possibilità di scaricare i risultati dell'analisi del movimento del suolo (Persistent Scatterers e Distributed Scatterers map) in formato conforme a OGC utile per l'analisi GIS per correlare lo spostamento di precisione millimetrica con le altre informazioni acquisite dalle altre fonti di dati (fotogrammetria, LIDAR, e radar penetrante del suolo).
Risultati in precedenza raggiunti	Il progetto ha preso avvio nel 2022 con la definizione delle procedure di assegnazione del servizio, l'acquisizione di alcune serie storiche a partire dal 2018 nel dominio SAR e in quello multispettrale e con l'avvio delle attività di analisi.
Ricadute sul territorio	Lo sviluppo di una metodologia per lo studio di siti archeologici di epoca nuragica e prenuragica che possa essere applicato a tutto il territorio regionale.
Attività previste nel 2023	L'attività prevista per il 2023 riguarda la predisposizione di un documento che

	descrive la metodologia acquisita.
--	------------------------------------

10. PASCAL

Acronimo	PASCAL
Titolo	Proof of Augmented Safety Conditions in Advanced Liquid metal cooled systems
Data inizio	01/11/2020
Durata (mesi)	48
Ente finanziatore e riferimento	UE HORIZON 2020
Settore	HPC per Energia e Ambiente
Contributo (quota CRS4)	Euro 137.700
Altri partner	ENEA, Ansaldo Nucleare, CHALMERS, CIRTEN, VKI, KIT, NRG, SCK•CEN, RATEN, KTH, KTU
Sommario e obiettivi	Il progetto PASCAL si propone di contribuire alla ricerca sulla sicurezza dei reattori innovativi a metalli liquidi ALFRED e MYRRHA. Sono previsti esperimenti rilevanti in condizioni rappresentative, accompagnati da simulazioni numeriche, con l'obiettivo di estendere il loro dominio di validità, di ridurre le incertezze e di dimostrare la resilienza dei reattori in caso di incidenti severi. Il progetto rafforzerà la collaborazione tra le organizzazioni europee e supporterà l'educazione e il training di una nuova generazione di esperti per assicurare che la cultura della sicurezza sia preservata. Gli obiettivi del CRS4 sono inclusi nel <i>workpackage</i> riguardante lo studio degli effetti di <i>sloshing</i> in occasione di eventi sismici e sono principalmente due: • la modellazione dei fenomeni di <i>sloshing</i> in caso di eventi sismici e la validazione del modello numerico a confronto con la campagna sperimentale effettuata dal VKI nell'impianto SHAKESPEARE; • la modellazione CFD e la validazione del <i>mockup</i> di un reattore di quarta generazione sottoposto a movimenti sismici, con lo scopo di stimare ed estrarre lo stress sulle strutture nei punti critici.
Risultati in precedenza raggiunti	Il progetto sta seguendo la tabella di marcia. La prima campagna sperimentale è stata definita nelle sue grandi linee, compatibilmente con le specificità della tavola sismica del VKI, a partire da studi bibliografici per andare oltre i risultati noti. Dal punto di vista numerico, la metodologia è stata confermata da test di fattibilità. Sono state osservate delle instabilità numeriche e sono stati sviluppati metodi per tenerle sotto controllo.
Ricadute sul territorio	Formazione di alto livello sulla fluidodinamica computazionale (stage universitari).
Attività previste nel 2023	Definizione della configurazione della prima campagna sperimentale, dei dati da acquisire e da simulare numericamente. Validazione del metodo numerico e preparazione delle basi della seconda campagna sperimentale, il cui scopo si sposta verso lo studio dell'effetto di eventi sismici su impianti in fase di progettazione.

11. PATRICIA

Acronimo	PATRICIA
Titolo	Partitioning And Transmuter Research Initiative in a Collaborative Innovation Action

Data inizio	01/09/2020
Durata (mesi)	48
Ente finanziatore e riferimento	UE HORIZON 2020
Settore	HPC per Energia e Ambiente
Contributo (quota CRS4)	Euro 75.000
Altri partner	SCK•CEN, ENEA, CERN, UNIPI, CEA, CHALMERS, CIEMAT, POLIMI, KIT, KTH, NRG, NNL, RATEN
Sommario e obiettivi	Il progetto si occupa della ricerca sulla trasmutazione avanzata delle scorie del combustibile spento e dello sviluppo di codici numerici e impianti sperimentali a supporto di MYRRHA, quale infrastruttura avanzata di ricerca e sperimentale europea. Il primo obiettivo del CRS4 è di costruire il modello CFD di CIRCE, l'impianto a scala larga di ENEA rappresentativo di un settore di un reattore a piscina, nel quale sono stati eseguiti alcuni esperimenti nell'ambito dei precedenti progetti europei MYRTE e SESAME. In particolare, un nuovo scambiatore di calore (HCSG helical-coil steam generator) e una nuova pompa verranno installati. Il modello sarà capace di simulare, in un unico ambiente, sia la circolazione naturale in stazionario che i transienti previsti dalla campagna sperimentale. Il secondo obiettivo è la calibrazione del modello sui parametri effettivi, sulle condizioni al contorno e sui risultati stazionari sperimentali. Il terzo obiettivo riguarda la riproduzione dei transienti sperimentali previsti e il confronto dei risultati numerici con quelli sperimentali.
Risultati in precedenza raggiunti	Un modello numerico <i>freddo</i> di CIRCE è stato realizzato ed è servito come pre-test per ENEA in vista della finalizzazione del disegno dell'impianto. Un modello <i>caldo</i> è stato poi realizzato, adatto a fare valutazioni di tipo stazionario. Il modello è stato abbondantemente equipaggiato con la dovuta sensoristica. Alcuni aspetti riguardanti le condizioni termiche esterne sono ancora in fase di elaborazione/determinazione in collaborazione con ENEA. Un articolo è stato preparato e sottomesso alla conferenza Nureth19 a marzo 2022.
Ricadute sul territorio	Formazione di alto livello (stage universitari) sulla fluidodinamica computazionale.
Attività previste nel 2023	Finalizzazione del modello <i>caldo</i> , confronto con gli stati stazionari sperimentali e calibrazione in vista della simulazione di transienti che valutano il passaggio da circolazione forzata a circolazione naturale.

12. SENDER

Acronimo	SENDER
Titolo	Sustainable Consumer engagement and demand response
Data inizio	01/10/2020
Durata (mesi)	48
Ente finanziatore e riferimento	UE HORIZON 2020
Settore	HPC per Energia e Ambiente
Contributo (quota CRS4)	Euro 301.750
Altri partner	Smart Innovation Norway, Hypertech, Trialog, NXTech, Norwegian University of Science and Technology, University of Applied Sciences of Upper Austria, Euroquality, Ecoserveis, Electrica de Alginet, Weizer Energie-Innovations-Zentrum GmbH, VTT, Paragon, Austrian Institute of Technology GmbH, QUE

Sommario e obiettivi	Technologies Il progetto SENDER si basa sui risultati di diversi progetti H2020 già completati e crea una forte connessione con quelli in corso in Sardegna. L'obiettivo generale di SENDER è quello di sviluppare e testare la prossima generazione di applicazioni di servizi di Demand Response (DR) per migliorare la gestione degli scambi energetici e della stabilità delle frequenze, ma anche per potenziare l'automazione e la convenienza domestica. Il progetto mira a un grado molto elevato di replicabilità sviluppando tecnologie per la creazione di <i>digital twins</i> dei consumatori sulla base dei risultati e delle esperienze di tre implementazioni pilota previste in Austria, Finlandia e Spagna. Nell'ambito del progetto il CRS4, sfruttando l'esperienza maturata in altre iniziative europee, svilupperà uno strumento di previsione probabilistica per i carichi domestici e per la generazione da fonti rinnovabili. La previsione dei carichi sarà suddivisa, ove possibile, in una componente di base, una componente relativa ai carichi termici e una componente relativa all'utilizzo di apparecchi la cui attivazione può essere programmata.
Risultati in precedenza raggiunti	Il progetto ha avuto inizio ad ottobre 2020. È stata sostanzialmente completata la parte di sviluppo ed implementazione degli algoritmi predittivi e del sistema di analisi dei consumi. È stato implementato un servizio web fruibile tramite API.
Ricadute sul territorio	È attesa una diretta ricaduta sulle attività di ricerca e sperimentazione nel settore energetico portate avanti in Sardegna. Inoltre, si prospetta un impatto diretto anche dal punto di vista industriale, visto che le attività previste dal progetto sono alla frontiera sull'uso delle tecnologie ICT nel settore energetico.
Attività previste nel 2023	Integrazione dei sistemi sviluppati con gli altri sistemi del progetto. Sviluppo di metodologie innovative per previsione probabilistica. Disseminazione dei risultati.

9.4 Progetti Nazionali su Bandi Competitivi

1. ENERGIDRICA

Acronimo	ENERGIDRICA
Titolo	Efficienza energetica nella gestione delle reti idriche
Data inizio	01/01/2021
Durata (mesi)	30
Ente finanziatore e riferimento	MIUR PON Ricerca e Innovazione 2014-2020
Settore	HPC per Energia e Ambiente
Contributo (quota CRS4)	Euro 63.271
Altri partner	DHITECH – Distretto Tecnologico High-Tech S.c.a.r.l. (capofila), ABBANO SPA, Acquedotto Pugliese S.p.A., APPHIA SRL, CONSORZIO MILANO RICERCHE, IA.ING SRL, Università degli Studi "G. d'Annunzio" CHIETI-PESCARA, Università degli Studi di MILANO-BICOCCA
Sommario e obiettivi	La gestione delle infrastrutture idriche rappresenta oggi uno dei settori chiave per valutare l'applicazione e lo sviluppo di nuovi modelli e tecnologie per l'efficientamento energetico. Si stima che un controllo efficace degli impianti potrà far risparmiare il 10% di acqua e dal 12% al 30% di energia. Pertanto, l'aumento di efficienza nell'adduzione e distribuzione idrica offre grandi margini di riduzione dei consumi energetici ed emissioni di CO₂. A questo scopo sono necessarie innovazioni che interessino l'intero processo dalla razionalizzazione energetica degli schemi di approvvigionamento per centri di consumo alimentati da fonti multiple, all'ottimizzazione dei pompaggi nelle reti di adduzione e distribuzione fino all'utilizzo di energie rinnovabili. ENERGIDRICA svilupperà un sistema di supporto alle decisioni per l'efficientamento energetico delle reti di approvvigionamento e distribuzione idrica generando innovazioni di processo secondo i principi di <i>energy saving</i>, <i>energy reduction</i> e integrazione con fonti di energie sostenibili in tre ambiti decisionali complementari: • Schemi di approvvigionamento di centri urbani da fonti multiple. ENERGIDRICA produrrà una metodologia strutturata e replicabile per razionalizzare energeticamente le aliquote di risorsa provenienti da ciascuna fonte, nel rispetto dei fabbisogni, dei vincoli di disponibilità della risorsa e della capacità dei vettori idraulici; • Gestione dei pompaggi nelle reti di adduzione e distribuzione. ENERGIDRICA svilupperà metodologie per l'analisi delle inefficienze energetiche e per il supporto alla conduzione degli impianti che integrino strumenti di analisi idraulica avanzata, orientata alla gestione, in cui è possibile la modellazione fisicamente basata delle perdite idriche in rete quali indicatori di efficienza energetica e gestionale; • Integrazione con fonti di energia sostenibile. ENERGIDRICA svilupperà strumenti per l'integrazione con fonti di energia sostenibile in una logica di autoconsumo per alimentare impianti di pompaggio. Funzionalità differenti saranno rivolte a supportare la realizzazione ex-novo di impianti di recupero di energia sostenibile ovvero a favorirne l'utilizzo nell'ottimizzazione operativa dei pompaggi. Il trasferimento delle innovazioni di processo presso i Gestori sarà assicurato dall'integrazione con i sistemi informativi già in uso. Lo sviluppo di un'architettura cloud aperta e flessibile rispetto a soluzioni già presenti sarà integrata con servizi di interfaccia con sensori e attuatori in una logica IoT. La standardizzazione dei processi mediante approcci strutturati, replicabili e non-empirici, risponde alla necessità di razionalizzare le grandi infrastrutture

Risultati in precedenza raggiunti	idrauliche che caratterizzano le regioni del Meridione, ma non solo. Le attività svolte sono state relative all'aggiornamento dello stato dell'arte, l'acquisizione della base dati di studio, l'acquisizione dei dati meteorologici, la realizzazione di un servizio di previsione della generazione da impianti fotovoltaico.
Ricadute sul territorio	Relazioni con imprese operanti nel territorio.
Attività previste nel 2023	Finalizzazione degli algoritmi e sviluppo di una innovativa tecnica di previsione probabilistica data-driven.

