POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Sessione di Laurea Dicembre 2022

Space Economy: analisi bibliometrica delle principali agenzie spaziali

Relatore:

Federico Caviggioli

Candidato:

Matteo Febbo

Anno Accademico 2021/2022

RINGRAZIAMENTI

Prima di procedere con la trattazione, vorrei dedicare qualche riga a tutti coloro che mi sono stati vicini in questo percorso di crescita durato cinque anni.

Ringrazio tutta la mia famiglia per avermi sostenuto e aver creduto in me nonostante tutte le difficoltà passate. Grazie a tutti i miei fratelli, che, nonostante la lontananza e le mie assenze, mi hanno sempre trasmesso amore e supporto. Grazie a mia madre, alla quale devo tutto e continua a essere la mia prima sostenitrice e la roccia su cui potermi poggiare.

Grazie a Stefano, Alessio e Alessandro. Siete le persone che più mi sono state vicine nei momenti difficili. Grazie per essere ancora con me nonostante tutti questi anni e per poter gioire insieme di questo traguardo.

Grazie a Michele, Davide e a tutti gli amici di giù, che mi supportano da sempre e con cui condivido il dono dell'amicizia.

Ringrazio Silvio, Frank, Federico, Antonio, Enrica e tutte le persone con cui ho stretto legami a Torino, senza di voi non ce l'avrei mai fatta.

Papà, ovunque tu sia, spero tu possa essere orgoglioso di me.

INTRODUZIONE

Oggi, il cosiddetto movimento "New Space", un ecosistema liberalizzato e diversificato convergente con l'economia digitale e sostenuto da una nuova cultura del volo spaziale, è visto come una trasformazione dirompente che mette in discussione i pilastri concettuali chiave dell'industria spaziale, poiché lo spazio esterno è percepito nel nuovo paradigma come una fonte di flussi di reddito e di crescita economica.

Negli ultimi anni, il settore spaziale ha visto un numero crescente di attori che fanno leva su finanziamenti pubblici e privati per avviare ricerche innovative che si rivolgano alla società con nuove soluzioni. Si parla infatti di Space Economy per intendere l'insieme di attività che sono direttamente o indirettamente collegate allo Spazio e a tutto ciò che ne deriva. Grazie alla Space Economy, si è avuta una crescente diffusione di servizi e prodotti legati all'ambito Space, ma che trovano utilizzo anche in altri campi come la logistica, l'agricoltura, la medicina, l'architettura e molte altre, le quali traggono enormi vantaggi dalla tecnologia spaziale e dalla ricerca scientifica.

La seguente tesi si pone l'obiettivo di studiare e analizzare la Space Economy e le agenzie spaziali, basandosi principalmente su un'analisi bibliometrica delle ricerche scientifiche finanziate dalle agenzie negli ultimi anni, in modo da capire come la ricerca influenzi la società.

Il lavoro di tesi si compone di quattro capitoli: nel primo capitolo ci sarà una introduzione sullo Spazio e il suo ruolo sempre più cruciale negli anni, con un focus particolare sulle dinamiche di potere tra gli attori spaziali principali. Nel secondo capitolo analizzeremo la "Space Economy", il suo ecosistema e la sua importanza nell'economia globale. Nel terzo capitolo, vengono mostrati i risultati del lavoro di analisi svolto, nel quale si cerca di creare una mappatura delle principali agenzie spaziali e delle ricerche scientifiche finanziate dalle stesse. Infine, nel quarto e ultimo capitolo, vengono esposte le conclusioni derivanti dal lavoro di tesi.

INDICE

RINGRAZIAMENTI 3

INTRODUZIONE 4

1. RUOLO DELLO SPAZIO NELLA STORIA 7

1.1. POST-GUERRA FREDDA 8

1.2. NUOVE DINAMICHE DI POTERE DAGLI ANNI 2000 9

1.3. UNA NUOVA VISIONE DELLO SPAZIO 10

2. NEW SPACE ECOSYSTEM 13

2.1. SPACE ECONOMY 14

2.2. NUMERI DELLA SPACE ECONOMY 17

2.3. SPACE MARKET BY CLIENT TYPE 20

2.4. SPACE MARKET BY REGION 22

2.5. SPACE MARKET BY APPLICATION 24

2.5.1. NAVIGATION 26

2.5.2. COMMUNICATION 28

2.5.3. EARTH OBSERVATION 29

3. ANALISI BIBLIOMETRICA DELLE AGENZIE SPAZIALI 32

3.1. PERCHÉ UN'ANALISI DELLE PUBBLICAZIONI 34

3.2. METODOLOGIA E DATI RACCOLTI 36

3.3. ANALISI DEL CAMPIONE 39

3.4. COSTO PUBBLICAZIONE 42

3.5. QUALITÁ 43

3.6. ARGOMENTI 46

3.6.1. ARTS HUMANITIES 50

3.6.2. LIFE SCIENCES BIOMEDICINE 51

3.6.3. PHYSICAL SCIENCES 52
3.6.4. SOCIAL SCIENCES 53
3.6.5. TECHNOLOGY 54
3.6.6. SPACE 55
3.7. ANALISI SOURCE 57
3.8. COLLABORAZIONI 61
3.8.1. COAUTORI 61
3.8.2. COLLABORAZIONI TRA AGENZIE SPAZIALI 63
4. CONCLUSIONI 66
INDICE DELLE FIGURE 69
INDICE DELLE TABELLE 71
BIBLIOGRAFIA 72
SITOGRAFIA 76

1. RUOLO DELLO SPAZIO NELLA STORIA

Nel secondo dopoguerra i progressi nella tecnologia aerospaziale, che miravano al controllo dei cieli, si prestavano perfettamente al gioco della competizione politica tra Stati Uniti e Unione Sovietica, rendendo le attività spaziali strettamente connesse alla lotta per il potere.

Una prima "bandierina" nell'esplorazione spaziale viene messa il 4 ottobre 1957, giorno in cui l'Unione delle Repubbliche Socialiste Sovietiche (URSS) lanciò lo Sputnik 1, il primo satellite lanciato in orbita dall'uomo. Dopo solo un mese dal lancio del satellite Sputnik 1, il 3 novembre 1957 i sovietici realizzarono un'impresa spaziale ancora più impressionante, riuscendo a lanciare lo Sputnik 2, un satellite che per la prima volta trasportava un essere vivente, un cane di nome Laika.

Questi due lanci spaziali sono cruciali, poiché mostrano al mondo il vantaggio tecnologico della Russia a discapito degli Stati Uniti. Tuttavia, già prima del lancio dello Sputnik 1 da parte dell'URSS, gli Stati Uniti stavano lavorando alla propria capacità di lanciare un satellite nello spazio: fallirono due volte, prima di riuscirci nel 31 gennaio 1958 con il satellite Explorer. Proprio in quell'anno, le attività di esplorazione spaziale negli Stati Uniti furono consolidate in una nuova agenzia governativa, la National Aeronautics and Space Administration (NASA).

Il 12 aprile 1961 ci fu una svolta importante nell'area dell'esplorazione spaziale, con il lancio del primo uomo nello spazio, il cosmonauta sovietico Yuri Gagarin, che compì un'orbita intorno alla Terra con un volo durato 108 minuti.

Vedendo l'aumento di prestigio che la Russia stava ottenendo, il 25 maggio di quello stesso anno, il presidente John F. Kennedy propose agli Stati Uniti di raggiungere un obiettivo ancor più ambizioso di quello sovietico, riuscire nella missione dell'allunaggio entro la fine del decennio.

Negli anni successivi, la NASA ha fatto progressi verso l'obiettivo del Presidente Kennedy di far atterrare un essere umano sulla Luna, con un programma chiamato

Progetto Gemini, in cui gli astronauti hanno testato la tecnologia necessaria per i futuri voli sulla Luna e la propria capacità di sopportare molti giorni di volo spaziale. Il Progetto Gemini fu seguito dal Progetto Apollo, con il quale, nel 1969, gli Stati Uniti inviarono i primi astronauti sulla Luna e Neil Armstrong fu il primo uomo a mettere piede sulla sua superficie. Questo evento mise un primo punto nella lotta per l'egemonia spaziale tra Russia e USA, con la vittoria di quest'ultima.

1.1. POST-GUERRA FREDDA

Il primo periodo post-Guerra Fredda è stato caratterizzato dal dominio tecnocratico degli Stati Uniti nello spazio. Tra i risultati ottenuti dagli Stati Uniti nel settore spaziale si annoverano il successo dello Space Shuttle e la leadership nell'organizzazione della costruzione della Stazione Spaziale Internazionale (ISS), avvenuta grazie alla collaborazione con molte agenzie spaziali, tra cui l'ASI (Agenzia Spaziale Italiana) nata nel 1988 e l'ESA (European Space Agency) nata nel 1975.

Nel frattempo, la Russia ha registrato il più forte declino dal punto di vista del potere spaziale dal 1957. Sebbene riuscisse a mantenere un ruolo chiave nel settore dei lanci commerciali, i suoi satelliti si deteriorarono in modo significativo, la sua spesa per lo spazio civile diminuì precipitosamente e il suo programma spaziale militare sviluppò ampie lacune di capacità. Questo umiliante periodo di relativo declino per la Russia toccò il fondo agli inizi degli anni 2000, dove, a causa della mancanza di fondi, venne richiesta la deorbitazione della stazione spaziale russa Mir, facendola precipitare in maniera controllata nelle acque dell'oceano Pacifico. Pochi mesi dopo però, la Russia completò con successo il lancio del modulo Zvezda per la ISS, che, insieme alla commercializzazione del booster Proton, segna la rinascita della nazione come potenza spaziale.

Negli anni '90 la Cina, che stava ancora emergendo lentamente come potenza spaziale, ha iniziato a perseguire una strategia di sostituzione delle importazioni, acquisendo tecnologia straniera e imparando a costruirne copie. Con la Russia che

faticava a mantenere una stabilità economica, la Cina ha tratto grandi vantaggi dai prezzi di vendita delle principali tecnologie spaziali russe, soprattutto per le sue future operazioni di volo umano nello spazio, compiendo solo piccoli progressi nelle capacità a breve termine, ma ponendo le basi per una crescita successiva.

Questo periodo ha inoltre visto significativi investimenti cinesi nella ricerca e nello sviluppo del settore militare. La Cina aveva infatti assistito all'uso della guerra spaziale da parte degli Stati Uniti nel Golfo Persico nel 1991 e nei Balcani alla fine degli anni '90 e questo ha convinto Pechino della sua pericolosa inferiorità e della necessità di prepararsi a sfidare e sconfiggere gli Stati Uniti. Il nuovo obiettivo delle forze armate cinesi divenne quindi la superiorità militare in ambito Space per fronteggiare gli Stati Uniti.

1.2. NUOVE DINAMICHE DI POTERE DAGLI ANNI 2000

I primi anni 2000 si caratterizzano per una riduzione della superiorità spaziale degli Stati Uniti, a favore di Cina e Russia, facendo rimanere gli USA leader mondiale nel settore, ma diminuendone la posizione dominante. Infatti, a causa delle guerre in Afganistan e in Iraq, gli Stati Uniti non hanno potuto offrire alcun finanziamento concreto alla NASA, favorendo invece un aumento delle spese militari per sostenere le missioni in Medio Oriente. Con il diminuire dei fondi, la NASA ha iniziato ad appoggiarsi alla Russia per il volo spaziale umano, creando quindi un periodo di dipendenza dalle strutture russe. Per far fronte alle emergenti minacce russe e cinesi, gli Stati Uniti hanno apportato drastiche modifiche alla loro politica spaziale nazionale e alla strategia spaziale di sicurezza nazionale, allontanando il tradizionale nazionalismo nel settore spaziale verso l'impegno internazionale, compresa la cooperazione operativa con gli alleati.

Mentre gli USA incontravano molte difficoltà, la Russia ha approfittato dei problemi degli Stati Uniti, intraprendendo un forte percorso di ricostruzione del programma spaziale a partire dagli anni 2000. L'idea era quella di puntare su uno

dei pochi elementi di prestigio rimasti alla nazione russa: i razzi per i voli spaziali umani. La Russia aveva infatti l'unica base di lancio per raggiungere l'ISS, facendole assumere un ruolo di leadership. Sfruttando questa posizione cruciale all'interno dell'ecosistema dell'ISS e grazie anche alla crescita economica tra il 2003 e il 2007, La Russia ha visto rinascere il proprio settore spaziale. Tuttavia, nonostante il netto miglioramento economico del programma spaziale russo, rimaneva evidente il divario con gli Stati Uniti nel settore militare spaziale. Proprio per provare a colmare queste lacune, la Russia ha iniziato a testare un suo sistema anti-satellitare, intraprendendo esperimenti anche in prossimità di alcuni satelliti occidentali, facendo quindi salire la tensione internazionale.

Come la Russia, anche la Cina si è mossa agli inizi degli anni 2000 per aumentare il proprio prestigio e potere spaziale, al fine di avvicinarsi alla posizione da leader degli Stati Uniti. La Cina non avanzò solo dal punto di vista tecnologico ed economico in ambito Space, ma cercò di affermarsi come leader spaziale internazionale fondando l'Asia Pacific Space Cooperation Organization (APSCO), modellandola sull'Agenzia Spaziale Europea (ASE), con all'interno membri come Iran, Mongolia, Pakistan e altri. Tuttavia, a causa della netta superiorità economica e tecnologica della Cina rispetto agli altri stati membri, l'APSCO non diede vantaggi alla Cina, ma divenne più un aiuto alle altre nazioni, che potevano adesso far affidamento sulle tecnologie cinesi per far avanzare i propri studi. In ambito militare, la Cina ha continuato negli anni con i suoi programmi contro-spaziali, mostrando l'impegno a sviluppare una capacità spaziale militare offensiva da utilizzare in un futuro conflitto.

1.3. UNA NUOVA VISIONE DELLO SPAZIO

Il settore Space, da sempre nelle mani di una cerchia stretta di istituzioni, è cambiato agli inizi degli anni 2010 e, grazie a un maggior interesse da parte del settore privato, merita una rivisitazione del modello di potere spaziale su cui basarsi. Fino a qui abbiamo parlato della corsa allo spazio come competizione tra "tecnocrazie" rivali, primi fra tutti gli Stati Uniti, seguiti da Russia e Cina, che basavano il proprio

potere spaziale sul potere militare. Negli ultimi anni sta emergendo sempre più un modello rivale a quello tecnocratico, ovvero il modello basato sulla "*Netocracy*", in cui l'organizzazione spaziale è più flessibile, disaggregata, basata su architetture distribuite, su una partecipazione preponderante del settore privato, oltre che su numerosi accordi e partnership con stati alleati.

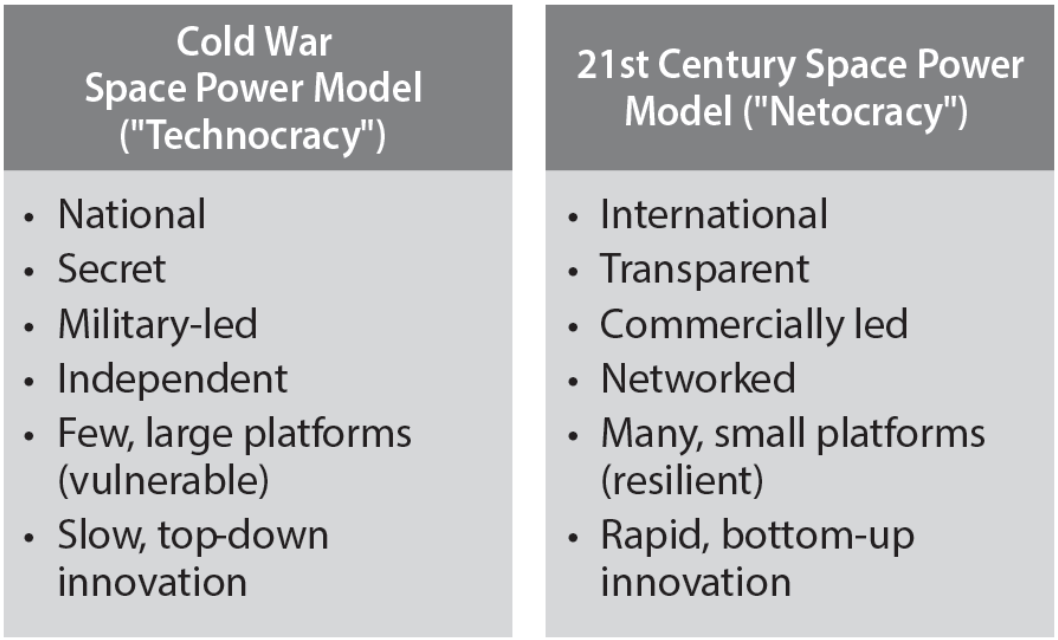


Figura 1. Comparazione di modelli di potere spaziale (Fonte: The changing dynamics of twenty-first-century space power)

Questo cambio di vedute, dal modello tecnocratico al modello "*Netocracy*", è dovuto per la maggiore alla rivoluzione New Space, nella quale lo spazio esterno è percepito come un'opportunità per l'espansione economica e molti investitori ne sono interessati. In questo nuovo ecosistema, nella quale lo spazio viene visto come una democrazia, sono presenti non solo molte multinazionali private, ma anche vere e proprie start-up, che sono più dinamiche e flessibili rispetto alle tradizionali agenzie statali.

Tutto questo movimento sta spingendo gli Stati, soprattutto europei e asiatici, a diventare paesi spaziali emergenti, cercando di dare impulso allo spazio commerciale per la crescita economica e lo sviluppo sostenibile. Tuttavia,

nonostante i sostanziali passi avanti dei paesi emergenti, è essenziale notare come gli investimenti privati stiano avanzando soprattutto nelle nazioni leader, in primis gli Stati Uniti. Questo a causa del fatto che le innovazioni di tecnologie e di modelli di business introdotte dai nuovi arrivati nel settore spaziale vengono assorbite anche dagli attori già consolidati nel mercato, che quindi riescono a adattarsi ai repentini cambiamenti, spesso ottenendo delle collaborazioni con i nuovi arrivati e cercando di occupare le nicchie generate dall'economia emergente.

Nonostante la maggior partecipazione del settore privato, gli investimenti pubblici nello sviluppo delle attività spaziali rimangono essenziali e cruciali. In questo nuovo scenario, si distinguono tre ruoli governativi generali: il governo come principale sviluppatore, il governo come cliente e il governo come partner. Tuttavia, nonostante spesso il governo occupi tutti e tre i ruoli in parallelo, ultimamente si nota una tendenza dei governi verso il ruolo di partner e cliente, affidando la parte di sviluppo ad aziende private. Caratteristica in comune tra ruolo di cliente e ruolo di partner è il trasferimento al settore privato di costi di sviluppo e responsabilità sui rischi dal punto di vista delle spese e delle tempistiche

Un'altra evoluzione degli ultimi anni la si ha nell'ambito della cooperazione internazionale per lo spazio militare. Fino al 2010, le alleanze spaziali internazionali non portavano alcun vantaggio alle tre maggiori potenze mondiali, quali Stati Uniti, Russia e Cina, a causa dell'eccessivo divario economico e tecnologico rispetto ai loro alleati. Tuttavia, a partire dal 2010, questa tendenza è cambiata, in quanto molte nazioni, come India, Italia, Germania e altre, hanno sviluppato ottime capacità economiche e tecnologiche, riuscendo ad essere di grande aiuto nelle missioni spaziali. Di conseguenza le alleanze internazionali hanno assunto un ruolo ancor più importante e marcato nello scenario dello spazio militare.

2. NEW SPACE ECOSYSTEM

Per decenni le attività spaziali sono state dominio esclusivo delle agenzie governative e dei grandi appaltatori, hanno prodotto benefici indiretti come il prestigio internazionale e sono diventate una vera e propria espressione di influenza politica e di vantaggio militare. Ultimamente stiamo assistendo a un cambiamento di approccio, con l'avvento di nuove tecnologie, applicazioni guidate da industrie, modelli di business implementati da compagnie private che stanno permeando il settore e il tutto è dovuto all'aumento vertiginoso delle opportunità commerciali.

L'ecosistema globale delle attività riguardanti lo spazio sta subendo cambiamenti rilevanti, in particolare nell'ultimo decennio. Sta emergendo in modo sempre più dirompente un nuovo ecosistema, che sostituisce il vecchio sistema stato centrico, a favore di una visione dello spazio come opportunità commerciale, basata su ambiziose iniziative private e su modelli di business innovativi. Questo nuovo ecosistema prende il nome di New Space, caratterizzato da attori pubblici che cercano nuovi modi di condurre i programmi spaziali e da attori privati che si interessano sempre più all'ambito Space e cercano nuovi mercati nel campo della progettazione e dello sfruttamento delle risorse aerospaziali.

Figura 2. The New Space Ecosystem (Fonte: Space Venture Europe 2021)

Le fondamenta su cui si poggia questo nuovo ecosistema sono basate sul progresso tecnologico, sull'interesse di nuove aziende private, su una visione dello spazio più commerciale e orientata ai servizi. Grazie allo slancio creato dal movimento New Space, le agenzie spaziali hanno trovato idee e soluzioni innovative da ingegneri e investitori che non appartengono alla comunità spaziale, ma che hanno portato un nuovo approccio ai vari problemi delle agenzie spaziali.

2.1. SPACE ECONOMY

L'introduzione all'ecosistema della New Space consente adesso di avere un focus sui concetti rivoluzionari della Space Economy e di meglio comprenderne la definizione fornita dall'OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico):" *La gamma completa di attività e l'uso delle risorse che creano valore e benefici per gli esseri umani nel corso dell'esplorazione, ricerca, comprensione, gestione e utilizzo dello spazio*". La Space Economy, quindi, va oltre lo stesso settore spaziale, dal momento che influenza qualitativamente e quantitativamente anche altri settori, grazie alla creazione di valore utile per scopi esterni all'ambito Space. Nella Space Economy si possono distinguere il settore spaziale a monte, il settore spaziale a valle e il Terzo settore, contenente altre realtà economiche influenzate dalle attività spaziali.

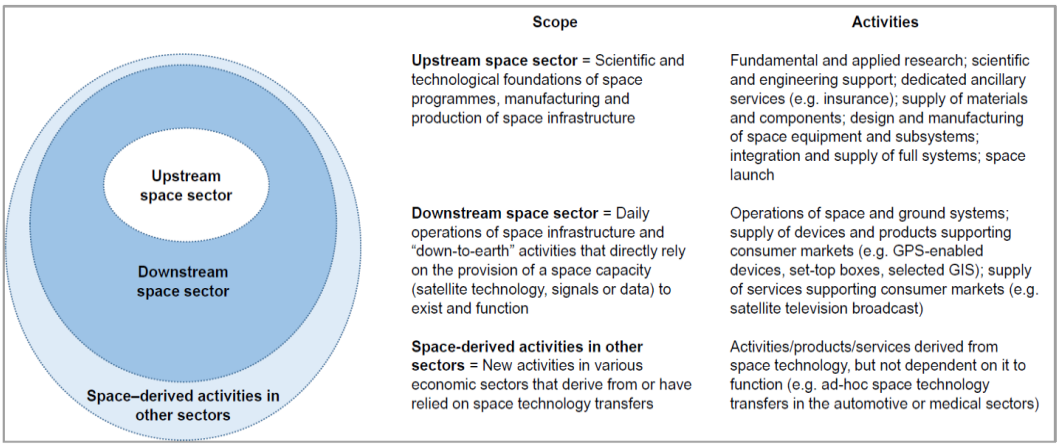


Figura 3. Principali segmenti della Space Economy (Fonte: OECD Handbook on Measuring the Space Economy, 2022)

SETTORE A MONTE:

Il settore a monte (**UPSTREAM**) comprende attività che nascono e finiscono nel settore Space, che vanno dalla ricerca di base alla produzione di sistemi spaziali. In particolare:

- Attività di ricerca e sviluppo, condotte presso privati, istituti specializzati, organizzazioni di ricerca pubblica;
- Servizi ausiliari come consulenza, servizi legali, finanziari e assicurativi;
- Servizi di ingegneria come progettazione e collaudo;
- Fornitura di materiali e componenti per sistemi spaziali e terrestri;
- Progettazione, sviluppo e fabbricazione di apparecchiature elettroniche e meccaniche per satelliti e altri strumenti di ambito Space;
- Integrazione dei sistemi di lancio e dei centri di controllo;

Queste attività sopracitate sono le fondamenta per le attività a valle (**DOWNSTREAM**) e sono principalmente portate avanti dal settore governativo e dalla comunità scientifica.

SETTORE A VALLE:

Il settore a valle (**DOWNSTREAM**) si può considerare come l'insieme delle attività che non avrebbero senso di esistere senza l'utilizzo di dati e segnali satellitari; quindi, tutti i prodotti e i benefici che derivano dall'attività spaziale, destinati ai consumatori e alle imprese. Nello specifico, le attività a valle comprendono:

- Utilizzo dei sistemi satellitari per le comunicazioni e l'osservazione della Terra;
- Servizi di distribuzione dati grazie all'utilizzo sempre maggiore del cloud computing;
- Fornitura di servizi diretti al mercato del consumatore, come trasmissione televisiva e telefonica;
- Fornitura di servizi di precisione, navigazione e cronometraggio;

Queste attività all'interno del settore a valle hanno beneficiato negli ultimi anni dei notevoli progressi dell'intelligenza artificiale e del cloud computing.

TERZO SETTORE:

Esiste poi un terzo settore, che racchiude le attività economiche che si sono progressivamente sviluppate parzialmente o interamente grazie all'uso di tecnologie spaziali. Di conseguenza, questi settori economici, derivano dall'ambito Space, ma non dipendono dalla tecnologia spaziale in modo diretto. Quest'ultimo segmento della Space Economy influenza moltissimi settori, che vanno dall'agricoltura alla medicina, dall'architettura al settore tessile e altri ancora.

SPACE VALUE CHAIN:

La catena del valore della Space Economy parte quindi dal segmento Upstream e prosegue nel segmento Downstream, dove si hanno le capacità satellitari finalizzate al consumatore.

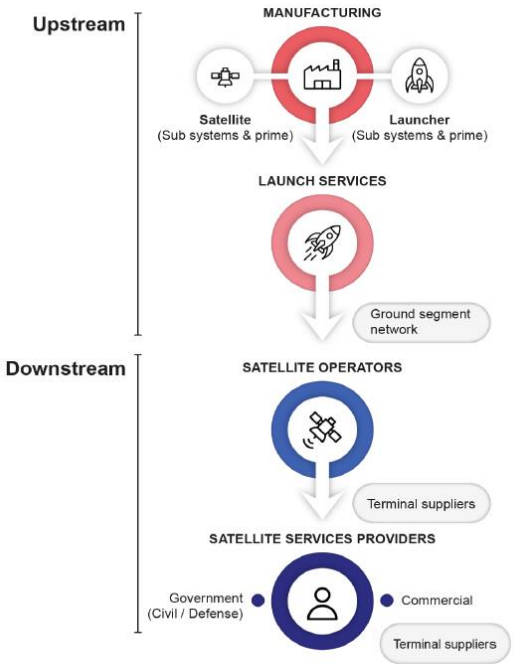


Figura 4. The Space Value Chain (Fonte: Euroconsult)

Seguendo la Value Chain, possono essere identificati diversi stakeholders, attivi su cinque livelli della catena:

- Agenzie governative, che finanziano la ricerca e lo sviluppo della tecnologia spaziale;
- Industria spaziale (monte), che progetta e produce sistemi spaziali e veicoli di lancio;
- Rete di terra (monte), che si occupa della progettazione e fornitura di hardware e software per le stazioni di terra;
- Operatori satellitari (valle), che forniscono servizi di comunicazione, navigazione e informazione agli utenti finali, utilizzando i loro sistemi satellitari;
- Fornitori di servizi (valle), che possono essere sia governativi (civili/militari), sia commerciali, che richiedono soluzioni su misura per le loro esigenze, necessità;

2.2. NUMERI DELLA SPACE ECONOMY

Stimare le dimensioni reali della Space Economy a livello globale è complesso poiché questo settore influenza sempre più anche altre aree economiche che però non sono identificate in modo univoco tramite una divisione e classificazione riconosciuta globalmente. Nel corso degli anni, il settore Space e l'economia da esso generata sono andati sempre più in crescendo, divenendo ormai riconosciuti come tra i più efficaci motori di crescita economica, andando ben oltre il concetto di Space in senso stretto.

A causa della crescita esponenziale, negli ultimi anni si sta marcando sempre più l'attenzione sull'impatto della Space Economy e sulla raccolta dei suoi dati, grazie anche al coinvolgimento di istituti statistici nazionali. Per misurare nel modo più corretto possibile l'espansione dell'economia spaziale, gli istituti utilizzano indicatori economici come la produzione lorda, il valore aggiunto, l'occupazione e altri, che consentono paragoni con altri settori. Come detto prima, la Space

Economy influenza notevolmente anche altri settori economici. Proprio per questo motivo un altro indicatore è il valore aggiunto portato in vari settori, in particolare in quelli manifatturiero, dell'informazione e del commercio all'ingrosso.

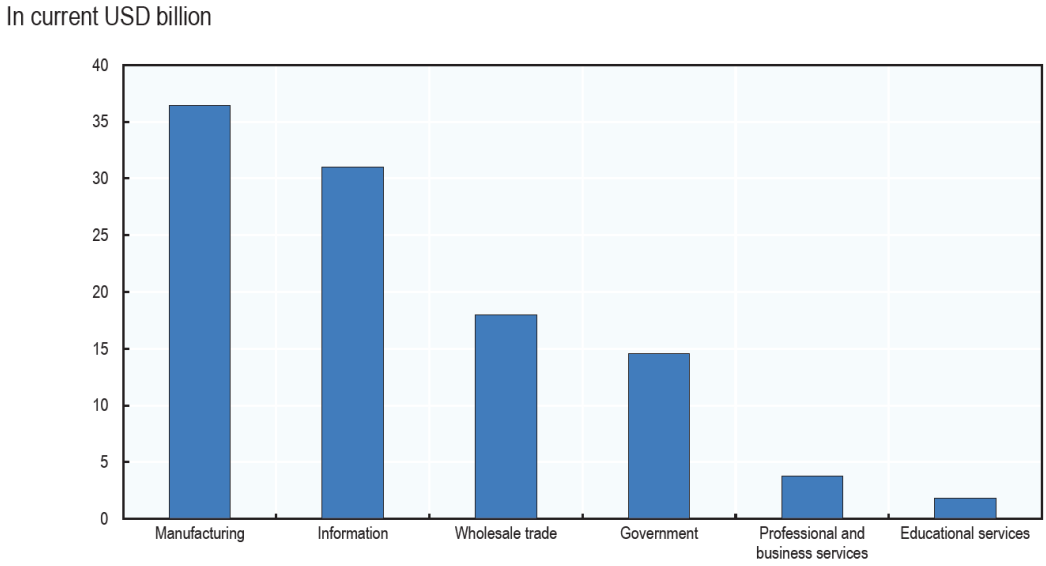


Figura 5. US Space Economy value added by Industry (Fonte: OECD, Space Economy for people, planet and prosperity, 2021)

Per visualizzare nel dettaglio il valore economico della Space Economy, viene riportata l'analisi di Euroconsult, che nel report del 2021 relativo alla Space Economy, stima un valore pari a 370 miliardi di dollari americani.