2. HPCCN

Acronimo	HPCCN
Titolo	Centro Nazionale di Ricerca in High Performance Computing, Big Data e Quantum Computing - Spoke 9 Digital Cities
Data inizio	01/09/2022
Durata (mesi)	36
Ente finanziatore e riferimento	MUR Direzione generale della ricerca PNRR - M4C2 - Investimento 1.4 - Avviso Centri Nazionali - D.D. n. 3138 del 16 dicembre 2021 rettificato con DD n.3175 del 18 dicembre 2021 - CN00000013
Settore	Informatica Visuale e ad Alta Intensità di Dati HPC per Energia e Ambiente
Contributo (quota CRS4)	Euro 608,919
Altri Partner	Fondazione ICSC (53 Partner).
Sommario e obiettivi	Il Centro nazionale promuove l'innovazione di livello nazionale e internazionale, a partire da una infrastruttura di punta per calcolo e gestione di grandi quantità di dati. Il Centro si focalizza, da una parte, sul mantenimento e il potenziamento dell'infrastruttura HPC e Big Data italiana e, dall'altra parte, sullo sviluppo di metodi e applicazioni numeriche avanzati, di strumenti software e workflow, per integrare il calcolo, la simulazione, la raccolta e l'analisi di dati di interesse per il sistema della ricerca e per il sistema produttivo e sociale, anche attraverso approcci in cloud e distribuiti. Coinvolge e promuove le migliori competenze interdisciplinari delle scienze e dell'ingegneria, permettendo innovazioni radicali e sostenibili in campi che vanno dalla ricerca di base alle scienze computazionali e sperimentali del clima, dell'ambiente, dello spazio, della materia e della vita, all'epidemiologia, alle tecnologie di materiali, ai sistemi e ai dispositivi del futuro per l'informazione e il sistema produttivo in generale. Il Centro sostiene l'alta formazione e promuove lo sviluppo di politiche per la gestione responsabile dei dati in prospettiva di open data e open science, coniugando profili di regolamentazione, standardizzazione e compliance. Il CRS4 partecipa al progetto nello Spoke 9 (<i>Digital Cities</i>) attraverso: - la ricerca e sviluppo di soluzioni AI per inferire, da dati visuali o altre misure, di modelli strutturati 3D di edifici; - le soluzioni per migliorare la qualità e l'affidabilità dei gemelli digitali favorendo la componibilità, l'interoperabilità, la riutilizzabilità e la riproducibilità dei dataset, degli strumenti di calcolo e dei loro risultati; - lo studio e sviluppo di metodi probabilistici per la previsione dei consumi di elettricità e della generazione rinnovabile per i privati e le smart e metodi di intelligenza artificiale per l'analisi del consumo di elettricità e per la disaggregazione non intrusiva dei carichi elettrici delle famiglie.
Risultati in precedenza raggiunti	Il progetto è iniziato a settembre 2022 ed è in fase di avvio delle attività.
Ricadute sul territorio	Rafforzamento e integrazione a scala nazionale di gruppi di ricerca attivi su tematiche allo stato dell'arte. Sviluppo di tecnologie di grosso interesse in

	ambito specializzazione intelligente.
Attività previste nel 2023	Inizio attività operative del progetto.

3. H2HUB

Acronimo	H2HUB
Titolo	Hybrid Hub
Data inizio	01/01/2023
Durata (mesi)	36
Ente finanziatore e riferimento	Ministero della Salute Piano Operativo Salute - Traiettorie 4
Settore	• HPC per Energia e Ambiente (capofila) - Contributo EUR 1.372.421 • Informatica Visuale e ad Alta Intensità di Dati - Contributo EUR 484.567 • Infrastrutture computazionali e di bioscienze, progetti smart - Contributo EUR 1.911.012
Contributo (quota CRS4)	Euro 3.768.000
Altri Partner	Istituto Giannina Gaslini e con partner, oltre a CRS4, l'Università degli Studi di Genova, l'Università degli Studi di Cagliari, l'Ente Azienda Ospedaliero Universitario di Cagliari, l'Ospedale G. Brotzu di Cagliari, e l'Azienda Ospedaliera Universitaria San Luigi Gonzaga Orbassano (Torino), Azienda ospedaliera San Giuseppe Moscati Avellino.
Sommario e obiettivi	H2HUB mette a sistema competenze, infrastrutture e servizi di eccellenza da parte di centri che vantano collaborazioni, progetti e pubblicazioni nazionali e internazionali sulle attività di propria competenza. Nel quadro del progetto, il CRS4: • metterà a sistema una infrastruttura integrata per il sequenziamento massivo potenziata con l'acquisizione di nuove strumentazioni per il sequenziamento e per l'automatizzazione, il processamento e la gestione dei campioni; • fornirà un supporto anche nell'ambito degli studi pilota per la caratterizzazione genomica ed epigenomica dei campioni cellulari, utilizzando tecniche di sequenziamento ad alta e altissima processività. Il CRS4 svolgerà inoltre attività di: • ricerca a sviluppo di un sistema scalabile per la gestione ed analisi dei dati di sequenziamento; • sviluppo di modelli per la simulazione della crescita/espansione cellulare fornendo un supporto in silico allo sviluppo delle linee cellulari generate all'interno del progetto, che saranno parte dell'infrastruttura per ricerca di base; • sviluppo di modelli di <i>drug targetability</i> e <i>druggability</i> che saranno parte dell'infrastruttura per la modellizzazione in silico; • avanzamento dello stato dell'arte nell'applicazione di tecniche data-driven e AI nell'ambito della medicina personalizzata, anche in riferimento a componenti di supporto alla <i>digital pathology</i>, e messa a sistema dei risultati attraverso una piattaforma scalabile.
Risultati in precedenza raggiunti	Il progetto inizierà nel 2023.
Ricadute sul territorio	Il progetto consentirà sia di potenziare un laboratorio di sequenziamento massivo all'avanguardia sia di consolidare e sviluppare nuovi metodi per la medicina digitale di grande interesse pubblico, rafforzando gruppi di lavoro già molto attivi a scala internazionale. È pensabile che il progetto possa favorire l'innovazione e il trasferimento di <i>best practices</i> nel sistema della sanità regionale.
Attività previste nel 2023	Inizio attività operative del progetto.

4. LIFEMAP

Acronimo	LIFEMAP
Titolo	Dalla patologia pediatrica alle malattie cardiovascolari e neoplastiche

	nell'adulto: mappatura genomica per la medicina e prevenzione personalizzata
Data inizio	01/01/2023
Durata (mesi)	36
Ente finanziatore e riferimento	Ministero della Salute Piano Operativo Salute - Traiettorie 3
Settore	• HPC per Energia e Ambiente - Contributo EUR 61.600 • Informatica Visuale e ad Alta Intensità di Dati - Contributo EUR 613.600 • Infrastrutture Computazionali e di Bioscienze & Progetti Smart - Contributo EUR 580.800
Contributo (quota CRS4)	Euro 1.256.000
Altri Partner	Istituto Giannina Gaslini (coordinatore), CRS4, IRCCS San Raffaele Roma, AORN Santobono-Pausilipon, ASL Teramo, Università degli Studi dell'Aquila, CEFPAS, Università Telematica San Raffaele Roma, Università degli Studi di Padova, e Università degli Studi di Enna Kore
Sommario e obiettivi	LIFEMap mira ad individuare condizioni patologiche e subpatologiche nel bambino e profili genetici predittivi che correlano ad un rischio aumentato di malattie gravi nell'adulto, correlandoli con fattori di rischio ambientali, come gli stili di vita, per sviluppare piani di terapia e prevenzione personalizzata, principalmente indirizzati alle popolazioni pediatriche/giovani. Il CRS4 si occuperà di: analisi da sequencing; studio, sviluppo e applicazione di una piattaforma scalabile e riutilizzabile per l'elaborazione e l'analisi di dati genomici; modellazione dati genomici, standardizzazione e condivisione in piattaforme di riferimento internazionali.
Risultati in precedenza raggiunti	Il progetto inizierà nel 2023.
Ricadute sul territorio	Il progetto consentirà sia di potenziare un laboratorio di sequenziamento massivo all'avanguardia sia di consolidare e sviluppare nuove tecnologie integrate per la medicina digitale di grande interesse pubblico, rafforzando gruppi di lavoro già molto attivi a scala internazionale. È pensabile che il progetto possa favorire l'innovazione e il trasferimento di best practices nel sistema della sanità regionale.
Attività previste nel 2023	Inizio attività operative del progetto.

5. OUTSIDERS

Acronimo	OUTSIDERS
Titolo	Officine Urbane Trasformative: Strumenti Innovativi nella Didattica, nell'Educazione e nelle Relazioni Sociali
Data inizio	10/09/2020
Durata (mesi)	36
Ente finanziatore e riferimento	Fondazione con il Sud – Fondo dell'impresa sociale "Con i Bambini", soggetto Attuatore del "Fondo per il Contrasto della Povertà Educativa Minorile"
Settore	ICT – Società dell'Informazione
Contributo (quota CRS4)	Euro 40.954
Altri partner	Panta Rei Sardegna (capofila), Comune di Cagliari, Centro di Giustizia Minorile della Sardegna, Sardex spa, cooperativa TutteStorie, Associazione di Promozione Sociale Re-Coh.
Sommario e obiettivi	Il progetto si occupa di povertà educativa e propone di agire nella duplice direzione di sostenere e rafforzare la qualità delle relazioni e di alimentare legami sociali fiduciari, moltiplicando i talenti e costruendo capitale sociale. Operativamente si tratta di attivare nel territorio di Cagliari 4 Officine Urbane (Officina Famiglia, Officina Scuola, Officina Bambini e Ragazzi, Officina Comunità) e una Base (spazio fisico e relazionale di co-progettazione e innovazione) per trovare soluzioni condivise e multifattoriali al problema della

	povertà educativa, riattivare i contesti educanti dei bambini e dei ragazzi, catalizzare le risorse di un'intera comunità. Contributo CRS4: creazione di strumenti tecnologici educativi, con lo scopo di innovare i percorsi di orientamento rivolti ai ragazzi delle scuole secondarie inferiori, in situazioni di povertà educativa.
Risultati in precedenza raggiunti	Le attività del CRS4 nel progetto sono appena iniziate.
Ricadute sul territorio	Innovazione dei percorsi di orientamento rivolti ai ragazzi delle scuole secondarie inferiori, in situazioni di povertà educativa.
Attività previste nel 2023	• Adattamento strumentazione ICT (SSP) • Formazione ai docenti partecipanti.

9.5 Progetti Regionali su Bandi Competitivi

Ad ottobre 2022 non risultano progetti attivi nel prossimo triennio finanziati da bandi regionali. Si attendono nel corso del 2023 i primi bandi di R&S del nuovo POR FESR (2021-2027).