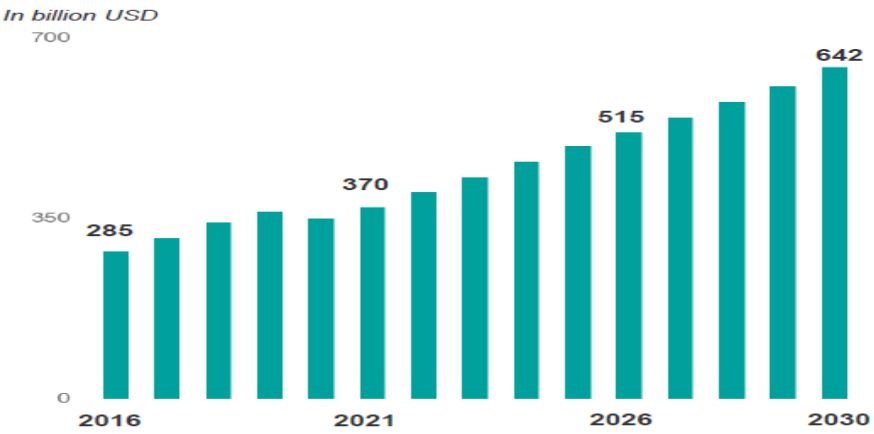


Figura 6. Evolution of the Space Economy 2016-2030 (Fonte: Euroconsult, 2021)

Vedendo la storia e la forte espansione del settore spaziale, si prevede una crescita della Space Economy del 74% entro il 2030, arrivando a toccare un valore di 642 miliardi.

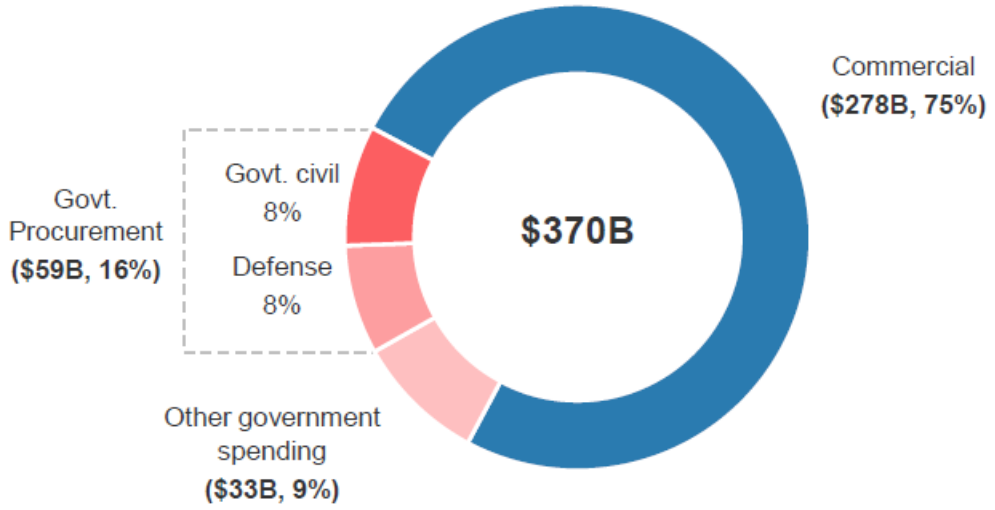


Figura 7. Space Economy Value (Fonte: Euroconsult, 2021)

Il valore attuale della Space Economy, pari a 370 miliardi di dollari, si può scomporre in due primi diversi segmenti: il primo è relativo alla Space Market (337 miliardi di dollari), che include i ricavi dello spazio commerciale e gli appalti governativi contratti con il settore privato; il secondo (33 miliardi di dollari) è relativo ad altre spese interne da parte dei governi.

Nei successivi capitoli verrà analizzata la Space Market Value sotto diversi aspetti, in quanto considerata punto focale della Space Economy.

2.3. SPACE MARKET BY CLIENT TYPE

In questo capitolo verrà analizzata la Space Market Value in base al tipo di cliente, che può essere commerciale, governativo a scopo civile, governativo a scopo di difesa nazionale.

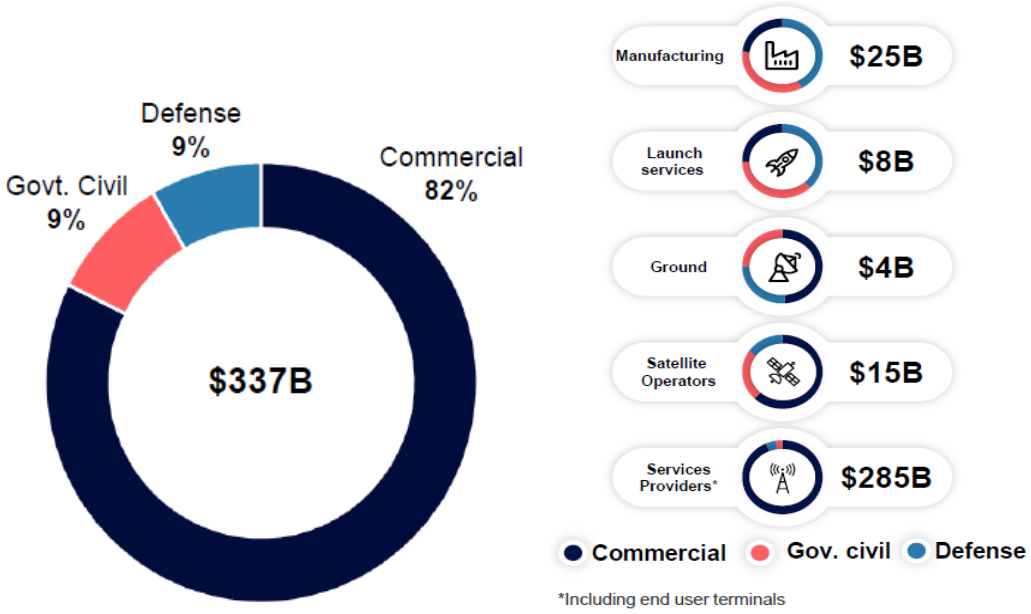


Figura 8. Space Market & Value Chain by Client Type (Fonte: Euroconsult, 2021)

Uno dei capisaldi della New Space e della Space Economy è l'interesse predominante del settore commerciale, a discapito dell'utilizzo della tecnologia Space per finalità di difesa o altri utilizzi civili da parte dei governi e questo lo si nota soprattutto nel segmento dei fornitori di servizi. La maggior parte del valore economico derivante dal settore Space, proviene infatti dal segmento dei fornitori di servizi, mentre meno rilevanti risultano i segmenti relativi al manufacturing e ai servizi di lancio nello spazio.

Volendo aumentare il livello di dettaglio dell'analisi, si studia adesso la distribuzione del valore nei due segmenti in cui è divisibile la Space Market, il segmento UPSTREAM e DOWNSTREAM.

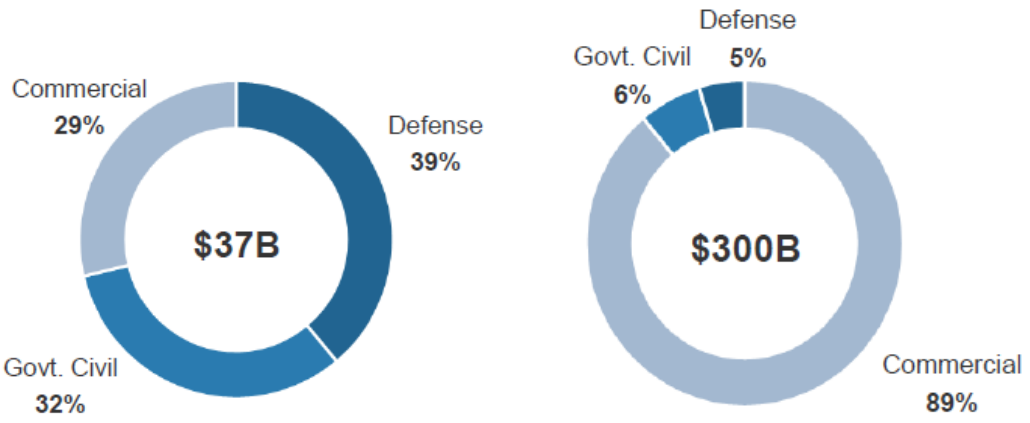


Figura 9. UpStream & DownStream by Client Type (Fonte: Euroconsult, 2021)

Come visto precedentemente in questa trattazione, la Space Economy può essere divisa in due segmenti, UPSTREAM e DOWNSTREAM. La stessa divisione può essere estesa alla Space Market, dove la distribuzione del valore è rispettivamente 37 miliardi di dollari per UPSTREAM, mentre il valore predominante di 300 miliardi di dollari appartiene al segmento DOWNSTREAM. Analizzando nel dettaglio il segmento UPSTREAM, si nota come la distribuzione è invertita rispetto al settore Space nella sua totalità. Infatti, la parte predominante del valore economico è per la difesa e quindi l'ambito militare, mentre la parte commerciale rappresenta solo il 29% dei 37 miliardi di dollari. Nel settore DOWNSTREAM la quasi totalità del valore è determinata dal settore commerciale, soprattutto grazie ai fornitori di servizi; mentre viene attribuito poco valore alla difesa e ai servizi civili.

2.4. SPACE MARKET BY REGION

Un'analisi importante è quella relativa al diverso contributo che le varie nazioni danno al settore economico spaziale. In base alla distribuzione geografica del valore della Space Market, si può capire il diverso livello di dominio dei vari stati all'interno di questo settore commerciale.

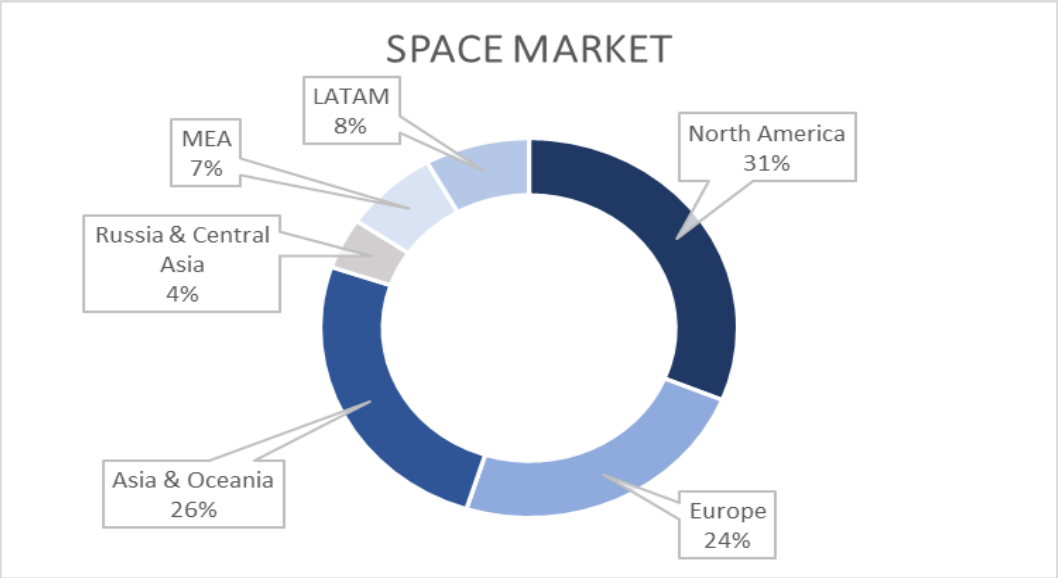


Figura 10. Space Market by Region

Dal grafico sopra posizionato, si osserva come il primato venga attribuito al Nord America, con l'Europa che detiene il 24% della Space Market e si piazza quindi al terzo posto. Questi dati non fanno altro che confermare ciò che si è detto più volte e che si è visto più volte nel corso della storia, ovvero il predominio degli Stati Uniti nel settore spaziale. Dato interessante è il 4% detenuto dalla Russia e dall'Asia Centrale: bisogna ricordare infatti che la Russia ha apportato grossi investimenti nel settore spaziale, ma a scopi difensivi; quindi, si tratta di azioni e scelte che hanno portato un basso profitto economico, ma che hanno consentito un importante rafforzamento del loro settore militare aerospaziale.

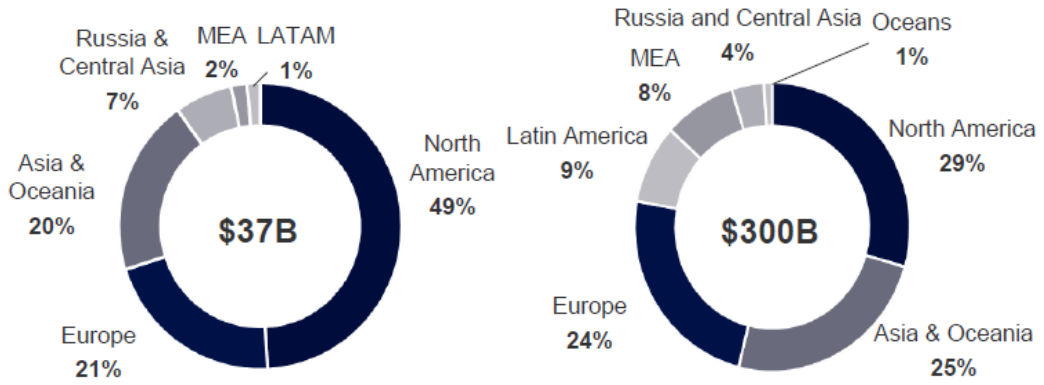


Figura 11. UpStream & DownStream by Region (Fonte: Euroconsult, 2021)

Per la parte UPSTREAM si osserva come l'America del Nord detenga quasi il 50% del segmento, mantenendo quindi la posizione di leader nello sviluppo e nella produzione di sistemi e tecnologie spaziali. Questi dati testimoniano le barriere in ingresso del settore spaziale, caratterizzato da importanti infrastrutture, che consentono quindi agli Stati Uniti di mantenere il predominio nel settore UPSTREAM. Nel segmento DOWNSTREAM, si nota l'ennesimo primato dell'America del Nord, ma con un divario minore sui competitors, se paragonato al segmento UPSTREAM. Questo a testimoniare il maggior interesse globale verso il segmento DOWNSTREAM, in quanto non solo economicamente più interessante, ma anche perché più facilmente accessibile da parte di nuovi attori.

2.5. SPACE MARKET BY APPLICATION

In questo capitolo verrà analizzata la Space Market in base alle applicazioni e alle finalità. Per apprendere al meglio l'analisi, è essenziale una sezione introduttiva dedicata alla Space Technology e in particolare ai satelliti, in quanto tecnologia spaziale di primaria importanza.

SPACE TECHNOLOGY E SATELLITE INDUSTRY:

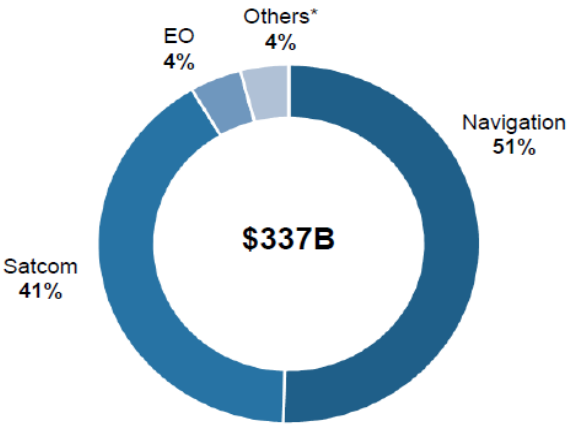
Per Space Technology si intende l'insieme delle tecnologie, delle infrastrutture e degli strumenti, utilizzati nell'ambito Space. Il mondo spaziale si compone di diversi settori economici legati da tutto ciò che riguarda le tecnologie, applicazioni, prodotti e servizi che nascono dall'ambito spaziale e che possono risultare indispensabili per diversi problemi nella vita quotidiana sulla Terra. Tra le varie tecnologie presenti nella New Space, i satelliti e l'infrastruttura dietro questi occupano il ruolo principale. I satelliti sono lo strumento chiave per la raccolta e trasmissione di dati; questi ultimi stanno diventando negli anni sempre più importanti, con un conseguente maggior interesse anche per la loro trasmissione e distribuzione. Per questo motivo si parla di Satellite Industry, inteso come il settore che viene influenzato dai satelliti, dalla loro comunicazione e dall'infrastruttura che vi è dietro. La Satellite Industry può essere suddivisa in due segmenti, Space Segment e Ground Segment; il primo consiste nell'infrastruttura spaziale, mentre il secondo contiene tutte le tecnologie di terra che raccolgono i dati provenienti dallo Space Segment e li distribuiscono.