9.6 Servizi R&S finanziati da commesse private e gare pubbliche

1. APS

Acronimo	APS
Titolo	Supporto al progetto di candidatura alla <i>Tentative List</i> UNESCO
Data Inizio	20/12/2021
Durata (mesi)	24
Ente finanziatore e riferimento	Associazione di Promozione Sociale (APS) la Sardegna verso l'UNESCO
Settore	Tecnologie Digitali per l'Aerospazio
Corrispettivo (oltre IVA)	Euro 65.574
Sommario ed obiettivi	Il progetto riguarda il procedimento di nomina dei Monumenti della Civiltà Nuragica nella lista del Patrimonio dell'Umanità Unesco per i quali è stato già ottenuto l'inserimento nella <i>Tentative List</i> dell'annualità in corso da parte della Commissione italiana Unesco. Il servizio richiesto al CRS4 riguarda il supporto per la parte tecnologica alla predisposizione del dossier di candidatura e, in particolare, si focalizza sulla predisposizione della piattaforma informativa a supporto dell'iniziativa, sullo studio di una metodologia di monitoraggio dei siti, sull'analisi di strumenti collaborativi a supporto dell'animazione territoriale e nel supporto alla predisposizione del Piano di Gestione integrato dei "Monumenti Nuragici della Sardegna".
Risultati in precedenza raggiunti	È stato prodotto uno studio con un'analisi preliminare dell'infrastruttura informativa richiesta, con un approfondimento sulla tematica del monitoraggio e sulle strategie che si possono adottare ai fini della promozione territoriale. Sono stati avviati gli approfondimenti con i partner dell'iniziativa e definiti i requisiti degli strati informativi geografici di cui è necessaria la gestione ai fini dell'operatività. L'iniziativa è di grande impatto sul territorio e consente al CRS4 di mettere a disposizione la propria <i>expertise</i> tecnologica a servizio dei partner di progetto e di fornire indicazioni utili ai fini della sostenibilità dell'iniziativa.
Attività previste nel 2023	Supporto al completamento del dossier di candidatura e del piano di gestione.

2. ARCADIA2

Acronimo	ARCADIA2
Titolo	Assist Rectal CAncer Diagnostics through Artificial intelligence - Fase II
Data Inizio	01/11/2022
Durata (mesi)	9
Ente finanziatore e riferimento	Azienda Ospedaliero Universitaria-AOU di Cagliari
Settore	ICT – Società dell'Informazione
Corrispettivo (oltre IVA)	Euro 62.021 (quota CRS4)
Altri partner	Ennova Research Srl (Mandataria)
Sommario ed obiettivi	La gara pre-commerciale dell'AOU è finanziata da un bando Sardegna Ricerche su fondi POR FESR Sardegna 2014/2020 - Asse Prioritario I Ricerca Scientifica,

	Sviluppo Tecnologico e Innovazione. La gara ha come obiettivo lo sviluppo di un sistema basato su intelligenza artificiale per la diagnosi e stadiazione del cancro del colon retto a partire di immagini ecografiche endorettali tridimensionali. Mentre la fase I aveva prodotto lo studio di fattibilità della soluzione proposta, la fase II ha come oggetto la progettazione e lo sviluppo del prototipo della piattaforma.
Risultati in precedenza raggiunti	Sviluppo di servizi aventi un diretto impatto sul territorio in termini di capacità di diagnosi e di maggiore efficienza delle strutture sanitarie esistenti.
Attività previste nel 2023	Stipula contratto fase II, kick-off meeting con la stazione appaltante e avvio delle attività.

3. CAPONNETTO HUEBER

Acronimo	CAPONNETTO HUEBER
Titolo	Servizi di calcolo HPC
Data Inizio	01/06/2017
Durata (mesi)	60 + 12
Ente finanziatore e riferimento	Caponnetto Hueber SL (Valencia)
Settore	Infrastrutture Computazionali e di Bioscienze & Progetti Smart
Corrispettivo (oltre IVA)	<i>da definire</i>
Sommario ed obiettivi	Caponnetto Hueber è una società franco-spagnola con la quale abbiamo un contratto di fornitura di servizi HPC che si rinnova dal 2017. La fornitura di servizi di calcolo per il cliente riguarda le simulazioni numeriche per la progettazione e sviluppo dell'imbarcazione sportiva (Luna Rossa). Il servizio ci impone standard elevati sia nell'efficienza dell'infrastrutture di calcolo che nei servizi di supporto e di helpdesk. Per Caponnetto Hueber abbiamo inoltre studiato un servizio di remote desktop per la visualizzazione e manipolazione dei loro modelli CFD. Sempre per questo cliente abbiamo creato un sistema complesso ed efficiente per la gestione dei progetti e delle priorità, fortemente integrato con il cluster di calcolo. Il sistema permette loro di gestire con molta elasticità la vasta mole di lavoro del team, consentendo loro di decidere in tempo reale e su lavori già sottomessi, a quale di questi ultimi dare la precedenza e quali invece limitare.
Risultati in precedenza raggiunti	Il rapporto di fornitura di risorse di calcolo e di supporto a Caponnetto Hueber è al suo terzo rinnovo. Grazie anche al rapporto di fiducia conquistato negli anni con il cliente, abbiamo ottenuto il contratto di fornitura di risorse di calcolo HPC con il Team Luna Rossa.
Attività previste nel 2023	• Rinnovo del contratto di fornitura di servizi di calcolo; • Integrazione di nuovi strumenti hardware e software per potenziare il servizio.

4. DP AIRC

Acronimo	DP-AIRC
Titolo	Improving prostate cancer prognostication through an integrated approach
Data inizio	29/07/2021
Durata (mesi)	43
Ente finanziatore e riferimento	Università degli studi di Torino
Settore	Informatica Visuale e ad Alta intensità di Dati
Corrispettivo (oltre IVA)	Euro 77.049

Sommario e obiettivi	Il Turin Prostate Cancer Prognostication (TCP) è uno studio osservazionale di coorte promosso dal Dipartimento di Scienze Mediche dell'Università degli Studi di Torino, finanziato dalla Fondazione AIRC per la ricerca sul Cancro e avviato nel corso del 2021 presso l'AOU Città della Salute e della Scienza di Torino. Altri partner del progetto TCP sono l'Azienda Ospedaliero-Universitaria Città della Salute e della Scienza di Torino, il Centro di Riferimento per l'Epidemiologia e la Prevenzione Oncologica in Piemonte, l'Università di Bologna, l'Azienda Unità Sanitaria Locale di Bologna, l'Azienda Ospedaliero-Universitaria di Bologna, il Policlinico Sant'Orsola-Malpighi e la Karolinska Universitet. Lo studio TCP punta a sviluppare, tramite un nuovo approccio integrato, un modello prognostico per il tumore della prostata che possa orientare al meglio il percorso terapeutico del paziente. L'obiettivo del CRS4 nell'ambito dello studio è l'attività di gestione delle immagini completamente anonimizzate dei vetrini digitali del Progetto mediante la Piattaforma di Digital Pathology del CRS4, che verrà configurata nell'ambito dello studio per supportare l'analisi dei vetrini e il miglioramento degli attuali modelli prognostici per la patologia del cancro alla prostata, secondo le tempistiche e le modalità di realizzazione previste nel Progetto.
Risultati in precedenza raggiunti	Avvio delle attività e primi test sulle immagini acquisite nel corso dello studio. Configurazione e manutenzione della piattaforma di Digital Pathology del CRS4 per il supporto allo studio e attività di supporto all'analisi delle immagini dei vetrini scansionati.
Ricadute sul territorio	Applicazione diretta di risultati di attività di ricerca e mantenimento sul territorio di personale specializzato e conoscenze. Supporto ad attività di ricerca di rilievo per la comunità scientifica nel campo della patologia digitale, mediante sistemi open source, con applicazione a malattie ad alto impatto.
Attività previste nel 2023	Prosecuzione delle attività utilizzando la piattaforma di <i>digital pathology</i> .

5. FITOAGRIS

Acronimo	FITOAGRIS
Titolo	Creazione di un centro per i monitoraggi fitosanitari in ambito forestale
Data Inizio	01/06/2021
Durata (mesi)	24
Ente finanziatore e riferimento	AGRIS
Settore	Tecnologie Digitali per l'Aerospazio
Corrispettivo (oltre IVA)	Euro 15.000
Sommario ed obiettivi	Il progetto prevede la realizzazione di una piattaforma di supporto per la gestione delle azioni di monitoraggio fitosanitario delle sugherete sotto il profilo entomologico e dei vivai sotto il profilo patologico. La piattaforma, che deve essere accessibile tramite browser da qualunque dispositivo avente connessione Internet, prevede due strati applicativi distinti: uno per il monitoraggio delle sugherete e l'altro per il monitoraggio dei vivai. L'interfaccia della piattaforma è orientata a semplificare i flussi operativi del processo di monitoraggio a partire da: • inserimento/aggiornamento dei nuovi dati; • produzione della reportistica; • export dei dati. Il sistema è completato da una interfaccia WebGIS per la rappresentazione delle informazioni, attraverso la quale è possibile perimetrare le aree di interesse da cui si derivano i piani di volo degli elicotteri per i trattamenti. L'accesso alla piattaforma è per sua natura di tipo riservato per i soli operatori autorizzati.

Risultati in precedenza raggiunti	Completata la componente relativa al monitoraggio delle sugherete, pronta per essere installata su server esterni. Avviata la componente relativa al monitoraggio dei vivai
Attività previste nel 2023	Completamento della componente vivai e consegna finale della piattaforma.

6. ISPIRIXEDDU

Acronimo	ISPIRIXEDDUS
Titolo	Acquisizione mobile di ambienti complessi
Data Inizio	07/06/2018
Durata (mesi)	24 + 12
Ente finanziatore e riferimento	Soprintendenza di Cagliari Oristano e sud Sardegna
Settore	Informatica Visuale e ad Alta intensità di Dati
Corrispettivo (oltre IVA)	Euro 16.000
Sommario ed obiettivi	Il contratto combina attività di ricerca e di servizio e prevede l'acquisizione di una statua fenicia e di una tomba, più successiva ricostruzione 3D e preparazione per la visualizzazione multi-risoluzione. Servizio svolto con strumenti e metodiche derivanti da attività di ricerca CRS4.
Risultati in precedenza raggiunti	Il contratto è iniziato nel 2018 con la pianificazione delle attività ed è continuato nel 2019 con l'acquisizione della statua. Nel 2020 sono stati effettuati i processamenti relativi ed è stata fatturata la prima parte del progetto, che è relativa alla quota maggiore. Le attività relative alla tomba sono state posticipate prima a causa delle limitazioni imposte da normativa COVID-19 e poi da eventi meteo che impongono attività di pulizia/restauro.
Ricadute sul territorio	Applicazione diretta sul territorio di tecnologie derivanti da attività di ricerca. Collaborazione multidisciplinare che favorisce l'uso di <i>best practices</i> per il monitoraggio, la conservazione e la diffusione di conoscenze legati al patrimonio culturale.
Attività previste nel 2023	Completamento del contratto.

7. OROTELLI

Acronimo	OROTELLI
Titolo	Museo Multimediale Salvatore Cambosu nell'ambito del progetto Sistema Museale del Nuorese, Comune di Orotelli
Data Inizio	13/04/2022
Durata (mesi)	18 (con proroga)
Ente finanziatore e riferimento	PROVINCIA DI NUORO - SETTORE PROGRAMMAZIONE E SVILUPPO
Settore	ICT – Società dell'Informazione
Corrispettivo (oltre IVA)	Euro 100.000
Sommario ed obiettivi	Ideazione, progettazione e sviluppo, installazione e prima sperimentazione del sistema interattivo necessario per la realizzazione del Museo Multimediale Salvatore Cambosu nell'ambito del progetto Sistema Museale del Nuorese, Comune di Orotelli. realizzazione di un progetto di ricerca multimediale e interattivo come format originale di museo divulgativo di letteratura. Il visitatore vivrà gli spazi originari della casa attraverso un percorso modulato con l'uso di nuove tecnologie: superfici interattive, schermi-multitouch, interfacce gestuali, mapping, multivisione, videoproiezioni veicolate da software originali e sistemi interattivi capaci di trasformare la casa stessa in uno spazio-interfaccia in cui accedere ai contenuti museali immersi nella sequenza delle stanze che formeranno così il nuovo percorso espositivo. Il sistema tecnologico sviluppato dal CRS4 sarà utilizzato all'interno degli spazi con l'obiettivo di rendere fruibili i contenuti attraverso applicativi interattivi, raccontando le tematiche e la storia della

	letteratura. La funzione originaria delle singole stanze rimane intatta ma si trasforma in interfaccia digitale per la scoperta dei contenuti. Si costruirà uno spazio scenografico in cui respirare il genius loci di Salvatore Cambosu, narratore e poeta, scoprendone la vita, le opere, la critica e la possibilità di esplorare contenuti e repertori secondo una logica on demand delle installazioni interattive. Il progetto include uno studio di progettazione degli ambienti e della loro funzione, uno studio scientifico sulla progettazione della tecnologia, lo studio scientifico di <i>Interior Design</i>, uno studio di <i>Interaction Design</i> e delle installazioni interattive, la produzione di un progetto esecutivo e di un capitolato tecnico per l'acquisto del materiale a scopo di sperimentazione, lo sviluppo software delle tecnologie e dei prototipi facenti parte del progetto di ricerca, lo sviluppo di eventuali prototipi hardware/software, la configurazione software delle tecnologie e delle tecnologie, l'avvio della fase di sperimentazione sul campo con utenti reali.
Risultati in precedenza raggiunti	-
Ricadute sul territorio	Collaborazione con operatori e portatori di interesse locali per la promozione della cultura. Destagionalizzazione del turismo e promozione del turismo culturale. Innovazione tecnologica nel campo della <i>Human Computer Interaction</i> nel tessuto culturale locale di Orotelli.
Attività previste nel 2023	Completamento del contratto.

10. PIANO DEGLI INDICATORI E DEI RISULTATI DI BILANCIO ATTESI

10.1 Premessa

Il Piano degli indicatori e dei risultati attesi di bilancio di cui all'art. 19 del decreto legislativo 31 maggio 2011, n. 91, disciplinato dall'art.2 del DPCM 18/9/2012, è stato predisposto al fine di adottare un semplice sistema di misurazione degli obiettivi della spesa e del loro effettivo andamento in termini di servizi forniti e di interventi realizzati, nei due momenti di preventivo e consuntivo (Rapporto sui risultati). Il Piano degli indicatori è parte integrante dei documenti di programmazione e di bilancio.

Secondo una logica riconducibile all'armonizzazione contabile adottata a livello nazionale con riferimento a tutti gli enti pubblici e anche alle società che presentano caratteristiche analoghe ad essi, l'attività di programmazione delle attività e dei risultati deve essere espressa nelle forme e nei contenuti particolari previsti dagli artt.1 e 2 del Decreto del Ministero dell'Economia e Finanze del 27.3.2013.

In tale sede, per le società incluse nell'Elenco delle amministrazioni pubbliche inserite nel conto economico consolidato individuate ai sensi dell'articolo 1, comma 3 della legge 31 dicembre 2009, n. 196 e ss.mm., si prevede, in sede di definizione dei documenti di programmazione delle attività da svolgere, l'obbligo di predisposizione di quanto segue:

- il budget economico annuale;
- il budget economico pluriennale;
- la relazione illustrativa o analogo documento;
- il prospetto delle previsioni di spesa complessiva, articolato per missioni e programmi (secondo le classificazioni della nuova contabilità armonizzata);
- il Piano degli indicatori e dei risultati attesi di bilancio.

Fermo restando che la programmazione aziendale costituisce un sistema di elementi coordinati che, per sua natura, non può essere riconducibile all'analisi di un singolo prospetto, con specifico riferimento al Piano degli indicatori e dei risultati attesi di bilancio lo stesso piano fornisce:

- a) una descrizione sintetica dei principali obiettivi che verranno perseguiti all'interno delle strategie aziendali, secondo l'aspetto economico-finanziario e non;
- b) gli indicatori e i target che consentono di misurare ciascun obiettivo e monitorarne il grado di realizzazione;
- c) una proiezione degli stessi obiettivi in un arco temporale triennale.

Gli obiettivi definiti in questa sede sono sostanzialmente riconducibili a due tipologie:

- obiettivi legati alla gestione dei progetti, i quali si riferiscono a misurazioni di efficacia, principalmente legate al tempo di esecuzione e a misurazioni di economicità, connessi al consumo di risorse nella gestione dei progetti. Tali obiettivi sono riferibili a specifici settori di ricerca;
- obiettivi legati all'eccellenza scientifica e all'impatto socio-economico del CRS4 nel suo complesso.

Si evidenzia che lo sviluppo dei documenti di programmazione in argomento consente alla società di testare nuove metodologie e tecniche di misurazione dei risultati a preventivo, secondo logiche manageriali applicate alle amministrazioni pubbliche.

Infatti, sebbene l'attività aziendale sia sempre stata svolta secondo una logica di gestione per obiettivi, in questo nuovo contesto, si modifica l'aspetto legato alla loro formalizzazione, ufficializzandone i contenuti.

Le informazioni di preventivo prodotte secondo gli schemi esposti potranno essere monitorate in corso d'anno e, al termine della gestione, confrontate con i risultati effettivi.

Ciò consente di verificare il corretto svolgimento delle azioni finalizzate al conseguimento degli obiettivi in itinere e di verificare, a consuntivo, il loro effettivo grado di raggiungimento.

Nel corso del monitoraggio che verrà svolto durante l'anno, si avrà la possibilità di intervenire sulle variabili organizzative che sottintendono i processi aziendali. Le informazioni che risulteranno al termine del ciclo di programmazione, gestione e controllo saranno di utilità ai fini del nuovo ciclo di programmazione.

10.2 Obiettivi del Piano

10.2.1 Obiettivi economico-finanziari

In considerazione della natura giuridica della società e della tipologia di attività esercitata (ricerca scientifica e sviluppo tecnologico), non si ritiene di poter annoverare tra gli obiettivi aziendali quelli legati ad aspetti tipici dell'ente pubblico, quali la capacità e velocità di spesa delle risorse finanziarie inserite nel preventivo. Infatti, sebbene la società sia stata inclusa nell'elenco Istat delle pubbliche amministrazioni, si ritiene che ai fini gestionali non si rilevino le caratteristiche di un tradizionale ente pubblico e pertanto, non siano immediatamente applicabili gli indicatori riferiti ai risultati attesi di bilancio, nella loro articolazione per missione e programma.

Invece, sembra maggiormente applicabile il concetto economico di produzione e consumo di risorse attraverso misurazioni del valore della produzione e del correlato costo della produzione.

In questa sede quindi, si ritengono maggiormente espressivi e attinenti alla natura delle attività di ricerca scientifica e sviluppo tecnologico, gli obiettivi insiti nel budget economico preventivo e le misurazioni del controllo di gestione a consuntivo.

Pertanto, ai fini di individuare tali obiettivi, si fa riferimento ai documenti di programmazione denominati Budget economico e Relazione Illustrativa al Budget economico 2023 e al Budget economico pluriennale 2023 - 2025 (ex art. 2 D.M. 27 marzo 2013).

10.2.2 Obiettivi legati alla gestione dei progetti

Obiettivo strategico 1: Valorizzazione della ricerca scientifica e tecnologica, favorendo l'incontro tra ricerca pubblica e imprese.

L'indicatore prescelto è il **valore atteso del portafoglio progetti** (somma dei valori dei contributi complessivi dei progetti di ricerca e sviluppo finanziati). Tutti i Settori (di ricerca e di servizio)

concorrono al raggiungimento del valore target dell'obiettivo. Le fonti informative da cui si ricavano le informazioni necessarie al calcolo degli indicatori sono i sistemi informativi interni del controllo di gestione e i documenti dei progetti.

Obiettivo Operativo	Indicatore	Formula	Scadenza	Target 2023	Referente
Valore atteso portafoglio progetti 2023	Contributi complessivi dei progetti di ricerca e sviluppo finanziati	Somma dei valori	31/12/2023	12 M euro	Tutti i Settori

Obiettivo strategico 2: gestione ottimale, in termini di tempi e di costi, del portafoglio di progetti di ricerca scientifica, sviluppo e innovazione tecnologica rispetto al budget di spesa e al cronoprogramma approvato.

Per ciascun Settore di Ricerca è stato individuato un **progetto di riferimento** su cui monitorare l'indicatore di scostamento temporale e di spesa rispetto al cronoprogramma e al budget approvato. Lo scostamento ammissibile massimo (target) è fissato a un valore minore o uguale al 20% della corrispondente voce di tempo/costo previsto.

Le fonti informative da cui si ricavano le informazioni necessarie al calcolo degli indicatori sono i sistemi informativi interni del controllo di gestione e i documenti di progetto.

Obiettivo Operativo	Indicatore	Formula	Scadenza	Target 2023-2025	Referente
Progetto PASCAL Ente finanziatore UE-Horizon 2020 CDC 6546	scostamento temporale dal cronoprogramma; scostamento dal budget di spesa.	scostamento massimo ammissibile	31/12/2023	< = 20% < = 20%	HPC per Energia e Ambiente
Risorse dedicate (2023): 48.424,30 euro					
Risorse dedicate (2023-2025): 77.181,40 euro					

Obiettivo Operativo	Indicatore	Formula	Scadenza	Target 2023-2025	Referente
Progetto RIALHE Ente finanziatore UE-Erasmus+ CDC 6735	scostamento temporale dal cronoprogramma; scostamento dal budget di spesa.	scostamento massimo ammissibile	31/12/2023	< = 20% < = 20%	ICT-Società dell'Informazione
Risorse dedicate (2023): 48.540,54 euro					
Risorse dedicate (2023-2025): 122.929,93 euro					

Obiettivo Operativo	Indicatore	Formula	Scadenza	Target 2023-2025	Referente
Progetto BY-COVID Ente finanziatore UE-Horizon 2020 CDC 6485	scostamento temporale dal cronoprogramma; scostamento dal budget di spesa.	scostamento massimo ammissibile	31/12/2023	< = 20% < = 20%	Informatica Visuale e ad Alta Intensità di Dati
Risorse dedicate (2023): 27.758,50 euro					
Risorse dedicate (2023-2025): 44.041,88 euro					

Obiettivo Operativo	Indicatore	Formula	Scadenza	Target 2023-2025	Referente
Progetto: DATA CENTER Ente finanziatore RAS CDC 9024	scostamento temporale dal cronoprogramma; scostamento dal budget di spesa.	scostamento massimo ammissibile	31/12/2023	< = 20% < = 20%	Infrastrutture Computazionali e di Bioscienze & Progetti Smart
Risorse dedicate (2023): 1.526.016,10 euro					
Risorse dedicate (2023-2025): 4.143.389,91 euro					

Obiettivo Operativo	Indicatore	Formula	Scadenza	Target 2023-2025	Referente
Progetto APS Ente finanziatore APS Sardegna verso l'Unesco CDC 8507	scostamento temporale dal cronoprogramma; scostamento dal budget di spesa.	scostamento massimo ammissibile	31/12/2023	< = 20% < = 20%	Tecnologie Digitali per l'Aerospazio
Risorse dedicate (2023): 662,40 euro					
Risorse dedicate (2023-2025): 662,40 euro					

10.2.3 Obiettivi legati all'eccellenza scientifica e all'impatto socio-economico

Obiettivo strategico: perseguire gli scopi fondativi del CRS4 così come articolati nel Piano di Attività 2023-2025:

- mantenere l'**eccellenza scientifica**, ovvero la capacità di creare, sviluppare, diffondere e trasferire nuova conoscenza scientifica e know-how tecnologico nei settori strategici di riferimento, e
- rafforzare e consolidare l'**impatto dei risultati** sullo sviluppo sociale, culturale ed economico del territorio.

Segue una Tabella riepilogativa dei principali indicatori di risultato (valore obiettivo o target) fissati per l'anno 2023 e per il Triennio 2023-2025.

Gli indicatori riguardano il **numero atteso (somma di) dei prodotti** della ricerca scientifica, alta formazione, diffusione e trasferimento delle conoscenze scientifiche e tecnologiche alla società e al tessuto produttivo.

Tutti i Settori (di ricerca e di servizio) concorrono al raggiungimento dei valori target degli obiettivi strategici. Le fonti da cui si ricavano le informazioni necessarie al calcolo degli indicatori sono i sistemi informativi interni ed esterni (ad es. database bibliografici).