Nel grafico vengono mostrate solo alcune delle tante attività che ricoprono i satelliti.

Figura 12. Satellite Uses (Fonte: Euroconsult, 2022)

SPACE MARKET BY APPLICATION:

I satelliti risultano quindi indispensabili per tutte queste attività e per i settori che derivano da esse. In particolare, gli utilizzi della tecnologia satellitare possono essere raggruppati in tre macroaree che sono: EO (Earth Observation), Navigation e SATCOM (comunicazione satellitare). Volendo scomporre la Space Market Value secondo queste macroaree, si può analizzare il grafico in basso.



** Includes other commercial activities such as SSA, space logistics and technology demo missions.*

Figura 13. Space Market by Application (Fonte: Euroconsult, 2021)

Analizzando la distribuzione del valore notiamo come il 51% appartiene al segmento Navigazione; la comunicazione satellitare (SATCOM) partecipa per il 41% del valore, mentre l'EO (Earth Observation) solo per il 4%.

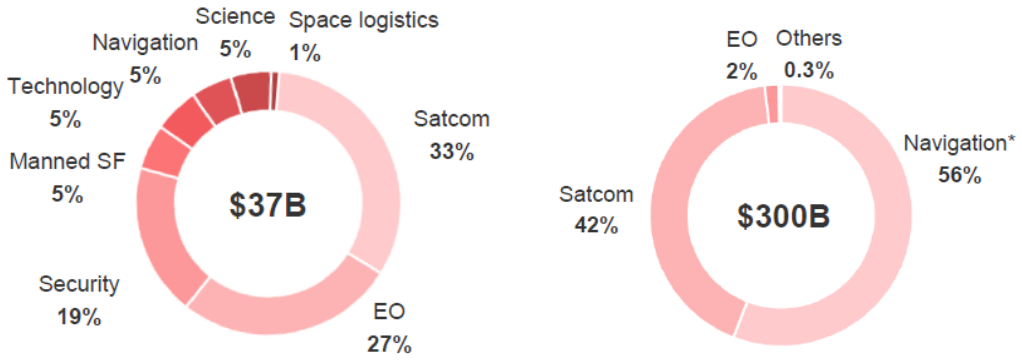


Figura 14. UpStream & DownStream by Application (Fonte: Euroconsult, 2021)

Nel segmento UPSTREAM abbiamo un ventaglio ampio di attività spaziali. Le attività più rilevanti sono la comunicazione satellitare, l'osservazione della Terra e la sicurezza. Nel segmento DOWNSTREAM abbiamo la stessa suddivisione vista nella Space Market Value nella sua totalità, con l'attività di navigazione che occupa ben il 56% del valore, seguita dalla comunicazione satellitare che partecipa con il 43% del valore totale.

Di seguito le analisi separate e dettagliate delle tre macroaree di applicazione della Space Technology.

2.5.1. NAVIGATION

Come visto nei grafici precedenti, la navigazione detiene circa il 50% della Space Market Value, in particolare nel segmento DOWNSTREAM. Il sistema di navigazione satellitare (GNSS) ha come obiettivo la geolocalizzazione, oltre all'elaborazione di dati in tempo reale come il tempo, il tragitto e la velocità. I segnali di navigazione sono al giorno d'oggi alla base di molte importanti attività economiche. È un settore in rapida espansione dato che saranno sempre più richiesti questo tipo di dati, oltre alla loro protezione. Parlando di numeri, PwC ha stimato

un valore per il settore della navigazione pari a 150,7 miliardi di euro nel 2019, mentre prevede possa raggiungere i 324,4 miliardi di euro nel 2029

APPLICAZIONI:

Mobilità: grazie alla navigazione satellitare si ha un nuovo modo di vivere la mobilità, in particolare in strada, grazie alla conoscenza del percorso migliore, oltre alla conoscenza in tempo reale della situazione stradale, eventuali incidenti, monitoraggio del traffico, presenza di lavori stradali e altro. La mobilità si estende anche al segmento marittimo e nell'aviazione. In questi, il sistema satellitare fornisce supporto diretto a chi guida, ma anche al centro di controllo di porti e aeroporti per monitorare mari e cieli, capire le condizioni atmosferiche, rilevare eventuali presenze di mezzi nella rotta e segnalare la propria posizione.

Agricoltura: la navigazione satellitare è molto usata nel segmento più sviluppato del settore agricolo. Questo sistema può essere infatti integrato con droni e altri sistemi di semina per monitorare la situazione, utilizzare la giusta quantità di pesticidi e altri prodotti chimici.

Logistica e trasporto: proprio utilizzando la navigazione satellitare si riesce a controllare meglio tutta la catena di approvvigionamento, oltre ad aver conoscenza in tempo reale della situazione consegne, in modo da poter fare delle previsioni che siano il più accurate possibili.

Altri campi: l'utilizzo della navigazione satellitare trova utilizzo nei campi più disparati e dissimili, come ad esempio la Sharing Economy e il settore assicurativo. Nel primo si utilizza la geolocalizzazione in tempo reale; nel secondo si calcolano il numero di chilometri percorsi da un cliente per consigliargli l'assicurazione più adatta a lui.

Nella figura a pagina seguente, si può avere un quadro generale della situazione relativa ai vari sistemi GNSS integrati dalle diverse nazioni e dalle diverse agenzie spaziali.

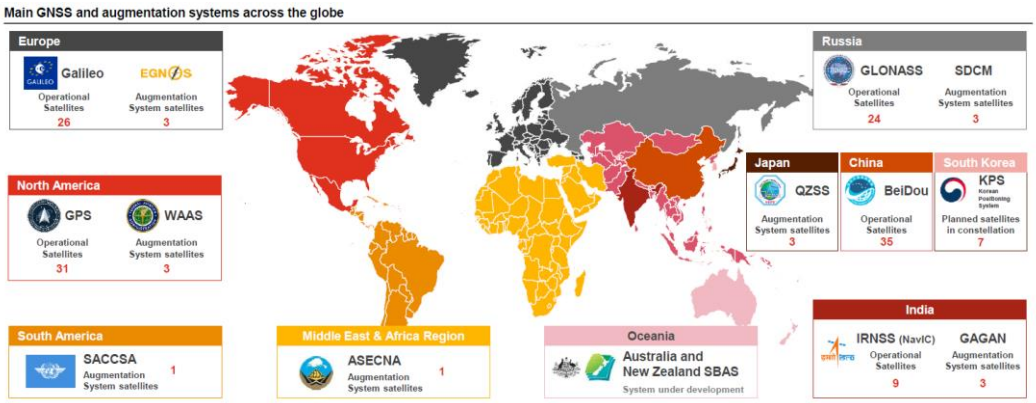


Figura 15. Navigation Systems (Fonte: PwC, 2020)

2.5.2. COMMUNICATION

Per SATCOM si intende la comunicazione satellitare (Satellite Communication), ovvero l'utilizzo di costellazioni di satelliti artificiali che, integrati con sistemi di comunicazione terrestri, forniscono supporto nelle attività di tutti i giorni, grazie a dati e segnali trasmessi in tempo reale. In ambito civile, in ambito commerciale e anche in ambito di difesa, le comunicazioni satellitari svolgono un ruolo fondamentale nel sistema globale delle telecomunicazioni. Tra le attività che rientrano nelle comunicazioni satellitari, o che vi sono connesse, rientrano anche cose che al giorno d'oggi vengono date per scontate, come la TV, servizi di streaming, mobile Voice&Data, radio satellitare e molto altro.

La caratteristica più importante della comunicazione satellitare è, oltre alla velocità dei dati, l'affidabilità degli stessi. Infatti, a differenza di quelle terrestri, le infrastrutture satellitari sono esposte a un minor rischio di sovraccarico e inoltre sono immuni da catastrofi naturali che interrompono le comunicazioni. Per questo motivo, a differenza delle infrastrutture terrestri, le comunicazioni satellitari offrono un livello qualitativamente ottimo dal punto di vista della disponibilità, della copertura, della riservatezza e della resilienza dei dati.

Dal punto di vista commerciale, la comunicazione satellitare sta aumentando vertiginosamente il proprio valore, diventando quindi tra le opportunità più

interessanti del futuro. Nel 2020, PwC stima un valore del settore SATCOM pari a 153 miliardi di dollari, ma con ampi margini di crescita negli anni futuri. Una testimonianza del potenziale del settore SATCOM la si ha negli ingenti investimenti da parte dei più grandi investitori della storia contemporanea, che stanno ottenendo il dominio della comunicazione satellitare, con aziende come SpaceX e OneWeb, che, secondo uno studio condotto da Pwc nel 2020, hanno lanciato complessivamente più di 900 satelliti.

La crescita del settore SATCOM è stata molto influenzata anche dall'avvento del 5G e dal suo notevole interesse e utilizzo nelle attività di tutti i giorni e nelle aziende che decidono di investirci. La domanda degli utenti finali si è canalizzata negli ultimi anni, soprattutto con la pandemia Covid-19, sulla velocità di connessione, su una bassa latenza e un alto throughput, specialmente per le applicazioni 5G. Oltre alla velocità e qualità della connessione, sta nascendo sempre più anche la necessità di potersi connettere da qualsiasi parte del mondo e in qualsiasi momento, come dimostra l'enorme successo dei satelliti Starlink. Per capire l'entità della cosa, basti pensare che da uno studio condotto da Inmarsat nel 2018, si evince che circa il 67% dei passeggeri nei voli, è disposto a prenotare un volo con una compagnia se questa offre il servizio di Wi-Fi sull'aereo. Questi dati giustificano l'enorme investimento che si sta facendo negli ultimi anni in questo settore, in quanto il vantaggio economico che questi sviluppi possono portare è notevole.

2.5.3. EARTH OBSERVATION

Per comprendere L'Earth Observation, si può partire dalla definizione data dal Group on Earth Observations (GEO): "un settore strategico dell'industria spaziale, che consiste nella raccolta di un'ampia varietà di informazioni chimiche, biologiche e fisiche sulla Terra, attraverso tecnologie di telerilevamento" (GEO, 2020). I satelliti per l'osservazione della Terra forniscono informazioni importanti in qualsiasi momento, e da qualsiasi luogo, risultando quindi molto affidabili. La tecnologia legata all'EO è andata sempre più migliorando negli anni, diventando parte fondamentale per la vita sulla Terra, oltre a essere un potenziale generatore di

grandi benefici economici. I dati EO sono alla base di un'ampia gamma di applicazioni, tra cui il monitoraggio della fauna selvatica e della deforestazione; la mitigazione e la gestione dell'impatto dei disastri naturali, tra cui incendi, inondazioni, terremoti e tsunami; la gestione sostenibile delle risorse naturali, come l'energia, l'acqua dolce e l'agricoltura; la previsione, l'adattamento e la mitigazione dei cambiamenti climatici.

I dati EO possono fornire servizi usuali o innovativi a gruppi di cittadini (ad esempio, nel caso dei governi) o di clienti (ad esempio, nel caso delle aziende private) risparmiando denaro, guadagnando efficienza, aumentando l'efficacia e la qualità.

Per comprendere l'utilità dei dati EO, vengono riportati due casi di studio analizzati dall'Associazione europea delle aziende di telerilevamento [EARSC]. Un esempio di utilizzo di dati EO per il miglioramento della qualità e della gestione di un prodotto privato è quello relativo a un gruppo di coltivatori di patate in Belgio. Questo gruppo di coltivatori ha iniziato a utilizzare un'applicazione basata su dati EO per ottenere informazioni sui propri campi per migliorare le pratiche di gestione delle colture. Queste informazioni contribuiscono a migliorare le rese fino al 20% e la qualità complessiva delle patate, aumentando così i ricavi e il reddito degli agricoltori e dell'intera catena del valore dell'industria delle patate (EARSC, 2022).

Il secondo caso di studio riguarda invece il settore delle infrastrutture stradali e la loro gestione, dove un nuovo servizio di mappatura dei movimenti del terreno basato sull'EO sta supportando l'amministrazione pubblica norvegese. L'EARSC stima un beneficio economico compreso tra 3,8 e 8,7 milioni di euro all'anno, derivante principalmente dal risparmio sui costi di costruzione e gestione delle infrastrutture stradali (EARSC, 2022).

Il settore EO sta vedendo un aumento esponenziale di nuovi attori negli ultimi anni. Il mercato si sta infatti sempre più spostando verso grandi costellazioni di piccoli satelliti EO, rendendo quindi più facile l'accesso nel mercato ai nuovi investitori. Una ricerca di PwC condotta nel dicembre del 2020 stima il valore dell'EO market pari a 5,3 miliardi di dollari, divisi in 1,5 miliardi nel settore UpStream, inteso come

costruzione di satelliti EO, la loro configurazione con i sistemi di terra; mentre i restanti 3,8 miliardi di dollari sono del settore DownStream, inteso come l'acquisizione dei dati, il loro processamento, la loro archiviazione e infine la distribuzione degli stessi. Questi dati mostrano l'estremo interesse verso il settore EO, che sta aumentando sempre più il suo peso all'interno del settore Space. Secondo uno studio del 2021 condotto da UCS (Union of Concerned Scientists), la percentuale di satelliti EO rispetto alla totalità degli stessi sta aumentando sempre più negli anni, passando da 16% nell'anno 2014 a 27% attuali; a testimoniare la presa di posizione di questo settore (UCS, 2021).

3. ANALISI BIBLIOMETRICA DELLE AGENZIE SPAZIALI

Il settore aerospaziale è di grande rilevanza per l'ecosistema mondiale, sia per le profonde ricadute sullo sviluppo economico delle singole nazioni, sia per l'importanza strategica che riveste nel campo della ricerca. Dopo aver analizzato il primo aspetto, quello legato allo sviluppo economico, ci concentriamo adesso sull'impatto nella ricerca e sull'importanza della ricerca scientifica finanziata dalle agenzie spaziali.

L'obiettivo della seguente tesi è l'analisi delle principali agenzie spaziali partendo dal confronto dei portafogli di pubblicazioni finanziate dalle stesse. Il fine è quello di creare una mappatura delle agenzie, delle attività che svolgono, dell'importanza che ciascuna di esse ha e inoltre capire su quali tematiche si concentrano maggiormente le ricerche scientifiche. Le agenzie spaziali nazionali, infatti, sono principalmente legate alla ricerca scientifica, ai brevetti e alle missioni spaziali. Tuttavia, in questa trattazione, ci concentreremo principalmente sulla ricerca scientifica, rappresentata dalle pubblicazioni finanziate dalle agenzie spaziali, per comprendere e analizzare gli avanzamenti che possano beneficiare la società.

L'analisi partirà inizialmente con una panoramica generale delle agenzie spaziali, cercando di fornire un dettaglio per le agenzie considerate di maggior interesse, quali la NASA, l'ESA e l'ASI; seguirà poi il tema core della seguente trattazione, ovvero l'analisi delle pubblicazioni scientifiche finanziate dalle Space Agencies.

NATIONAL SPACE AGENCIES:

Tra i principali attori del mondo Space vi sono le agenzie spaziali nazionali: enti governativi impegnati in attività legate allo spazio esterno e all'esplorazione spaziale. Molte nazioni si affidano alle proprie agenzie spaziali per coordinare attività, politiche e investimenti nel settore aerospaziale, in particolare finanziando la ricerca e lo sviluppo della tecnologia. Non esiste un unico modello universale per

lo sviluppo di un'agenzia spaziale. Al contrario, invece, nel corso degli anni sono stati assegnati loro molti scopi e ruoli distinti da parte di diversi governi.

Nel 2022 sono state registrate ben 77 agenzie spaziali nazionali esistenti, di cui 16 con capacità di lancio; questo a testimonianza dell'elevato interesse da parte dei Paesi di avere un programma spaziale nazionale.