Indicatori (eccellenza scientifica e impatto socio-economico)	2023 TUTTI i progetti	2023 SOLO progetti istituzionali	2023-2025 TUTTI i progetti
Numero di pubblicazioni scientifiche <i>peer reviewed</i>	45	30	90
Numero di collaborazioni formalizzate con il mondo accademico e scientifico	24	12	40
Numero di collaborazioni formalizzate con il mondo della ricerca industriale	8	4	18
Numero di progetti di R&S&I approvati	8	4	20
Numero di contratti di ricerca industriale approvati	3	1	6
Numero di imprese/organizzazioni che manifestano interesse (attività di formazione /trasferimento tecnologico /utilizzo delle tecnologie sviluppate)	12	6	24
Numero di organizzazioni extra Parco che richiedono servizi delle Piattaforme (HPCN, NGS)	10	6	20
Nuovi prototipi/nuove release/nuovi modelli realizzati (HW/SW)	12	6	32
Numero di partecipazioni e contributi ai consorzi di standardizzazione internazionali	2	2	4
Numero di partecipazioni attive (relazioni orali) a congressi scientifici nazionali e internazionali	15	5	40
Numero di codici open source sviluppati e/o mantenuti	8	4	12
Numero di corsi di avanzamento tecnologico e diffusione delle conoscenze	3	3	8

Numero di stagisti/borsisti (laurea, dottorato, post-doc)	4	4	12
Numero di partecipazioni ad eventi/manifestazioni/esposizioni locali, nazionali ed internazionali	6	3	12
Numero di workshop/convegni organizzati	3	3	8
Numero di scuole superiori partner	1	1	2

11. ALLEGATO 1. BUDGET ECONOMICO 2023 e 2023-2025

Il presente Budget economico 2023 è stato costruito sulla base di un equilibrio economico fondato sui proventi derivanti:

- dai contributi che la Regione Sardegna stanziava annualmente a favore del CRS4 sia per il funzionamento che per il sostenimento delle attività di ricerca in qualità di organismo di ricerca facente parte del sistema regionale della ricerca e innovazione;
- da fonti di finanziamento esterne che il CRS4 procura attraverso la partecipazione a progetti di ricerca finanziati da privati, dalla UE, da altri enti e istituzioni pubbliche e private, regionali, nazionali e estere.

Considerata la natura delle attività svolte dal CRS4, che è condizionata necessariamente dall'andamento economico generale e dalle politiche regionali, nazionali e europee per la ricerca, il quadro economico presentato per il triennio 2023 – 2025 ha un discreto margine di attendibilità per quanto previsto per l'anno 2023 stante le informazioni legate ai progetti di ricerca già avviati al momento della redazione del documento, mentre presenta un maggior grado di variabilità per gli anni 2024 e 2025, derivante dall'incertezza degli esiti procedurali delle proposte ancora in corso di valutazione e dai progetti che si dovrebbero acquisire a seguito della partecipazione a futuri bandi di finanziamento e di altri accordi di tipo privatistico per l'attuazione delle attività di ricerca e sviluppo.

11.1 Situazione economico previsionale del Piano 2023, 2024 e 2025

I Piani economici 2023, 2024 e 2025 prevedono un risultato in sostanziale pareggio, ottenuto considerando in questa prima versione del Piano per l'anno 2023, un contributo regionale ex art. 5 comma 11 - legge 12/2013 (funzionamento) pari a euro 4.454.528,99 e un contributo regionale aggiuntivo specifico per le attività istituzionali di ricerca ex art. 9 L.R. 20/2015 pari a euro 3.197.109,00, come da comunicazione di Sardegna Ricerche – Reg Uff - Prot. Uscita 0004726 del 17/05/2021. Per gli anni 2024 e 2025, non avendo ancora informazioni ufficiali in merito da parte del Socio, si sono ipotizzati i medesimi importi per entrambi i contributi.

La sintesi della situazione economica previsionale per il 2023 e per il triennio 2023, 2024 e 2025 è esposta nell'Allegato 1 previsto dall'art. 2 del DM 27/03/2013:

- Allegato 1 Budget economico 2023
- Allegato 1 Budget economico triennale 2023-2025

Per l'anno 2023, i proventi complessivi ammontano a euro 14.223.842,83, di cui euro 6.572.204,84 derivanti da collaborazioni, progetti, attività di ricerca e contributi in c/capitale (euro 2.151.435,67) e euro 7.651.637,99 da fondi regionali per le attività istituzionali, mentre i costi complessivi ammontano a euro 14.222.354,24.

BUDGET ECONOMICO ANNUALE		ALLEGATO 1 (previsto dall'art. 2, comma 3)	
		Budget 2023	Budget 2022
A) VALORE DELLA PRODUZIONE			
1) Ricavi e proventi per l'attività istituzionale		12.072.407	11.582.213
a) contributo ordinario dello Stato			
b) corrispettivi da contratto di servizio b.1) con lo Stato			
b.2) con le Regioni			
b.3) con altri enti pubblici			
b.4) con l'Unione Europea			
c) contributi in conto esercizio			
c.1) contributi dallo Stato			
c.2) contributi da Regioni		7.651.638	7.501.638
c.3) contributi da altri enti pubblici		3.650.742	3.330.163
c.4) contributi dall'Unione Europea		540.917	706.186
d) contributi da privati			
e) proventi fiscali e parafiscali			
f) ricavi per cessioni di prodotti e prestazioni di servizi		229.110	44.225
2) variazione delle rimanenze dei prodotti in corso di lavorazione, semilavorati e finiti			
3) variazioni dei lavori in corso su ordinazione			
4) incremento di immobili per lavori interni			
5) Altri ricavi e proventi		2.151.436	1.297.247
a) quota contributi in conto capitale imputata all'esercizio			
b) Altri ricavi e proventi			
Totale valore della produzione (A)		14.223.843	12.879.459
B) COSTI DELLA PRODUZIONE			
6) per materie prime, sussidiarie, di consumo e di merci		283.200	341.700
7) per servizi		3.210.414	2.639.365
a) erogazione di servizi istituzionali			
b) acquisizione di servizi		2.673.072	2.073.995
c) consulenze, collaborazioni, altre prestazioni lavoro		460.941	488.969
d) compensi ad organi di amministrazione e di controllo		76.400	76.400
8) per godimento di beni di terzi		321.500	319.500
9) per il personale		7.797.699	7.726.793
a) salari e stipendi		5.920.152	5.913.082
b) oneri sociali		1.288.415	1.344.445
c) trattamento di fine rapporto		547.132	427.266
d) trattamento di quiescenza e simili			
e) altri costi		42.000	42.000
10) ammortamenti e svalutazioni		2.448.772	1.651.980
a) ammortamento delle immobilizzazioni immateriali		44.119	32.540
b) ammortamento delle immobilizzazioni materiali		2.379.653	1.594.440
c) altre svalutazioni delle immobilizzazioni			
d) svalutazioni dei crediti compresi nell'attivo circolante e delle disponibilità liquide			
11) variazioni delle rimanenze di materie prime, sussidiarie, di consumo e merci			
12) accantonamento per rischi		25.000	25.000
13) altri accantonamenti			
14) oneri diversi di gestione		60.200	60.200
a) oneri per provvedimenti di contenimento della spesa pubblica			
b) altri oneri diversi di gestione		60.200	60.200
Totale costi (B)		14.121.784	12.739.538
DIFFERENZA TRA VALORE E COSTI DELLA PRODUZIONE (A-B)		102.059	139.922

BUDGET ECONOMICO ANNUALE		ALLEGATO 1 (previsto dall'art. 2, comma 3)	
		Budget 2023	Budget 2022
	DIFFERENZA TRA VALORE E COSTI DELLA PRODUZIONE (A B)	102.059	139.922
C)	PROVENTI ED ONERI FINANZIARI		
15)	Proventi da partecipazioni, con separata indicazione di quelli relativi ad imprese controllate e collegate		
16)	Altri proventi finanziari		
a)	Da crediti iscritti nelle immobilizzazioni, con separata indicazione di quelli da imprese controllate e collegate e di		
b)	Da titoli iscritti nelle immobilizzazioni che non costituiscono partecipazioni		
c)	Da titoli iscritti nell'attivo circolante che non costituiscono partecipazioni		
d)	Proventi diversi dai precedenti, con separata indicazione di quelli da imprese controllate e collegate e di quelli da controllanti		
17)	Interessi ed altri oneri finanziari	-80.400	-110.350
a)	Interessi passivi		
b)	Oneri per la copertura perdite di imprese controllate e collegate		
c)	Altri interessi ed oneri finanziari	-80.400	-110.350
17bis)	utili e perdite su cambi	-170	-170
	Totale proventi ed oneri finanziari (15+16-17+-17bis)	-80.570	-110.520
D)	RETTIFICHE DI VALORE DI ATTIVITÀ FINANZIARIE		
18)	Revalutazioni		
a)	Di partecipazioni		
b)	Di immobilizzazioni finanziarie che non costituiscono partecipazioni		
c)	Di titoli iscritti nell'attivo circolante che non costituiscono partecipazioni		
19)	Revalutazioni		
a)	Di partecipazioni		
b)	Di immobilizzazioni finanziarie che non costituiscono partecipazioni		
c)	Di titoli iscritti nell'attivo circolante che non costituiscono partecipazioni		
	Totale delle rettifiche di valore (18-19)		
E)	PROVENTI ED ONERI STRAORDINARI		
20)	Proventi, con separata indicazione delle plusvalenze da alienazioni i cui ricavi non sono iscrivibili al n. 5)		
21)	Oneri, con separata indicazioni delle minusvalenze da alienazioni i cui effetti contabili non sono iscrivibili al n. 14) e delle imposte relative ad esercizi precedenti		
	Totale delle partite straordinarie (20-21)		
	Risultato prima delle imposte	21.489	29.402
	Imposte dell'esercizio, correnti, differite e anticipate	20.000	25.000
	AVANZO (DISAVANZO) ECONOMICO DELL'ESERCIZIO	1.489	4.402

BUDGET ECONOMICO PLURIENNALE		ALLEGATO 1 (previsto dall'art. 2, comma 3)				
	Budget 2025		Budget 2024		Budget 2023	
	parziali	totali	parziali	totali		
A) VALORE DELLA PRODUZIONE						
1) Ricavi e proventi per l'attività istituzionale		11.527.390		11.786.595		12.072.407
a) contributo ordinario dello Stato						
b) Corrispettivi da contratto di servizio b.1) con lo Stato						
b.2) con le Regioni						
b.3) con altri enti pubblici						
b.4) con l'Unione Europea						
c) contributi in conto esercizio						
c.1) contributi dallo Stato						
c.2) contributi da Regioni	7.651.638		7.651.638		7.651.638	
c.3) contributi da altri enti pubblici	3.268.989		3.499.984		3.650.742	
c.4) contributi dall'Unione Europea	304.363		359.317		540.917	
d) Contributi da privati						
e) Proventi fiscali e parafiscali						
f) ricavi per cessioni di prodotti e prestazioni di servizi	302.400		275.656		229.110	
2) Variazione delle rimanenze dei prodotti in corso di lavorazione, semilavorati e finiti						
3) Variazioni dei lavori in corso su ordinazione						
4) Incremento di immobili per lavori interni						
5) Altri ricavi e proventi		1.285.654		2.746.496		2.151.436
a) quota contributi in conto capitale imputata all'esercizio	1.285.654		2.746.496		2.151.436	
b) Altri ricavi e proventi						
Totale valore della produzione (A)		12.813.044		14.533.091		14.223.843
B) COSTI DELLA PRODUZIONE						
6) per materie prime, sussidiarie, di consumo e di merci		276.400		325.200		283.200
7) Per servizi		2.436.881		2.631.882		3.210.414
a) erogazione di servizi istituzionali						
b) Acquisizione di servizi	1.995.781		2.095.782		2.673.072	
c) Consulenze, collaborazioni, altre prestazioni lavoro	364.700		459.700		460.941	
d) Compensi ad organi di amministrazione e di controllo	76.400		76.400		76.400	
8) Per godimento di beni di terzi		321.500		321.500		321.500
9) Per il personale		8.050.912		8.064.832		7.797.699
a) Salari e stipendi	6.126.413		6.137.039		5.920.152	
b) Oneri sociali	1.333.304		1.335.617		1.288.415	
c) Trattamento di fine rapporto	566.194		567.176		547.132	
d) Trattamento di quiescenza e simili						
e) Altri costi	25.000		25.000		42.000	
10) Ammortamenti e svalutazioni		1.581.453		3.042.295		2.448.772
a) Ammortamento delle immobilizzazioni immateriali	20.559		39.550		44.119	
b) Ammortamento delle immobilizzazioni materiali	1.560.894		3.002.745		2.379.653	
c) Altre svalutazioni delle immobilizzazioni						
d) Svalutazioni dei crediti compresi nell'attivo circolante e delle disponibilità liquide						
11) variazioni delle rimanenze di materie prime, sussidiarie, di consumo e merci						
12) Accantonamento per rischi					25.000	
13) Altri accantonamenti						
14) Oneri diversi di gestione		57.000		57.400		60.200
a) Oneri per provvedimenti di contenimento della spesa pubblica						
b) Altri oneri diversi di gestione	57.000		57.400		60.200	
Totale costi (B)		12.724.145		14.443.108		14.121.784
DIFFERENZA TRA VALORE E COSTI DELLA PRODUZIONE (A B)		88.898		89.983		102.059