Tra le agenzie spaziali nazionali più interessanti che studieremo, troviamo:

NASA: La National Aeronautics and Space Administration (NASA) è l'agenzia spaziale degli Stati Uniti. Nata nel 1958 con l'obiettivo di contrastare il progresso tecnologico dell'Unione Sovietica, attualmente svolge il ruolo di leader nel settore Space, occupandosi della maggior parte dei programmi spaziali e della ricerca aerospaziale globale. Il forte ruolo da leader e il coinvolgimento in quasi tutte le attività spaziali si riflette anche in una forte presenza all'interno delle pubblicazioni scientifiche mondiali;

ESA: L'European Space Agency (ESA) è l'agenzia spaziale Europea, fondata nel 1975 e composta da 22 Stati membri e dalle loro agenzie spaziali. L'Agenzia beneficia di diverse agenzie spaziali invece che di un'unica agenzia spaziale e può lavorare su più programmi spaziali contemporaneamente. Tra le nazioni che contribuiscono maggiormente vi sono la Francia, la Germania e l'Italia.

ASI: L'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) è stata istituita nel 1988 dal governo italiano e è una tra le principali agenzie spaziali all'interno del palcoscenico europeo e mondiale, come testimonia la partecipazione alla costruzione dell'International Space Station (ISS).

3.1. PERCHÉ UN'ANALISI DELLE PUBBLICAZIONI

Tra i numerosi metodi per studiare la Space Economy e le Space Agencies, le analisi bibliometriche delle pubblicazioni scientifiche consentono di tracciare meglio le attività di innovazione nel settore spaziale. Grazie all'analisi delle pubblicazioni, si può vedere come la ricerca e gli avanzamenti della comunità scientifica influenzano e beneficiano la società.

Per analizzare gli articoli scientifici in questa trattazione, ci si affida alla bibliometria, definita come: "Una scienza che utilizza tecniche matematiche e statistiche per analizzare i modelli di distribuzione delle pubblicazioni e per esplorare l'impatto delle stesse all'interno della comunità scientifica" (Pritchard, 1969). La bibliometria e l'analisi bibliometrica si affidano a quelli che si definiscono indicatori bibliometrici. "L'indicatore bibliometrico è un indicatore della qualità o dell'impatto costruito con opportune tecniche statistiche a partire da informazioni elementari ricavate da riferimenti bibliografici contenuti in pubblicazioni scientifiche o in archivi creati appositamente" (Baccini, 2010). Negli indicatori bibliometrici rientrano l'analisi del numero delle pubblicazioni, delle citazioni ricevute e il fattore di impatto della pubblicazione. Il numero di citazioni ricevute è fondamentale per capire la qualità e l'apprezzamento di un articolo nell'ambiente scientifico, nonché per stimare il suo impatto sulle pubblicazioni scientifiche di altri autori.

Dopo l'introduzione all'analisi bibliometrica, ci si concentra adesso nell'analisi degli articoli scientifici; in particolare, viene riportato un grafico inerente la distribuzione geografica degli articoli scientifici altamente citati nella letteratura spaziale.

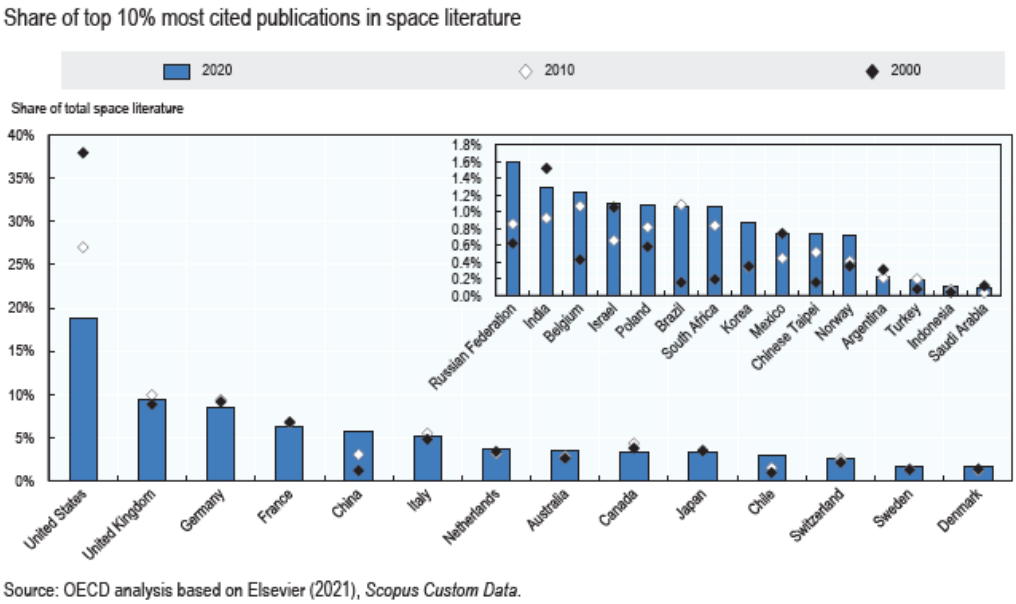


Figura 16. Most Cited Publications in Space Literature (Fonte: OECD, 2021)

Questo grafico ci consente di confrontare i dati del 2020 (barra blu) con i dati del 2010 (bianco) e del 2000 (nero); in questo modo riusciamo ad avere una visione completa degli ultimi due decenni.

La quota di articoli citati è rimasta invariata nei decenni per molti Stati, come Australia, Francia, Germania, Italia, Giappone e Regno Unito; tuttavia, gli Stati Uniti hanno visto una drastica diminuzione, dal 39% al 19% in soli due decenni, a causa della globalizzazione nel settore Space e del crescente interesse verso lo Spazio. La Cina ha notevolmente aumentato la propria quantità e qualità delle pubblicazioni scientifiche in ambito Space, passando dall'1% nel 2000 all'8% nel 2020. Come trattato precedentemente, questo è dovuto alla forte spinta che la Cina ha dato al proprio settore spaziale, diventando una potenza mondiale nel settore e cercando quindi di competere con l'egemonia degli USA.

3.2. METODOLOGIA E DATI RACCOLTI

Il lavoro d'analisi di questa tesi si basa su dati selezionati ed esportati da InCites, una piattaforma dell'editore Clarivate Analytics, che consente di analizzare le performance di ricerca di uno o più autori, di una istituzione o di un'area tematica. I dati, raccolti il 28/06/2022, riguardano le pubblicazioni finanziate dalle più importanti agenzie spaziali e presenti del database Web Of Space (WoS), una banca dati citazionale, anch'essa di proprietà di Clarivate Analytics. Essendo legata a questo database, l'analisi sarà circoscritta alle sole pubblicazioni presenti nel database Web Of Space (WoS); di conseguenza, non verranno analizzate agenzie spaziali come quella cinese, russa o giapponese, in quanto non vi sono pubblicazioni finanziate da loro nel database in questione.

L'analisi partirà con una descrizione del database e una sua visione generale, proseguendo con un focus sulle aree di trattazione delle varie pubblicazioni, sulle fonti su cui sono stati pubblicati gli articoli scientifici, sugli autori e sulle collaborazioni.

Il database si compone di diversi attributi, raggruppabili in due diverse sezioni:

Sezione anagrafica: contiene informazioni sul contenuto delle pubblicazioni, a quale agenzia spaziale fa capo, l'anno di pubblicazione, gli autori che vi hanno lavorato e infine la fonte, ovvero dove è stata pubblicata;

Sezione statistica: fornisce delle statistiche sulla pubblicazione, quante volte è stata citata e altri indicatori che misurano l'utilità e la qualità della stessa;

Gli attributi estrapolati da InCites e appartenenti alla sezione anagrafica sono:

Accession Number: ID univoco della pubblicazione;

DOI: ID standard internazionale (non rilevante);

Pubmed ID: id delle pubblicazioni mediche (non rilevante);

Article Title: titolo;

Authors: elenco autori;

Source: nome del journal su cui è presente la pubblicazione.

Research Area: aree di trattazione;

Document Type: tipo di pubblicazione;

Volume: volume (non rilevante);

Issue: errori (non rilevante);

Pages: numero di pagine della pubblicazione;

Publication Date: anno di pubblicazione;

Times Cited: numero di citazioni ricevute;

Link: link online articolo (non rilevante);

Gli attributi estrapolati da InCites e appartenenti alla sezione statistica sono:

Journal Expected Citations: il numero atteso di citazioni calcolato in base ad altri articoli dello stesso tipo (articolo, recensione, ecc.) pubblicati nella stessa rivista e nello stesso anno;

Category Expected Citations: il numero atteso di citazioni calcolato in base ad altri articoli dello stesso tipo (articolo, recensione, ecc.) pubblicati nelle stesse categorie tematiche e nello stesso anno;

Journal Normalized Citation Impact: il rapporto tra le volte citate e le citazioni attese. Qualsiasi valore superiore a 1 significa che è stato citato più del previsto;

Category Normalized Citation Impact: il rapporto tra le volte citate e le citazioni attese. Qualsiasi valore superiore a 1 significa che è stato citato più del previsto;

Percentile in Subject Area: è un indicatore di qualità basato sulle citazioni ricevute, che determina le performance di un articolo rispetto ad altri del suo settore, anno e tipo di documento; se un articolo ha un valore percentile di 99, allora il 99% degli articoli della stessa Subject Area, dello stesso anno e dello stesso tipo di

documento ha un numero di citazioni inferiore. Nel caso in cui un documento sia assegnato a più di una Research Area, viene utilizzata quella in cui il valore percentile è più vicino a 100 (il valore più performante);

Journal Impact Factor: il fattore di impatto del Journal, calcolato dividendo le citazioni di articoli recenti per il numero di articoli recenti (media mobile). Solo i journal presentano questo valore, non i libri o i documenti di conferenze;

Tra i dati a nostra disposizione, oltre a quelli presenti nel database, sono stati raccolti ai fini dell'analisi anche dati relativi al budget delle agenzie spaziali nell'anno 2021, come mostrato in figura.

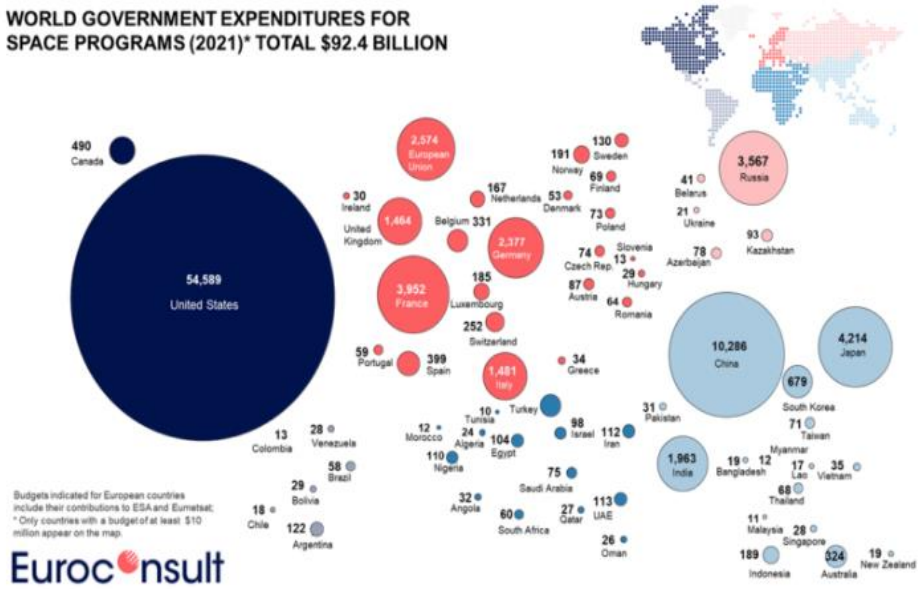


Figura 17. Space Investments by Country (Fonte: Euroconsult, 2021)

Secondo le analisi effettuate dda Euroconsult nel 2021, gli Stati Uniti detengono circa il 59% dei finanziamenti a sfondo Space, a testimoniare il ruolo da leader in questo settore. Anche in Europa vi sono elevati investimenti nelle agenzie spaziali, in particolare per Francia, Germania e Italia, risultando quindi le prime tre a livello europeo.

3.3. ANALISI DEL CAMPIONE

Partendo con un'analisi inziale del database possiamo dire che il dataset contiene 366.526 record e ciascun record è una pubblicazione scientifica. Di queste, ne abbiamo 52.406 (pari al 14,30%) che sono collaborazioni tra agenzie diverse e questo è constatabile dal fatto che abbiamo dei doppi per le varie agenzie, ovvero una stessa pubblicazione appartenente a diverse agenzie spaziali.

Le agenzie studiate sono 10; di seguito l'elenco dei nomi di ciascuna agenzia spaziale, con la rispettiva ripartizione delle pubblicazioni nel database, rappresentato nel grafico delle quantità che segue:

- ASI (Agenzia Spaziale Italiana)
- CanadianSA (Agenzia Spaziale Canadese)
- ESA (Agenzia Spaziale Europea)
- FranceCNES (Agenzia Spaziale Francese)
- GermanDL (Agenzia Spaziale Tedesca)
- IndiaDoS (Agenzia Spaziale Indiana)
- IstraelMOST (Agenzia Spaziale Israeliana)
- NASA (Agenzia Spaziale Statunitense)
- SpaceTelescopeInstiute (Centro Operativo di osservazione degli USA)
- SwedenSSC (Agenzia Spaziale Svedese)

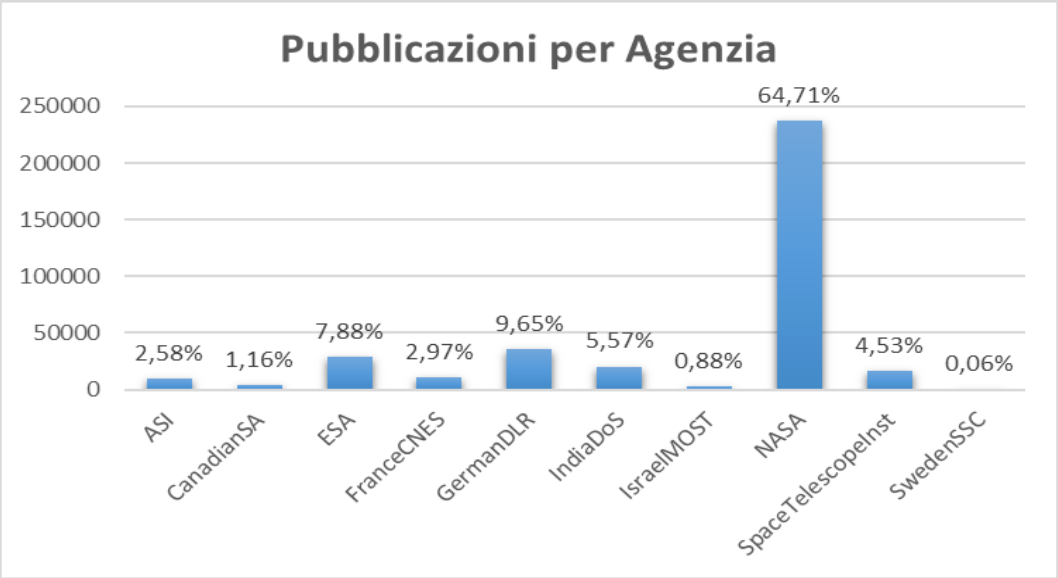


Figura 18. Distribuzione delle Pubblicazioni per Agenzia

Come si vede anche dal grafico, circa il 65% del dataset è composto da pubblicazioni finanziate direttamente o indirettamente dalla NASA; pertanto, i dati risultano sbilanciati verso questa agenzia spaziale.

Figura 19. Distribuzione Pubblicazioni per Anno

Analizzando la distribuzione delle pubblicazioni negli anni, vediamo come questa si estenda dal 1980 al 2022. La tendenza positiva ci fa intendere un maggior investimento nel settore Space, un crescente interesse verso le agenzie spaziali, ma anche una maggiore ricerca da parte delle stesse. Nel dataset sono presenti poche pubblicazioni relative all'anno 2022, poiché sono stati raccolti pochi dati in quanto anno corrente.

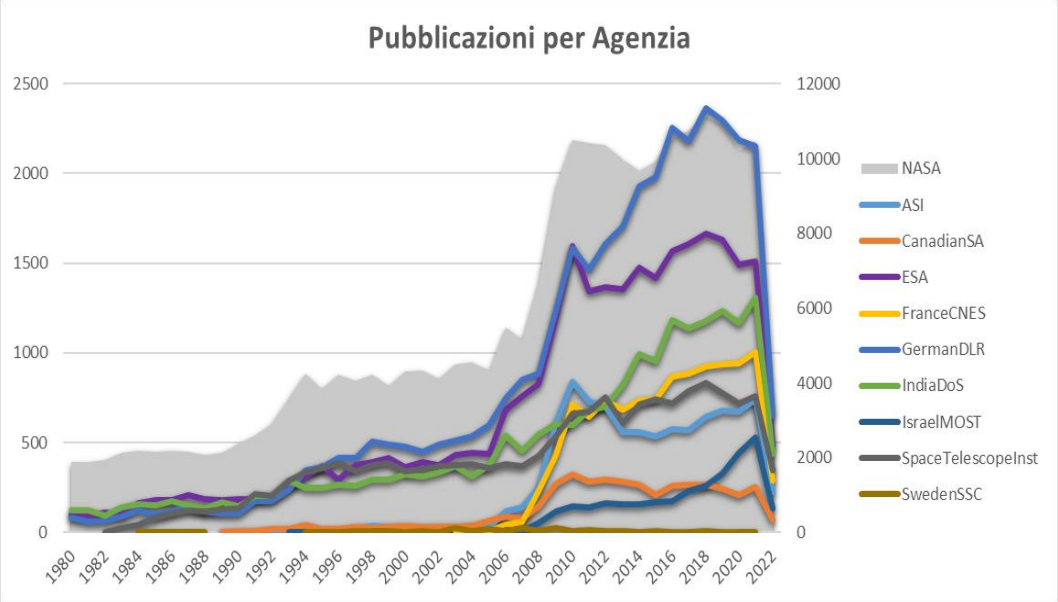


Figura 20. Distribuzione Pubblicazioni per Agenzia e Anno (Per NASA usato asse Y di destra)

Grazie al grafico riportato, possiamo scendere più a fondo nell'analisi e visualizzare l'andamento anno per anno delle agenzie spaziali sul tema delle pubblicazioni scientifiche. In particolare, a causa del numero predominante di pubblicazioni finanziate dalla NASA, si è deciso di analizzare questa prolifica agenzia spaziale plottandola su un asse Y differente (asse Dx), rispetto alle altre agenzie (asse Sx). Per tuttte le agenzie spaziali, in particolare per la NASA, si denota una crescita costante nei finanziamenti alla ricerca, a partire soprattutto dal 2008.

3.4. COSTO PUBBLICAZIONE

Partendo dai dati relativi al budget delle agenzie spaziali, si può pesare il numero di articoli di ciascuna agenzia spaziale nel 2021 per il proprio budget, in modo da capire quale agenzia pubblica maggiormente, rispetto agli investimenti nel programma spaziale, sempre relativamente all'anno 2021. Il rapporto tra budget e numero di articoli finanziati ha doppia valenza di significato: da una parte simboleggia il numero di articoli finanziati rispetto al proprio budget, quindi minore è il rapporto, maggiore sarà l'investimento dell'agenzia spaziale nella ricerca; dall'altra ci fornisce il dato sul costo della singola pubblicazione, quindi maggiore è il rapporto, più elevato sarà il costo di una singola pubblicazione per l'agenzia spaziale.

Tuttavia, il budget delle agenzie spaziali sulla quale si applicano le analisi non è finalizzato tutto nella ricerca e nelle pubblicazioni scientifiche, ma anche e soprattutto nelle missioni spaziali e nella Space Market; infatti, questa statistica è una "approssimazione" per pesare i dati e rapportali alla dimensione dell'agenzia spaziale.

Figura 21. Rapporto Budget/Pubblicazioni per Agenzia (Costo pubblicazione)

Vedendo il budget e il numero di pubblicazioni nel 2021, si nota come l'agenzia israeliana ha un numero elevato di pubblicazioni dato il suo budget. Di conseguenza l'agenzia israeliana ha l'efficienza massima in termini di budget-pubblicazioni. Anche la NASA, nonostante un budget molto elevato, ha un rapporto budget/pubblicazioni relativamente basso, a testimonianza di un interesse e una partecipazione elevata nella ricerca scientifica.

L'agenzia spaziale svedese, invece, ha sole 3 pubblicazioni con un Budget di 130 mln di dollari, di conseguenza si potrebbe affermare che il costo di ogni pubblicazione sia di circa 40 mln di dollari. Tuttavia, questa statistica perde di significato, in quanto bisogna ricordare che le pubblicazioni su cui vengono fatte le analisi in questo elaborato sono un sottoinsieme di quelle totali finanziate dalle agenzie spaziali, in quanto vengono visualizzate solo le ricerche presenti nel database WoS, di conseguenza quelle finite su journal di maggior prestigio. Inoltre, un altro dei motivi principali di questa statistica è che probabilmente in quell'anno l'agenzia svedese si sia concentrata su altri aspetti dell'ambito Space, invece che nella ricerca.

3.5. QUALITÁ

In questo capitolo verrà studiato il livello di qualità medio detenuto dalle agenzie spaziali. Nella bibliometria la qualità di una pubblicazione è direttamente proporzionale al numero di citazioni ricevute dalla stessa nei due anni immediatamente successivi, mentre è inversamente proporzionale al numero di pubblicazioni nei due anni successivi. Il database contiene già un valore di impatto/qualità della pubblicazione, rappresentato dall'attributo "*Percentile in Subject Area*", che fornisce la qualità dell'articolo relativamente all'argomento trattato, il tutto sotto forma di percentile. Partendo da questo attributo, si può trovare la qualità media delle agenzie spaziali. Viene riportata una tabella contenente una media della qualità tenuta dalle pubblicazioni finanziate dalla stessa agenzia. È interessante affiancare questi dati con un'analisi quantitativa, in modo da capire

quale agenzia detiene il livello qualità più alto, quale si concentra sulla quantità, quale su entrambi gli aspetti e quale su nessuno dei due.

Tabella 1. Tabella Quantitativa-Qualitativa per Agenzia

Agezia	Quantità	Qualità
ASI	9455	56,22%
CanadianSA	4253	51,37%
ESA	28892	49,33%
FranceCNES	10891	57,51%
GermanDLR	35361	51,60%
IndiaDoS	20416	39,65%
IsraelMOST	3225	54,16%
NASA	237187	55,53%
SpaceTelescopeIns	16615	61,34%
SwedenSSC	231	37,31%

Dai dati riportati in tabella, si nota l'ottima qualità delle ricerche finanziate dall'agenzia spaziale statunitense, che, nonostante il numero elevato di pubblicazioni, detiene un livello medio di qualità molto alto. Di conseguenza possiamo tranquillamente dire che, grazie non solo alla sua mole di articoli, ma anche alla qualità di questi ultimi, la NASA detiene l'impatto maggiore nel mondo delle pubblicazioni scientifiche in ambito Space e risulta l'agenzia spaziale con maggior interesse ad investire nella ricerca. Tuttavia, concentrandoci puramente sull'aspetto qualitativo, lo Space Telescope Institute finanzia le ricerche con qualità media più elevata, seguito dall'agenzia spaziale francese e dall'ASI che, nonostante il numero inferiore di ricerche, ottiene dei riscontri positivi dal punto di vista qualitativo.

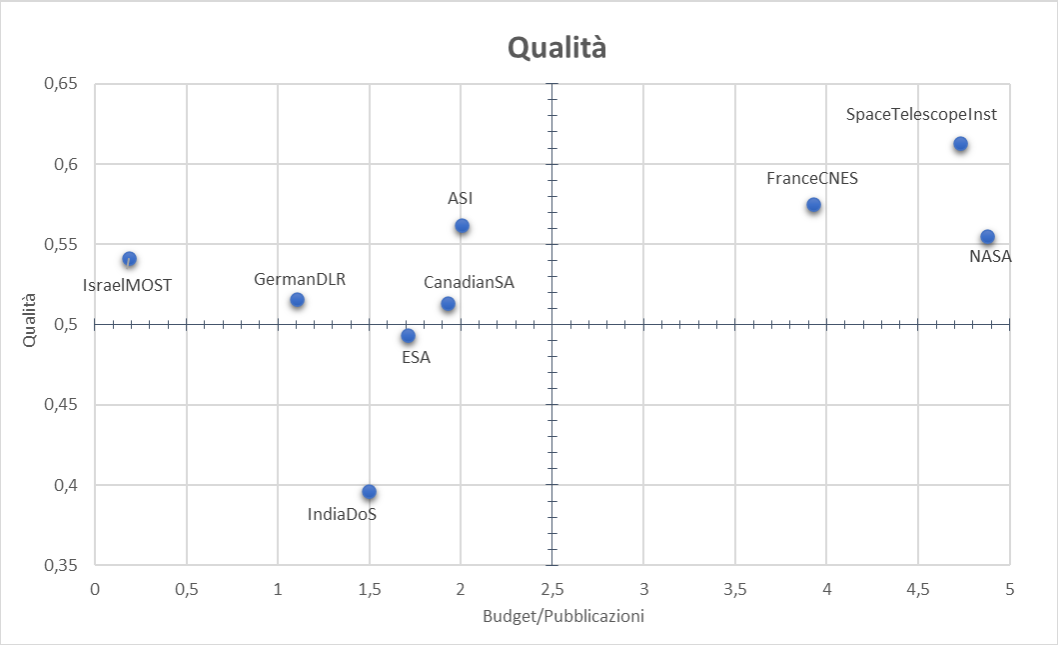


Figura 22. Grafico Qualità-Budget/Pubblicazioni

Come visto più volte, non sempre un'analisi dal punto di vista quantitativo porta buoni risultati e questo in particolare nel caso in cui all'interno dell'analisi vi sia anche la NASA, che, con la sua mole elevata di dati, detiene quasi il monopolio del database studiato. Nel grafico, visualizziamo un confronto tra qualità e il rapporto Budget/Pubblicazioni. Come detto nella sezione precedente, la statistica Budget/Pubblicazione perde di significato per l'agenzia spaziale svedese; proprio per questo motivo tale agenzia non è stata inserita nel grafico. Tuttavia, basandoci sulla tabella precedente al grafico, possiamo affermare il livello minore di qualità dell'agenzia svedese rispetto alle altre. Analizzando invece le altre agenzie, notiamo come l'ASI conferma il livello elevato di qualità e detiene anche un buon livello di investimento, posizionandosi sicuramente al di sopra delle altre agenzie come livello di Qualità-Budget/Pubblicazioni. La FranceCNES, la NASA e lo Space Telescope Institute detengono livelli elevati di qualità, tuttavia a un rapporto Budget/Pubblicazioni relativamente alto, di conseguenza meno performanti dell'agenzia italiana ed altre, che mantengono livelli elevati ma con un costo delle pubblicazioni inferiore.

3.6. ARGOMENTI

In questo capitolo ci soffermeremo sul core della trattazione di tesi, ovvero l'analisi degli argomenti maggiormente trattati dalle ricerche scientifiche finanziate dalle agenzie spaziali. Nello specifico andremo ad analizzare tutte e sei le macroaree di argomento:

- **Arts Humanities:** sono discipline che studiano le arti e la cultura umana; racchiude la poesia, la musica, la filosofia, la religione, il teatro.
- **Life Sciences Biomedicine:** sono le scienze relative allo studio della salute; racchiude tematiche quali l'agricoltura, la biologia, la medicina, l'antropologia; di conseguenza argomenti più inerenti alla biologia, al mondo organico e alla vita dell'uomo.
- **Physical Sciences:** sono le scienze pure, intese come la fisica, la matematica, la chimica, la geografia.
- **Social Sciences:** vengono considerate scienze sociali quelle materie che riguardano l'individuo e l'interazione tra essi; esempi di scienze sociali sono l'economia, sociologia, psicologia, etica.
- **Technology:** si occupa dell'applicazione della conoscenza scientifica umana; racchiude tutte le tecnologie, in particolare quelle meccaniche e informatiche.
- **Space:** racchiude argomenti come Astronomia, Astrofisica e tutto ciò che rientra nell'ambito Space.

Per analizzare il database e categorizzare le pubblicazioni in queste 6 macroaree è stato usato prevalentemente MS Excel. Partendo dall'attributo Research Area, sono state effettuate delle analisi sul valore all'interno di esso. Infatti, Research Area è un campo multivalore, che può contenere diversi argomenti, separati da un ";". Ne consegue che una stessa pubblicazione può trattare diversi argomenti, rientrando quindi in più macroaree di argomento. Nel dettaglio, l'algoritmo di assegnazione prevedeva la ricerca di parole specifiche all'interno del campo Research Area; viene riportato un esempio esplicativo:

Se il campo Research Area contiene la parola “CHEMISTRY”, “MATHEMATICS”, “OPTICS” o le altre attribuibili alla macroarea Scienze fisiche, allora quella pubblicazione tratta la macroarea Scienze fisiche;

Analizziamo quindi questi sei macro-argomenti focalizzandoci prima sulla distribuzione di ciascuno di essi negli anni, in modo da poter delineare l’interesse suscitata da ogni area. Poiché il numero di articoli aumenta nel corso degli anni, un’analisi degli argomenti da un punto di vista quantitativo sarebbe stata incompleta; di conseguenza si è deciso di focalizzare l’analisi sui valori percentuali.

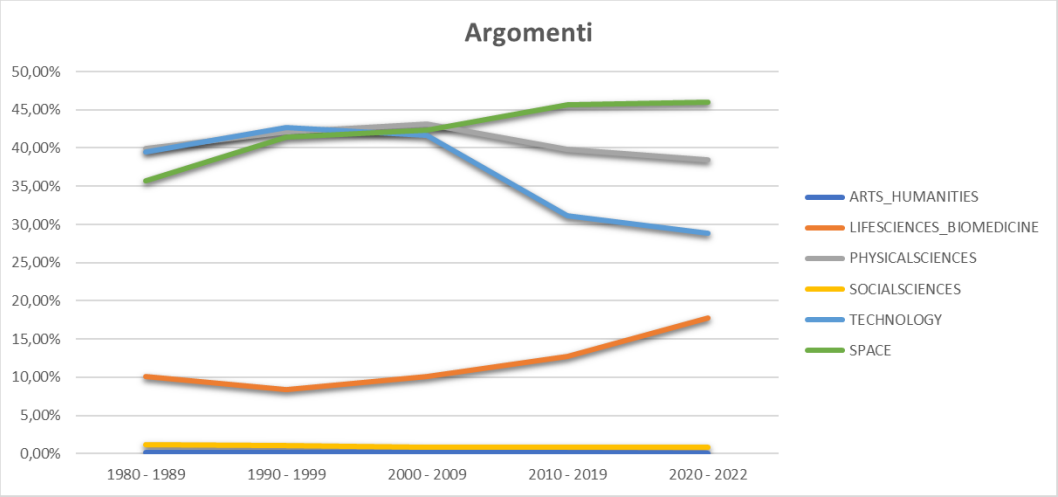


Figura 23. Distribuzione Argomenti per Anno

Nel grafico sopra riportato, viene analizzata la distribuzione dei temi trattati nelle pubblicazioni, divisa per decennio. In questo modo riusciamo ad avere un’idea chiara dell’interesse negli anni verso le varie aree di trattazione. Il crescente interesse verso la biomedicina e le “Life Sciences” è sicuramente il dato più interessante; nell’ultimo decennio quasi il 20% delle ricerche finanziate dalle agenzie spaziali trattano il tema della biomedicina. Temi molto affrontati nella ricerca scientifica sono la Tecnologia, le Scienze Fisiche e l’argomento Space. Tuttavia, solo quest’ultimo ha visto aumentare la propria presenza negli articoli scientifici e questo è sicuramente dovuto all’esplosione della New Space e dell’economia legata ad essa. A partire dal decennio scorso, si ha una tendenza decrescente nel trattare temi come la Tecnologia e le Scienze Fisiche, a testimoniare

un cambio di focus all'interno della New Space, non più fine a sé stessa, ma di utilità globale, che tratta vari ambiti e risulta utile in moltissimi campi anche esterni allo Spazio. Come mostrato nel grafico, risultano relativamente ridotte le trattazioni riguardanti le Scienze Sociali e le Arti Umane, temi forse troppo lontani dall'ambito della ricerca spaziale, ma comunque non trascurati, come testimoniano i dati che vedremo successivamente.