BUDGET ECONOMICO PLURIENNALE		ALLEGATO 1 (previsto dall'art. 2, comma 3)			
	Budget 2025		Budget 2024		Budget 2023
	parziali	totali	parziali	totali	
DIFFERENZA TRA VALORE E COSTI DELLA PRODUZIONE (A B)		88.898		89.983	102.059
C) PROVENTI ED ONERI FINANZIARI					
15) Proventi da partecipazioni, con separata indicazione di quelli relativi ad imprese controllate e collegate					
16) Altri proventi finanziari					
a) Titoli iscritti nelle immobilizzazioni, con separata indicazione di quelli da imprese controllate e collegate e di quelli da controllanti					
b) Titoli iscritti nelle immobilizzazioni che non costituiscono partecipazioni					
c) Titoli iscritti nell'attivo circolante che non costituiscono partecipazioni					
quelli da imprese controllate e collegate e d quelli da controllanti					
17) Interessi ed altri oneri finanziari		-70.415		-70.550	-80.400
a) Interessi passivi					
b) Oneri per la copertura perdite di imprese controllate e collegate					
c) Altri interessi ed oneri finanziari	-70.415		-70.550		-80.400
17bis) utili e perdite su cambi		-115		-120	-170
Totale proventi ed oneri finanziari (15+16-17+17bis)		-70.530		-70.670	-80.570
D) RETTIFICHE DI VALORE DI ATTIVITÀ FINANZIARIE					
18) Rivalutazioni					
a) Rivalutazioni partecipazioni					
b) Rivalutazioni immobilizzazioni finanziarie che non costituiscono partecipazioni					
c) Rivalutazioni titoli iscritti nell'attivo circolante che non costituiscono partecipazioni					
19) svalutazioni					
a) svalutazioni partecipazioni					
b) svalutazioni immobilizzazioni finanziarie che non costituiscono partecipazioni					
c) svalutazioni titoli iscritti nell'attivo circolante che non costituiscono partecipazioni					
Totale delle rettifiche di valore (18-19)					
E) PROVENTI ED ONERI STRAORDINARI					
20) Proventi, con separata indicazione delle plusvalenze da alienazioni i cui ricavi non sono iscrivibili al n. 5)					
21) Oneri, con separata indicazioni delle minusvalenze da alienazioni i cui effetti contabili non sono iscrivibili al n. 14) e delle imposte relative ad esercizi precedenti					
Totale delle partite straordinarie (20-21)					
Risultato prima delle imposte		18.368		19.313	21.489
Imposte dell'esercizio, correnti, differite e anticipate		17.000		18.000	20.000
AVANZO (DISAVANZO) ECONOMICO DELL'ESERCIZIO		1.368		1.313	1.489

Di seguito vengono illustrate le voci evidenziate nei Piani economici 2023, 2024 e 2025.

Valore della Produzione: questa voce comprende: c.2) *contributi da Regioni*, che si riferiscono al contributo annuale di funzionamento stanziato dalla RAS, per via di Sardegna Ricerche, pari a euro 4.454.528,99 per l'anno 2023, 2024 e 2025 e al contributo per i progetti istituzionali di ricerca stanziato dalla Regione Autonoma della Sardegna di cui all'art. 9 L.R. 20/2015 pari a euro 3.197.109 per tutti i tre anni, necessari allo sviluppo dei piani di attività del CRS4; c.3) *contributi da altri enti pubblici*, maturati su progetti di ricerca finanziati su bandi specifici da diversi enti pubblici (ad esempio: progetti finanziati dal Ministero della Salute sulla Linea di finanziamento: Piano operativo salute, Traiettorie 3, ecc.); c.4) *contributi dall'Unione Europea*, erogati direttamente

dalla UE per progetti di ricerca finanziati con il Programma Horizon2020, HORIZON-EURATOM-2021-NRT-01, ecc.; f) *ricavi per cessioni di prodotti e prestazioni di servizi* che si riferiscono a servizi di ricerca forniti prevalentemente a soggetti residenti nel territorio dello Stato Italiano; *altri ricavi e proventi*, per le quote di *contributi in c/capitale* relative agli investimenti pluriennali finanziati da fondi pubblici.

Costi della Produzione: questa voce comprende: *costi per materie prime, sussidiarie, di consumo e di merci*, prevalentemente per i reagenti utilizzati per le attività della Piattaforma di Sequenziamento; i costi *per servizi*: costi per manutenzioni generali e licenze, manutenzioni macchine sequenziatrici, assicurazioni, servizi di guardiana, servizi di pulizie, la mensa dei dipendenti, le trasferte dipendenti, servizi di energia elettrica, servizi per telefonia, linee dati, ecc., oltre ai costi per consulenze, collaborazioni, co.co.co., servizi diversi e altre prestazioni di lavoro (compensi per contratti di collaborazione, lavoro autonomo e altre consulenze generali) e i compensi per l'amministratore unico e per il revisore unico; costi *per godimento beni di terzi*: la voce si riferisce prevalentemente alla locazione degli spazi attrezzati siti nel parco Scientifico e Tecnologico di Pula (CA), in cui opera in CRS4; costi *per il personale*, che comprende l'intera spesa per il personale dipendente; *ammortamenti e svalutazioni*: tale voce si riferisce alle quote di ammortamento dei cespiti; *oneri diversi di gestione*: la voce è costituita dai costi relativi alla gestione ordinaria che non trovano una più precisa collocazione nelle altre voci di bilancio ricomprese nei costi della produzione: essa comprende, tra le voci più significative, una stima per imposte e tasse diverse da quelle sul reddito.

Proventi ed oneri finanziari: la voce più importante è relativa agli interessi (passivi) ed oneri finanziari. L'elevato ammontare di tali componenti negativi di reddito è principalmente dovuto ai tempi di erogazione dei contributi regionali per il funzionamento e i fondi specifici aggiuntivi per le attività di ricerca da parte della Regione Sardegna.

Investimenti: sono previste le acquisizioni di infrastrutture di calcolo e reti e degli interventi di consolidamento delle infrastrutture elettriche con un conseguente miglioramento dell'affidabilità del sistema, nell'ottica di una graduale evoluzione del sistema computazionale e di storage verso un sistema ad alta affidabilità. Inoltre, è prevista l'acquisizione di una nuova macchina sequenziatrice.

Si vuole sottolineare che nelle proiezioni economiche presentate, i costi per i servizi di **energia elettrica** per l'anno2023 hanno tenuto conto dell'attuale situazione di incertezza derivante dagli incrementi esorbitanti delle tariffe energetiche. Per gli anni 2024 e 2025 è stata fatta una valutazione più ottimistica, basata sulla speranza che cessi l'effetto della guerra in Ucraina e della crisi energetica in atto, e si vada verso un riallineamento del valore delle tariffe energetiche rispetto a quelle degli anni passati. Infatti, al momento il costo dell'energia è una variabile di bilancio assolutamente imponderabile e quantificabile correttamente, anche perché in seguito all'aumento dei costi dell'energia, CONSIP ha imposto l'acquisto a prezzo variabile e non fisso.

Conclusioni

Si vuole ribadire che il CRS4, a differenza di altri enti pubblici la cui dotazione finanziaria è a totale carico dello Stato, non ha garantita la copertura annuale dei costi di funzionamento dell'intero Istituto. Come è noto il CRS4 riceve annualmente dalla Regione Sardegna un contributo per il funzionamento e un contributo specifico aggiuntivo per attività di ricerca (come previsto dalla L.R. 20/2015 art. 9, c.1, lett. c) previa approvazione da parte dell'Assessorato alla Programmazione del Programma annuale delle attività del Parco Scientifico e Tecnologico regionale predisposto dall'Agenzia Sardegna Ricerche. La somma di questi contributi ha sempre rappresentato mediamente il 55-65% del fabbisogno economico e finanziario del Centro. La restante parte di proventi (che permette di coprire tutti i costi e avere un risultato economico di pareggio) derivano da fonti di finanziamento esterne che il CRS4 si procura attraverso la partecipazione a progetti di ricerca finanziati da privati, dalla UE, da altri enti e istituzioni pubbliche e private, regionali, nazionali e internazionali.

Come già sopra evidenziato, vista la natura delle attività svolte dal CRS4 che è condizionata necessariamente dall'andamento economico generale e dalle politiche regionali, nazionali e europee per la ricerca, il quadro economico presentato per il triennio 2023 – 2025 ha un discreto margine di attendibilità per quanto previsto per l'anno 2023, mentre presenta un maggior grado di variabilità per gli anni 2024 e 2025, derivante dall'incertezza degli esiti procedurali delle proposte in corso di valutazione e dai progetti che si dovrebbero acquisire a seguito della partecipazione a futuri bandi di finanziamento e di altri accordi di tipo privatistico e dalle variabili geopolitiche difficilmente prevedibili che stanno enormemente condizionando tutti i settori economici, compreso quello della ricerca.

Infine, sotto il profilo finanziario, la situazione sopra descritta sarà subordinata ai tempi di approvazione da parte della Regione Sardegna della legge finanziaria, dei relativi provvedimenti di attuazione e della concreta erogazione dei contributi regionali. Queste tempistiche influiscono sulla gestione delle attività istituzionali del Centro, incidendo sull'andamento dei progetti e sull'indebitamento verso le banche.