Tabella 2. Distribuzione Pubblicazioni per Agenzia e Argomento

Agenzia	Arts	Life	Physical	Social	Tech	Space
ASI	2	1150	2440	34	1748	6522
Canadian SA	1	646	1862	24	1616	1659
ESA	19	2675	9975	177	13460	14892
France CNES	2	1261	4765	16	2232	5230
German DLR	26	4734	14712	557	21590	8863
India DoS	10	2742	10983	104	9219	3977
Israel MOST	7	1180	1358	109	1434	119
NASA	371	29635	101826	2131	76639	102692
Space Telesc	11	70	994	44	856	16170
Sweden SSC	0	13	111	2	143	155
Totale	449	44106	149026	3198	128937	160279

Nella tabella quantitativa sopra riportata, si può notare l'interesse di ogni attore verso ciascun tema di trattazione, in quanto viene rappresentato il numero di pubblicazioni finanziate da quella agenzia spaziale, che trattano quel determinato argomento.

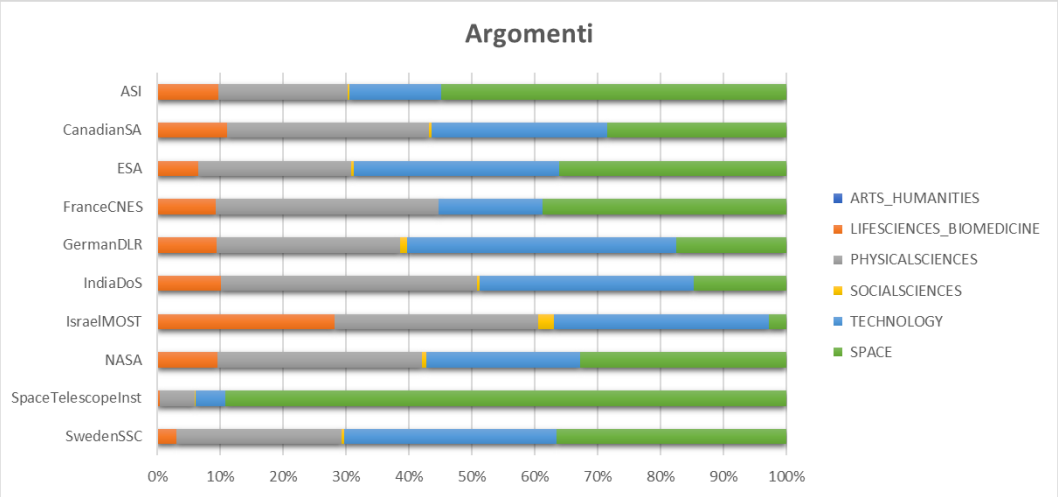


Figura 24. Distribuzione Pubblicazioni per Argomento in ciascuna Agenzia

In questo grafico abbiamo una fotografia del database dal punto di vista degli argomenti trattati: ponendo tutte le agenzie nello stesso grafico, possiamo non solo analizzare la distribuzione degli argomenti in ciascuna agenzia, per vedere quali temi suscitano maggior interesse e investimento nella ricerca, ma anche fare un confronto tra agenzie diverse. Poiché una pubblicazione può trattare diversi argomenti, questi non risultano mutuamente esclusivi; di conseguenza, il grafico sopra riportato (tipologia somma 100) rapporta al 100% una somma di valori che in teoria sarebbe superiore al 100%. Per questo motivo si è deciso di fare un focus su ciascun argomento, in modo da aumentare il grado di dettaglio dell'analisi.

Seguendo l'ordine della legenda nel grafico, analizziamo quindi separatamente gli argomenti.

3.6.1. ARTS HUMANITIES

La prima categoria analizzata è la meno rilavante all'interno del dataset e raggruppa tutte le pubblicazioni che trattano temi relativi alle arti umane, come la poesia, l'architettura, la letteratura e altre.

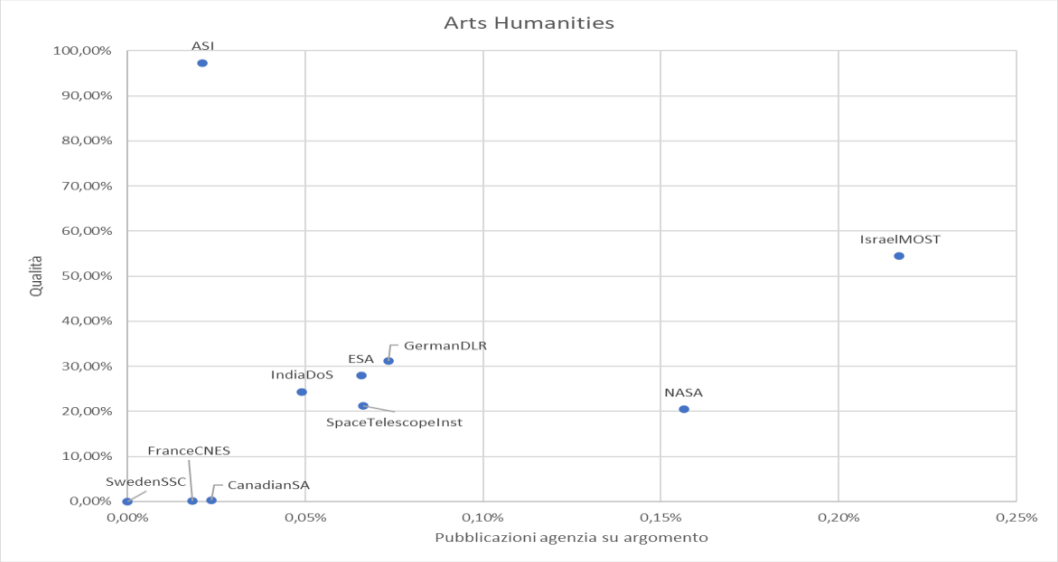


Figura 25. Grafico Quantità-Qualità per Arts Humanities

Tra tutte le agenzie notiamo come l'Agenzia Spaziale Israeliana sia quella con maggior interesse alle arti umane, ma comunque con percentuali molto basse, infatti solo poco più del 0,20% delle pubblicazioni trattano temi relativi alle arti umane. Dal punto di vista qualitativo, l'ASI risulta l'agenzia spaziale con qualità media maggiore sull'argomento Arti Umane, nonostante un numero di pubblicazioni percentuale minore rispetto all'agenzia israeliana.

3.6.2. LIFE SCIENCES BIOMEDICINE

Questa categoria racchiude tutte le tematiche relative alle scienze mediche, alle scienze umane, alla biologia, all'agricoltura e altre inerenti questo argomento.

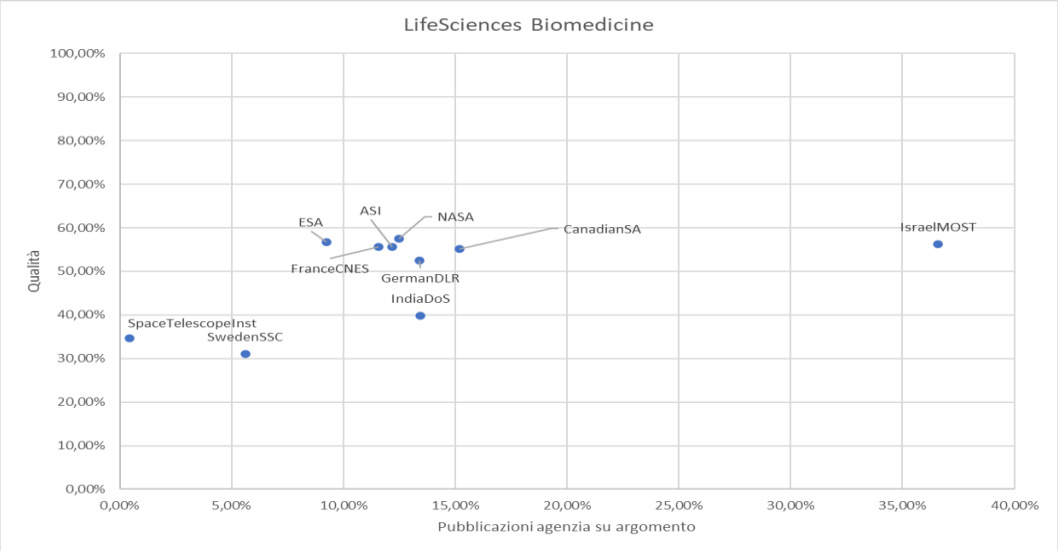


Figura 26. Grafico Quantità-Qualità per LifeSciences Biomedicine

Nonostante i numeri relativamente minori rispetto agli ambiti core, possiamo affermare con certezza un maggior interesse per le scienze biomediche rispetto alle arti umane. Anche qui l'Agenzia Spaziale Israeliana ha la percentuale più alta, a dimostrazione di un maggior investimento in ricerca riguardante questi temi. Escludendo lo Space Telescope Institute, le altre agenzie spaziali si attestano su valori compresi tra il 5% e il 15%.

L'agenzia statunitense e quella europea risultano con un livello di qualità medio leggermente superiore alle altre, ma nel complesso la maggior parte delle agenzie si attestano con una qualità media superiore al 55%.

3.6.3. PHYSICAL SCIENCES

Questa categoria è tra le più diffuse nelle pubblicazioni scientifiche finanziate dalle agenzie spaziali e rimanda a temi riguardanti le scienze fisiche, come la chimica, la matematica, la statistica e tutti i diversi rami della fisica, dalla cinetica alla termodinamica, passando per la fisica delle particelle.

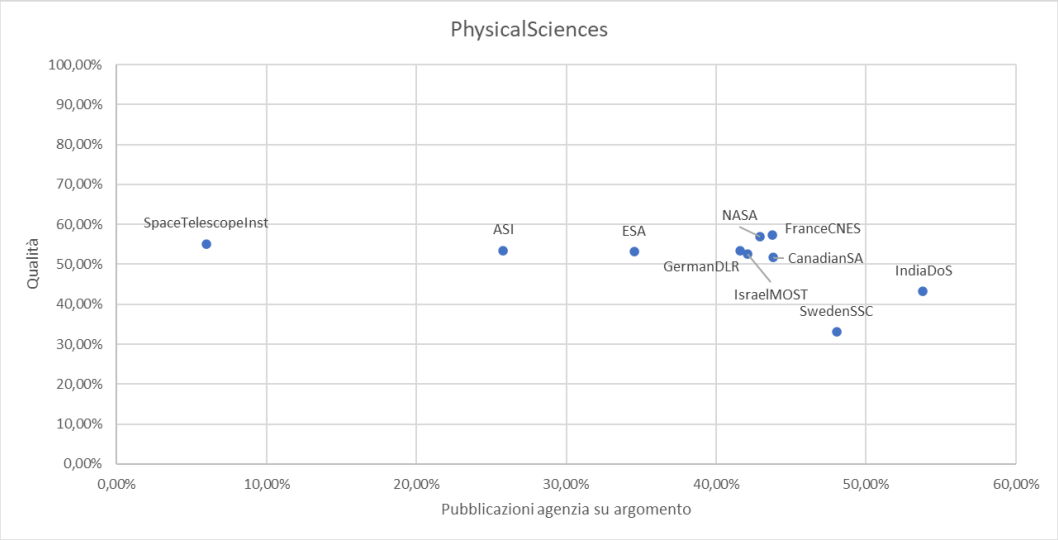


Figura 27. Grafico Quantità-Qualità per PhysicalSciences

Quasi tutte le agenzie, a eccezione del Space Telescope Institute, hanno una percentuale superiore al 40% e questo fa comprendere quanto siano fondamentali le scienze fisiche nei trattati finanziati dalle agenzie spaziali. L'agenzia Indiana è quella con il maggior interesse nelle scienze fisiche e lo testimonia il fatto che più del 50% delle pubblicazioni ha tra gli argomenti le scienze fisiche. Dall'altra parte l'ASI (Agenzia Spaziale Italiana) ha meno del 30% delle pubblicazioni finanziate che trattano temi di scienze fisiche.

Come per il caso di Life Sciences Biomedine, anche nelle Scienze Fisiche notiamo un livello medio di qualità superiore al 50% per quasi tutte le agenzie; uniche eccezioni sono l'agenzia svedese e quella indiana, che però compensano con una percentuale maggiore di pubblicazioni che trattano quell'argomento sul totale del loro portafoglio.

3.6.4. SOCIAL SCIENCES

Le scienze sociali, come per le arti umane, racchiude tematiche non molto affrontate nelle pubblicazioni finanziate dalle agenzie spaziali analizzate. In particolare, intendiamo per scienze sociali argomenti come economia, psicologia, scienze politiche, archeologia, legge e altre tematiche.

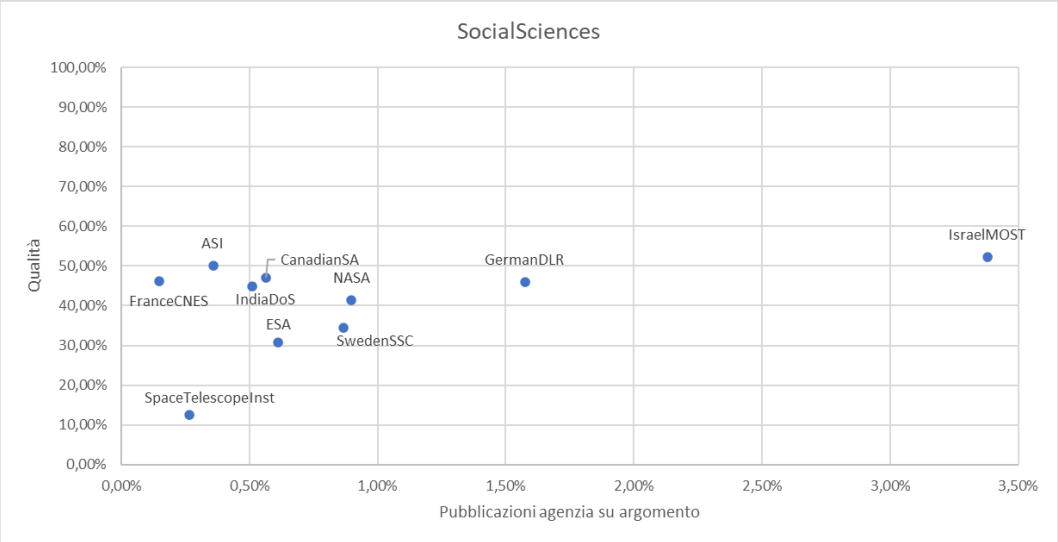


Figura 28. Grafico Quantità-Qualità per SocialSciences

Come per le arti umane, anche con le scienze sociali si torna a livelli bassi di trattazione. Come si vede nel grafico, difficilmente le pubblicazioni trattano questa categoria di argomenti. Tra tutte le agenzie spicca sicuramente l'agenzia Israeliana che mantiene un interesse maggiore rispetto alle altre, ma comunque solamente il 3% delle pubblicazioni finanziate da essa trattano le scienze sociali.

I livelli di qualità risultano leggermente inferiori rispetto agli argomenti visti fino ad ora; infatti, si hanno solo l'agenzia israeliana e quella italiana che superano il 50% come valore di qualità, mentre la maggior parte risulta tra il 30% e il 45%, ad esclusione dello Space Telescope Institute, che ha bassi livelli sia di trattazione che di qualità per l'argomento Scienze Sociali.