12.ALLEGATO 2. PROSPETTO DELLE PREVISIONI DI SPESA

Prospetto delle previsioni di spesa articolato per missioni, programmi, secondo i criteri del DPCM 12.12.2012 (All.2, Decreto MEF 27.3.13)		Classificazione delle spese 2023 per missioni-programmi						TOTALE SPESE
Anno 2023		Missione 01 Servizi istituzionali, generali e di gestione	Missione 01 Servizi istituzionali, generali e di gestione	Missione 01 Servizi istituzionali, generali e di gestione	Missione 01 Servizi istituzionali, generali e di gestione	Missione 01 Servizi istituzionali, generali e di gestione	Missione 14 Sviluppo economico e competitività	
USCITA		Programma 01 Organi istituzionali	Programma 03 Gestione economica, finanziaria, programmazione, provveditorato	Programma 05 Gestione beni demaniali e patrimoniali	Programma 10 Risorse umane	Programma 11 Altri servizi generali	Programma 03 Ricerca e innovazione	
Livello	Descrizione codice economico							
I	Spese correnti							-
II	Redditi da lavoro dipendente							-
III	Retribuzioni lorde				927.095,76		4.993.055,96	5.920.151,72
III	Contributi sociali a carico dell'ente				201.765,82		1.086.649,39	1.288.415,21
II	Imposte e tasse a carico dell'ente							-
III	Imposte, tasse e proventi assimilati a carico dell'ente		56.500					56.500
II	Acquisto di beni e servizi							-
III	Acquisto di beni non sanitari		64.904				280.600	345.504
III	Acquisto di beni sanitari							-
III	Acquisto di servizi non sanitari	79.480	778.265	380.640			2.946.717	4.185.102
III	Acquisto di servizi sanitari							-
II	Trasferimenti correnti							-
III	Trasferimenti correnti a Amministrazioni Pubbliche							-
III	Trasferimenti correnti a Famiglie							-
III	Trasferimenti correnti a Imprese							-
III	Trasferimenti correnti a Istituzioni Sociali Private							-
III	Trasferimenti correnti versati all'Unione Europea e al Resto del Mondo							-
II	Interessi passivi							-
III	Interessi passivi su titoli obbligazionari a breve termine							-
III	Interessi passivi su titoli obbligazionari a medio-lungo termine							-
III	Interessi su finanziamenti a breve termine		80.400					80.400
III	Interessi su Mutui e altri finanziamenti a medio lungo termine							-
III	Altri interessi passivi							-
II	Altre spese per redditi da capitale							-
III	Utili e avanzi distribuiti in uscita							-
III	Diritto reale di godimento e servizi onerosi							-
III	Altre spese per redditi da capitale n.a.c.							-
II	Rimborsi e poste correttive delle entrate							-
III	Rimborsi per spese di personale (comando, distacco, fuori ruolo, convenzioni, ecc...)							-
III	Rimborsi di imposte in uscita							-
III	Rimborsi di trasferimenti all'Unione Europea							-
III	Altri Rimborsi di parte corrente di somme non dovute o incassate in eccesso							-
II	Altre spese correnti							-
III	Fondi di riserva e altri accantonamenti							-
III	Versamenti IVA a debito							-
III	Premi di assicurazione		52.500					52.500
III	Spese dovute a sanzioni, risarcimenti e indennizzi							-
III	Altre spese correnti n.a.c.					35.700		35.700
I	Spese in conto capitale							-
II	Tributi in conto capitale a carico dell'ente							-
III	Tributi in conto capitale a carico dell'ente							-
III	Altri tributi in conto capitale a carico dell'Ente							-
II	Investimenti fissi lordi e acquisto di terreni							-
III	Beni materiali			31.708			4.375.771	4.407.479
III	Terreni e beni materiali non prodotti							-
III	Beni immateriali			6.100			24.400	30.500
III	Beni materiali acquisiti mediante operazioni di leasing finanziario							-
III	Terreni e beni materiali non prodotti acquisiti mediante operazioni di leasing finanziario							-
III	Beni immateriali acquisiti mediante operazioni di leasing finanziario							-
II	Contributi agli investimenti							-
III	Contributi agli investimenti a Amministrazioni pubbliche							-
III	Contributi agli investimenti a Famiglie							-
III	Contributi agli investimenti a Imprese							-
III	Contributi agli investimenti a Istituzioni Sociali Private							-
III	Contributi agli investimenti all'Unione Europea e al Resto del Mondo							-
II	Altri trasferimenti in conto capitale							-
III	Altri trasferimenti in conto capitale per assunzione di debiti di amministrazioni pubbliche							-
III	Altri trasferimenti in conto capitale per assunzione di debiti di Famiglie							-
III	Altri trasferimenti in conto capitale per assunzione di debiti di Imprese							-
III	Altri trasferimenti in conto capitale per assunzione di debiti di Istituzioni Sociali Private							-
III	Altri trasferimenti in conto capitale per assunzione di debiti dell'Unione Europea e del Resto del Mondo							-
III	Trasferimenti in conto capitale per cancellazione di crediti verso amministrazioni pubbliche							-
III	Trasferimenti in conto capitale per cancellazione di crediti verso Famiglie							-
III	Trasferimenti in conto capitale per cancellazione di crediti verso Imprese							-
III	Trasferimenti in conto capitale per cancellazione di crediti verso Istituzioni sociali private							-
III	Trasferimenti in conto capitale per cancellazione di crediti verso Istituzioni sociali private							-
III	Altri trasferimenti in conto capitale all'Unione Europea e al Resto del Mondo							-
III	Altri trasferimenti in conto capitale ad Amministrazioni pubbliche							-
III	Altri trasferimenti in conto capitale a Famiglie							-
III	Altri trasferimenti in conto capitale n.a.c. a Imprese							-
III	Altri trasferimenti in conto capitale a Istituzioni Sociali Private							-
III	Altri trasferimenti in conto capitale all'Unione Europea e al Resto del Mondo							-
II	Altre spese in conto capitale							-
III	Fondi di riserva e altri accantonamenti in c/capitale							-
III	Altre spese in conto capitale n.a.c.							-

Prospetto delle previsioni di spesa articolato per missioni, programmi, secondo i criteri del DPCM 12.12.2012 (All.2, Decreto MEF 27.3.13)		Classificazione delle spese 2023 per missioni-programmi						TOTALE SPESE
Anno 2023		Missione 01 Servizi istituzionali, generali e di gestione	Missione 01 Servizi istituzionali, generali e di gestione	Missione 01 Servizi istituzionali, generali e di gestione	Missione 01 Servizi istituzionali, generali e di gestione	Missione 01 Servizi istituzionali, generali e di gestione	Missione 14 Sviluppo economico e competitività	
USCITA		Programma 01 Organi istituzionali	Programma 03 Gestione economica, finanziaria, programmazione, provveditorato	Programma 05 Gestione beni demaniali e patrimoniali	Programma 10 Risorse umane	Programma 11 Altri servizi generali	Programma 03 Ricerca e innovazione	
I	Spese per incremento attività finanziarie							-
II	Acquisizioni di attività finanziarie							-
III	Acquisizioni di partecipazioni, azioni e conferimenti di capitale							-
III	Acquisizioni di quote di fondi comuni di investimento							-
III	Acquisizione di titoli obbligazionari a breve termine							-
III	Acquisizione di titoli obbligazionari a medio-lungo termine							-
II	Concessione crediti di breve termine							-
III	Concessione crediti di breve periodo a tasso agevolato a Amministrazioni Pubbliche							-
III	Concessione crediti di breve periodo a tasso agevolato a Famiglie							-
III	Concessione crediti di breve periodo a tasso agevolato a Imprese							-
III	Concessione crediti di breve periodo a tasso agevolato a Istituzioni Sociali Private							-
III	Concessione crediti di breve periodo a tasso agevolato all'Unione Europea e al Resto del Mondo							-
III	Concessione crediti di breve periodo a tasso non agevolato a Amministrazioni Pubbliche							-
III	Concessione crediti di breve periodo a tasso non agevolato a Famiglie							-
III	Concessione crediti di breve periodo a tasso non agevolato a Imprese							-
III	Concessione crediti di breve periodo a tasso non agevolato a Istituzioni Sociali Private							-
III	Concessione crediti di breve periodo a tasso non agevolato all'Unione Europea e al Resto del Mondo							-
II	Concessione crediti di medio-lungo termine							-
III	Concessione Crediti di medio-lungo termine a tasso agevolato a Amministrazione Pubbliche							-
III	Concessione Crediti di medio-lungo termine a tasso agevolato a Famiglie							-
III	Concessione Crediti di medio-lungo termine a tasso agevolato a Imprese							-
III	Concessione Crediti di medio-lungo termine a tasso agevolato a Istituzioni Sociali Private							-
III	Concessione Crediti di medio-lungo termine a tasso agevolato all'Unione Europea e al Resto del Mondo							-
III	Concessione crediti di medio-lungo termine a tasso non agevolato a Amministrazione Pubbliche							-
III	Concessione crediti di medio-lungo termine a tasso non agevolato a Famiglie							-
III	Concessione crediti di medio-lungo termine a tasso non agevolato a Imprese							-
III	Concessione crediti di medio-lungo termine a tasso non agevolato a Istituzioni Sociali Private							-
III	Concessione crediti di medio-lungo termine a tasso non agevolato all'Unione Europea e al Resto del Mondo							-
III	Concessione crediti a seguito di escussione di garanzie in favore di Amministrazioni Pubbliche							-
III	Concessione crediti a seguito di escussione di garanzie in favore di Famiglie							-
III	Concessione crediti a seguito di escussione di garanzie in favore di Imprese							-
III	Concessione crediti a seguito di escussione di garanzie in favore di Istituzioni Sociali Private							-
III	Concessione crediti a seguito di escussione di garanzie in favore dell'Unione europea e del Resto del mondo							-
II	Altre spese per incremento di attività finanziarie							-
III	Incremento di altre attività finanziarie verso Amministrazione Pubbliche							-
III	Incremento di altre attività finanziarie verso Famiglie							-
III	Incremento di altre attività finanziarie verso Imprese							-
III	Incremento di altre attività finanziarie verso Istituzioni Sociali Private							-
III	Incremento di altre attività finanziarie verso UE e Resto del Mondo							-
III	Versamenti ai conti di tesoreria statale (diversi dalla Tesoreria Unica)							-
III	Versamenti a depositi bancari							-
I	Rimborso Prestiti							-
II	Rimborso di titoli obbligazionari							-
III	Rimborso di titoli obbligazionari a breve termine							-
III	Rimborso di titoli obbligazionari a medio-lungo termine							-
II	Rimborso prestiti a breve termine							-
III	Rimborso Finanziamenti a breve termine							-
III	Chiusura Anticipazioni							-
II	Rimborso mutui e altri finanziamenti a medio lungo termine							-
III	Rimborso Mutui e altri finanziamenti a medio lungo termine							-
III	Rimborso prestiti da attualizzazione Contributi Pluriennali							-
III	Rimborso prestiti sorti a seguito di escussione di garanzie in favore dell'Amministrazione							-
II	Rimborso di altre forme di indebitamento							-
III	Rimborso Prestiti - Leasing finanziario							-
III	Rimborso Prestiti - Operazioni di cartolarizzazione							-
III	Rimborso prestiti - Derivati							-
I	Chiusura Anticipazioni ricevute da istituto tesoriere/cassiere							-
I	Uscite per conto terzi e partite di giro							-
II	Uscite per partite di giro							-
III	Versamenti di altre ritenute							-
III	Versamenti di ritenute su Redditi da lavoro dipendente							-
III	Versamenti di ritenute su Redditi da lavoro autonomo							-
III	Altre uscite per partite di giro							-
II	Uscite per conto terzi							-
III	Acquisto di beni e servizi per conto terzi							-
III	Trasferimenti per conto terzi a Amministrazioni pubbliche							-
III	Trasferimenti per conto terzi a Altri settori							-
III	Depositi di/presto terzi							-
III	Versamenti di imposte e tributi riscosse per conto terzi							-
III	Altre uscite per conto terzi							-
TOTALE USCITA		79.480	1.032.569	418.448	1.128.862	35.700	13.707.193	16.402.252



CENTRO DI RICERCA, SVILUPPO E STUDI SUPERIORI IN SARDEGNA

Sede Legale: Pula, Loc. Piscina Manna Ed.1
C.F. e P.I. 01983460922
Iscritta al R.E.A. di Cagliari n. 154777
Capitale Sociale sottoscritto €: 2.110.300,00 i.v.

RELAZIONE DEL SINDACO UNICO

Alla Società Sardegna Ricerche, Socio unico del CRS4 S.r.l..

Il Sindaco Unico ha esaminato il progetto di Budget economico annuale 2023, con allegati il Budget economico pluriennale 2023 - 2025, la relazione illustrativa al budget, il prospetto delle previsioni di spesa per l'anno 2023 e il piano degli indicatori e dei risultati attesi di bilancio come previsto dall'art. 2 del D.M. 27 marzo 2013,

A conclusione di tale attività di esame, il Sindaco rende la seguente relazione:

“RELAZIONE AL BUDGET ECONOMICO ANNUALE 2023”

Il Sindaco Unico redige la presente relazione ai sensi dell'articolo 3 del D.M. del 27 marzo 2013 recante i “Criteri e modalità di predisposizione delle Amministrazioni Pubbliche in contabilità civilistica”. Pubblicato in Gazzetta Uff. il 12 aprile 2013, n. 86, S.O. n.29” in attuazione del Dlgs 31.05.2011 n. 91 (armonizzazione dei sistemi contabili e degli schemi di bilancio delle amministrazioni pubbliche).

A norma del citato D.M., il budget economico previsionale delle amministrazioni pubbliche in regime di contabilità civilistica, tra cui sono annoverate le società/enti inclusi nell'elenco delle Pubbliche amministrazioni, è composto dai seguenti documenti:

- il budget economico annuale;
- Il budget economico pluriennale;
- La relazione illustrativa o analogo documento;
- Il prospetto delle previsioni di spesa complessiva articolato per missioni e programmi (secondo le classificazioni della nuova contabilità armonizzata);
- Il piano degli indicatori e dei risultati attesi di bilancio redatto in conformità alle linee guida generali;

Ciò premesso, il Sindaco Unico prende in esame i documenti predisposti:

- > budget economico annuale 2023, redatto secondo l'articolo 16 del sopra richiamato D. Lgs n.91/2011, nonché secondo gli articoli 1 e 2 del D.M. del 21 marzo 2013, risulta costituito dagli allegati previsti dall'articolo 2, comma 4 del predetto D.M.;
- > la relazione illustrativa al budget economico annuale 2023 e il budget economico pluriennale 2023 – 2025, redatto sulla base della già citata normativa;
- > il prospetto delle previsioni di spesa per missioni e programmi, il piano degli indicatori e dei risultati attesi di bilancio per gli esercizi 2023 – 2024 – 2025 espresso nelle forme e nei contenuti particolari previsti dagli articoli 1 e 2 del decreto del MEF del 27 marzo 2013.

Il Sindaco Unico prende in esame il budget economico per l'esercizio 2023 del CRS4 S.r.l. inviato il 28 novembre 2022.

Il Sindaco Unico esamina la corrispondenza dei dati riportati nel budget 2023 con quelli del budget 2022, appurando l'attendibilità delle valutazioni economico - finanziarie e l'esattezza e la chiarezza dei dati contabili presentati nei prospetti di budget e nei relativi allegati.

Si ritiene che il CRS4 S.r.l. abbia osservato le norme che presiedono alla formazione del budget economico. Il progetto di budget relativo al 2023 si compendia nelle seguenti voci che sono poste a raffronto con i dati del budget del 2022, ed è sintetizzabile nella tabella che segue:

	Budget 2023	Budget 2022	differenza	%
Valore della produzione	€ 14.223.843	€ 12.879.459	€ 1.344.384	10,44%
Costi della produzione	€ 14.121.784	€ 12.739.538	€ 1.382.246	10,85%
Risultato Operativo	€ 102.059	€ 139.922	-€ 37.862	-27,06%
Proventi e oneri finanziari	-€ 80.570	-€ 110.520	€ 29.950	-27,10%
Risultato ante imposte	€ 21.489	€ 29.402	-€ 7.912	-26,91%
Imposte d'esercizio	€ 20.000	€ 25.000	-€ 5.000	-20,00%
Avanzo/disavanzo economico dell'esercizio	€ 1.489	€ 4.402	-€ 2.912	-66,17%

Esso espone una **situazione in crescita** rispetto al Budget 2022 anche per effetto del contributo regionale aggiuntivo specifico per le attività istituzionali di ricerca ex art. 9 L.R. 20/2015.

Ciò posto, e nel rinviare per il commento alle singole voci alla predetta relazione illustrativa elaborata dalla Società, il Sindaco Unico si sofferma sui dati ritenuti più significativi.

Il budget espone un saldo economico in equilibrio.

I Piani economici 2023, 2024 e 2025 prevedono un risultato in sostanziale pareggio, ottenuto considerando un contributo regionale di funzionamento pari a euro 4.454.528,99 per gli anni 2023, 2024, 2025, oltre a un contributo regionale aggiuntivo specifico per le attività istituzionali di ricerca ex art. 9 L.R. 20/2015 pari a euro 3.197.109 costante per tutti e tre gli anni in questione. Non avendo informazioni ufficiali né per l'anno 2024 né per l'anno 2025, il contributo è stato considerato costante.

Per l'anno 2023, la voce **valore della produzione** risulta così composta: i proventi complessivi ammontano a euro 14.223.842,83 di cui euro 6.572.204,84 derivanti da collaborazioni, progetti, attività di ricerca e contributi in c/capitale (euro 2.151.435,67) e euro 7.651.637,99 da fondi regionali per le attività istituzionali.

I **costi della produzione** iscritti nel budget per un totale pari ad euro 14.222.354,24 sono formati per lo più dall'intera spesa per il personale dipendente, pari ad euro 7.797.699, e i costi per servizi per euro 3.210.414 che costituiscono rispettivamente, il 54,82% e 22,57% del totale dei costi.

I **proventi e oneri finanziari**, come per gli anni precedenti, si osserva l'elevato ammontare della voce interessi e oneri finanziari, pari ad euro 80.510 tale voce è dovuta ai ritardi nell'erogazione dei contributi regionali per il funzionamento ed i fondi specifici aggiuntivi per le attività di ricerca da parte della Regione Sardegna. Si rileva che tale costo è stato finalmente ridotto rispetto agli altri esercizi.

Infine, in relazione agli **Investimenti** programmati: sono previste le acquisizioni di infrastrutture di calcolo e reti e degli interventi di consolidamento delle infrastrutture elettriche con un conseguente miglioramento dell'affidabilità del sistema, nell'ottica di una graduale evoluzione del sistema computazionale e di storage verso un sistema ad alta affidabilità.

Oltre il budget 2023, è stato predisposto anche il **budget economico pluriennale per gli anni 2023 – 2025**, come prescritto dalla normativa citata in premessa. Il budget economico pluriennale copre un periodo di tre anni ed è formulato in base alla programmazione pluriennale, in termini di competenza economica e presenta un'articolazione delle proposte coincidente con quella del budget economico annuale. Esso va annualmente aggiornato in occasione della

presentazione del budget economico annuale. I piani economici per il triennio individuato prevedono un risultato in sostanziale pareggio.

Descrizione voci	Preventivo 2025	Preventivo 2024	Preventivo 2023
Totale valore della produzione	€ 12.813.044	€ 14.533.091	€ 14.223.843
Totale costi della produzione	€ 12.724.145	€ 14.443.108	€ 14.121.784
Differenza	€ 88.899	€ 89.983	€ 102.059
Totale proventi ed oneri finanziari	€ (70.530)	€ (70.670)	€ (80.570)
Totale imposte d'esercizio	€ (17.000)	€ (18.000)	€ (20.000)
Avanzo economico dell'esercizio	€ 1.369	€ 1.313	€ 1.489

È importante sottolineare che il CRS4 S.r.l., a differenza degli altri enti pubblici di ricerca, la cui dotazione finanziaria per tutte le spese di funzionamento è garantita dallo Stato o dalle Regioni, non ha garantita l'intera copertura annuale dei costi, e svolge autonomamente alcuni progetti di ricerca che permettono di ottenere la completezza della copertura finanziaria necessaria.

Il contributo annuo di funzionamento e il contributo specifico per attività di ricerca erogati dalla RAS rappresentano circa il 53% del fabbisogno economico e finanziario del Centro. Per la restante parte dei proventi necessari per avere un risultato economico di pareggio, il CRS4 S.r.l. si rivolge a fonti di finanziamento esterne, attraverso la partecipazione e progetti finanziati da privati, Unione Europea, e altri enti e istituzioni sia pubbliche sia private.

Si rileva che la Società prevede una diminuzione dei contributi da altri enti pubblici nel corso del triennio 2023 – 2025, nel rispetto del principio della prudenza e dato l'elevato grado di variabilità per gli anni 2023 e seguenti, che deriva sia dall'incertezza degli esiti procedurali dei progetti in corso di valutazione e da quelli che si dovrebbero acquisire, sia dal periodo di transizione tra la vecchia Programmazione 2014-2020 e la nuova Programmazione per il settennio 2021-2027.

Tuttavia, si è cercato di fornire, sulla base dell'andamento storico, una stima dei ricavi previsti e, di conseguenza, sono stati inseriti costi (definiti sulla base dei ricavi) che consentono il mantenimento del sostanziale pareggio del bilancio preventivo.

Per quanto si osserva la rappresentazione dei dati in bilancio, che evidenziano la spesa secondo l'**articolazione per missioni e programmi**, si riporta di seguito una tabella riepilogativa dell'incidenza dell'assorbimento per ogni missione/programma sul totale delle spese.

Missione 01 Servizi istituzionali, generali e di gestione	Programma 01 Organi istituzionali	€ 79.480	0,48%
Missione 01 Servizi istituzionali, generali e di gestione	Programma 03 Gestione economica, finanziaria, programmazione, provveditorato	€ 1.032.569	6,30%
Missione 01 Servizi istituzionali, generali e di gestione	Programma 05 Gestione beni demaniali e patrimoniali	€ 418.448	2,55%
Missione 01 Servizi istituzionali, generali e di gestione	Programma 10 Risorse umane	€ 1.128.862	6,88%
Missione 01 Servizi istituzionali, generali e di gestione	Programma 11 Altri servizi generali	€ 35.700	0,22%
Missione 14 Sviluppo economico e competitività	Programma 03 Ricerca e innovazione	€ 13.707.193	83,57%
	Totale	€ 16.402.252	100%

Al budget annuale e pluriennale è allegato il **piano degli indicatori e dei risultati**, predisposto al fine di misurare gli obiettivi di spesa ed il loro effettivo andamento in termini di servizi forniti e interventi realizzati, nei due momenti di preventivo e consuntivo.

Il Piano degli indicatori e dei risultati attesi di bilancio fornisce:

- una descrizione sintetica dei principali obiettivi che verranno perseguiti all'interno delle strategie aziendali, secondo l'aspetto economico-finanziario e non;
- gli indicatori e i target che consentono di misurare ciascun obiettivo e monitorarne il grado di realizzazione;
- una proiezione degli stessi obiettivi in un arco temporale triennale.

Gli indicatori che misurano gli obiettivi definiti sono essenzialmente riconducibili a due tipologie:

- indicatori di risultato che misurano obiettivi legati alla gestione dei progetti,
- indicatori che misurano obiettivi legati all'eccellenza scientifica e all'impatto socio - economico del CRS4 S.r.l. nel suo complesso.

Anche per il triennio 2023-2025 il Crs4 Srl si impegnerà a perseguire gli scopi fondativi del Centro: mantenere l'eccellenza scientifica, ovvero la capacità di creare, sviluppare, diffondere e trasferire nuova conoscenza scientifica e know-how tecnologico nei settori strategici di

riferimento, e rafforzare e consolidare l'impatto dei risultati sullo sviluppo sociale, culturale ed economico del territorio.

La ricerca scientifica e lo sviluppo tecnologico del CRS4 S.r.l. si basano sull'utilizzo di tecnologie computazionali abilitanti e sulla loro applicazione nei settori delle bioscienze, data-intensive computing, energia e ambiente, società dell'informazione e visual computing. Questi settori tematici si caratterizzano per un elevato contenuto tecnologico ed un rilevante impatto economico e sociale, determinato dalla domanda del mercato globale e dai bisogni della collettività locale.

Il Sindaco Unico ritiene che nella stesura del budget economico triennale e in riferimento ai criteri utilizzati, si è tenuto conto del principio della competenza economica temporale, e che il documento sia redatto con chiarezza e rappresenti una valida e corretta previsione economica del bilancio previsionale pluriennale 2023-2025.

In considerazione di quanto sopra espresso e, tenuto conto che non emergono rilievi o riserve, si ritiene di esprimere parere favorevole all'approvazione del Budget economico annuale per l'anno 2023.

Cagliari, 12 dicembre 2022

IL SINDACO UNICO

DOTT. ENRICO GAIA

Firmato digitalmente da: GAIA ENRICO
Data: 19/12/2022 16:49:42