3.6.5. TECHNOLOGY

La tecnologia è un tema ricorrente nelle pubblicazioni scientifiche finanziate dalle agenzie spaziali. Questo era abbastanza prevedibile, dato che le tecnologie sono per la maggior parte molto inerenti all'ambito spaziale, come la meccanica, la nanotecnologia, le telecomunicazioni, la scienza dei materiali e altro ancora.

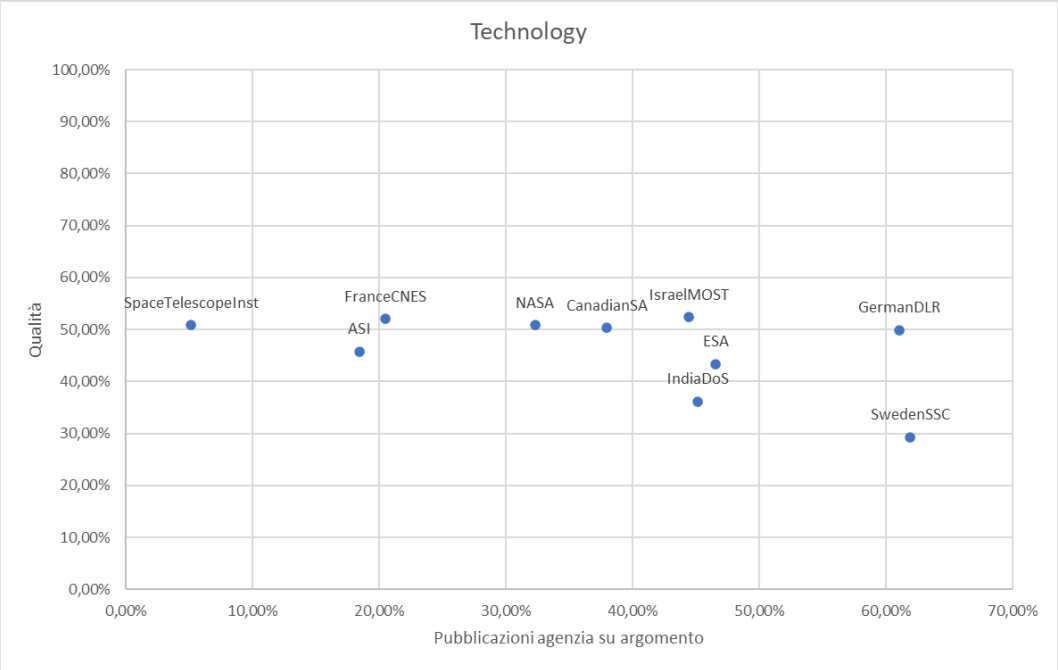


Figura 29. Grafico Quantità-Qualità per Technology

Sul tema delle tecnologie primeggiano l'agenzia spaziale Tedesca e quella Svedese, entrambe finanziano progetti e pubblicazioni scientifiche che nel 60% dei casi trattano temi di tecnologia. Ancora una volta lo Space Telescope Institute e l'ASI si piazzano agli ultimi posti, in particolare la prima ha una percentuale ben al di sotto del 10%.

Si attestano livelli medi di qualità buoni, con la maggior parte delle agenzie con valori superiori al 50%, senza un particolare "leader" tra di esse. L'agenzia svedese e quella indiana risultano meno di qualità per questo determinato argomento, posizionandosi al di sotto del 40%.

3.6.6. SPACE

L'ultima categoria è la categoria Space, all'interno della quale sono trattati tutti gli argomenti riguardanti l'ambito spaziale puro, come l'aerospazio, l'astronomia. In generale, per l'analisi sono stati inseriti tutti gli argomenti che contenessero la parola "Space" o "Astro" al loro interno.

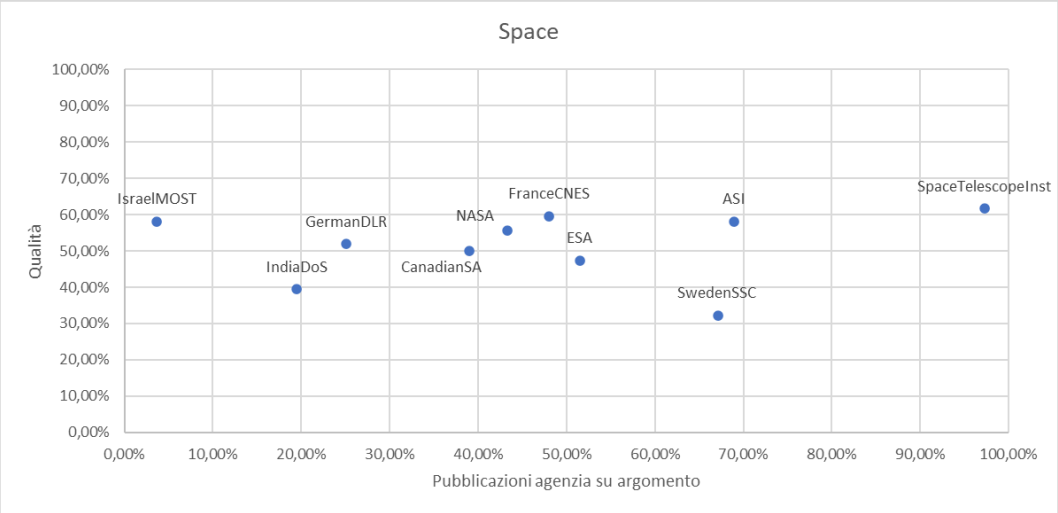


Figura 30. Grafico Quantità-Qualità per Space

Si nota subito come lo Space Telescope Institute abbia quasi la totalità delle pubblicazioni che trattano argomenti in ambito Space. Questo dato era abbastanza prevedibile, in quanto ricordiamo che lo Space Telescope Institute è fondamentalmente il centro operativo di studio e osservazione spaziale degli USA, di conseguenza è normale che tratti quasi solamente argomenti in ambito Space. L'agenzia con meno interesse nell'ambito Space è quella israeliana, con una percentuale molto bassa, pari a solamente il 3,5%. Questo dato potrebbe risultare anomalo, in quanto trattandosi di un'agenzia spaziale sarebbe normale aspettarsi un maggior interesse nell'ambito Space. Tuttavia, bisogna ricordare come nelle altre categorie l'agenzia Israeliana fosse sempre tra quelle con la percentuale più alta. Altro dato interessante riguarda l'ASI, che ha una percentuale molto elevata nell'ambito Space, cosa che attesta un grande aiuto e interesse all'area Space.

Dal punto di vista qualitativo, notiamo come l'agenzia israeliana abbia un livello molto elevato di qualità, nonostante il numero inferiore di pubblicazioni. Anche FranceCNES e ASI dimostrano un'elevata qualità nelle loro pubblicazioni che trattano l'argomento Space. Lo Space Telescope Institute risulta leader sia dal punto di vista della qualità che per la percentuale di sue pubblicazioni che trattano l'ambito Space sul totale del suo portafoglio.

3.7. ANALISI SOURCE

In questo capitolo verrà approfondita l'analisi sul campo Source, ovvero la fonte da dove è stata recuperata la pubblicazione; infatti, la Source altro non è che il journal su cui è presente la pubblicazione. Possono essere estrapolate statistiche interessanti sulle fonti, capire quali sono quelle di maggior fama (basandoci sul numero di pubblicazioni su quel journal), vedere la concentrazione annuale, capire se si stanno concentrando le pubblicazioni su pochi journal principali o meno.

Nel grafico in basso viene rappresentato il numero dei diversi journal nei decenni; vediamo il trend crescente, a simboleggiare un numero sempre più elevato di journal sul quale pubblicare le proprie ricerche scientifiche.

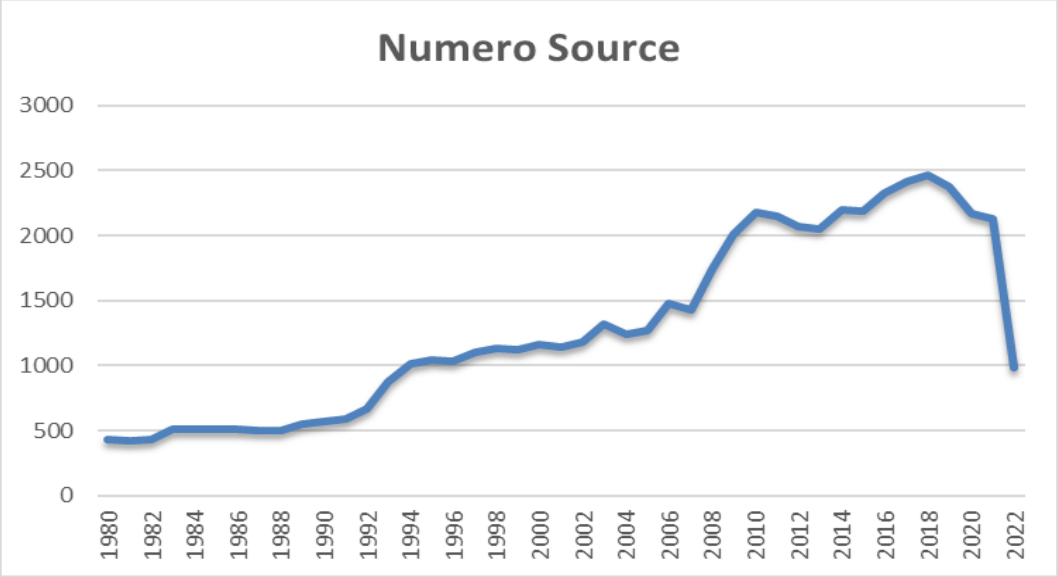


Figura 31. Distribuzione Numero di Source negli Anni

Si nota come nell'ultimo anno sembrano esserci meno fonti, in realtà come detto più volte in questa trattazione, questa statistica è "sporcata" dal minor numero di pubblicazioni nell'anno 2022 presenti nel database; ne consegue che un numero minore di pubblicazioni comporta un numero minore di journal.

Nonostante la crescita costante del numero di diversi journal, grazie al grafico in basso, si può evidenziare una tendenza sempre più marcata nel concentrare le pubblicazioni in un numero ridotto di fonti.

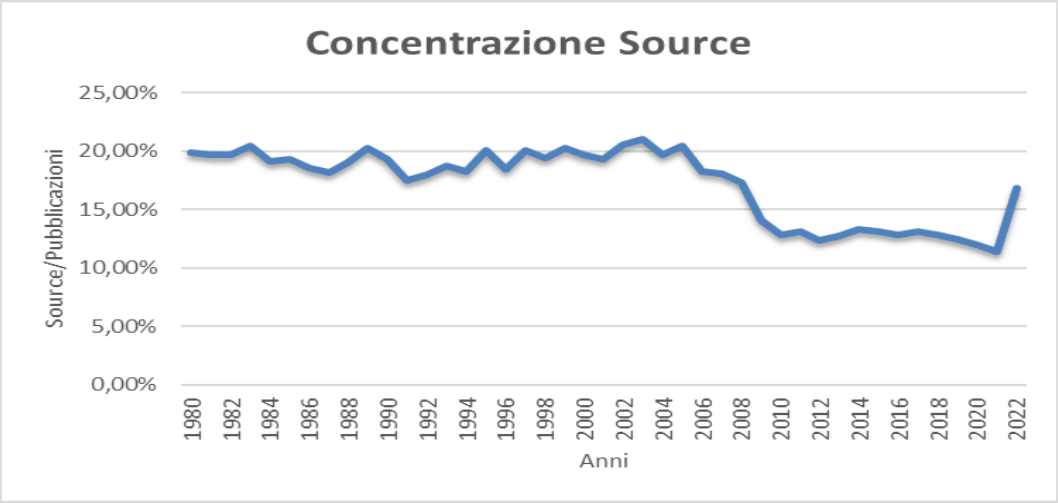


Figura 32. Concentrazione Source negli Anni

Il grafico è ottenuto grazie al rapporto tra numero di Source differenti e numero di Pubblicazioni, il tutto analizzato facendo una divisone per anno. A partire dal 2006 circa è iniziato il processo di concentrazione delle pubblicazioni in un numero ridotto di journal, continuando poi per tutto il decennio successivo, con un livello di Source/Pubblicazioni compreso tra il 10% e il 15%. Avendo visto l'aumento di concentrazione delle pubblicazioni in pochi journal, è interessante fare un'analisi sulle fonti più importanti, ovvero su quali riviste scientifiche vengono maggiormente pubblicati gli articoli finanziati dalle agenzie spaziali. Nella tabella vengono riportati i principali journal.

Tabella 3. Distribuzione Pubblicazioni per Source

Source	Conteggio	Frazione Totale
ASTROPHYSICAL JOURNAL	33310	9,09%
MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	17446	4,76%
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	16824	4,59%
GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS	7915	2,16%
JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS	7810	2,13%
JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-ATMOSPHERES	6102	1,66%
ASTRONOMICAL JOURNAL	5838	1,59%
ICARUS	5545	1,51%
ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS	4939	1,35%
ATMOSPHERIC CHEMISTRY AND PHYSICS	3050	0,83%
TOTALE TOP 10	108779	29,68%

Studiando il database, si nota come il Journal con più pubblicazioni è ASTROPHYSICAL JOURNAL, seguita, ma ben distanziata, da MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY. In generale, le prime dieci fonti detengono il 29,68% del totale delle pubblicazioni nel database. Nella tabella che segue, sono riportati gli stessi dati, ma con un focus sugli ultimi anni, a partire dal 2010.

Tabella 4. Distribuzione Pubblicazioni per Source negli anni 2010-2022

Source	Conteggio	2010-2022
ASTROPHYSICAL JOURNAL	21126	9,75%
MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY	15411	7,11%
ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	12988	5,99%
JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SPACE PHYSICS	4879	2,25%
ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS	4401	2,03%
GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS	4152	1,92%
ASTRONOMICAL JOURNAL	3694	1,70%
ICARUS	3483	1,61%
JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-ATMOSPHERES	2656	1,23%
ATMOSPHERIC CHEMISTRY AND PHYSICS	2466	1,14%
TOTALE TOP 10	75256	34,73%

Primo dato da notare è la concentrazione più elevata nell'ultimo decennio, rispetto all'analisi su tutti gli anni, a dimostrazione di una maggior concentrazione delle pubblicazioni su pochi journal negli ultimi anni. Le prime tre posizioni rimangono invariate rispetto all'analisi totale, con ancora ASTROPHYSICAL JOURNAL che detiene il primato per numero di pubblicazioni sulla sua rivista scientifica. Proprio i primi tre journal detengono più del 20% delle pubblicazioni negli ultimi 12 anni, a dimostrazione della loro importanza sempre maggiore.

3.8. COLLABORAZIONI

Le pubblicazioni dei prodotti della ricerca sono la base della comunicazione di risultati e contributi da parte di scienziati e ricercatori. In ambito scientifico è di particolare importanza la paternità intellettuale che viene conferita all'autore (o agli autori in caso di una pluralità dello stesso) nel momento in cui pubblica la propria ricerca. Per questo motivo è essenziale che ciascuna pubblicazione citi correttamente tutte le persone che vi hanno contribuito come autori o come collaboratori; questo per garantire la massima affidabilità del lavoro pubblicato.

Fenomeno molto diffuso nel settore della ricerca scientifica è la Group Autorship (responsabilità collettiva), che si applica nel momento in cui più gruppi, spesso di provenienza diversa, partecipano attivamente a una stessa pubblicazione. Questo fenomeno però sfocia spesso nell'Hyper-Autorship, ovvero pubblicazioni con oltre 100 autori, provenienti anche da agenzie e paesi differenti, che rischia di avere ricadute sul Citation Impact.

In questo capitolo si vuole quindi concentrare l'analisi sugli autori presenti nel database, in particolare sulle collaborazioni per le varie pubblicazioni, in modo da cercare di capire quali agenzie spaziali collaborano maggiormente e riuscire a definire un andamento nel tempo delle collaborazioni.

3.8.1. COAUTORI

Nel mondo scientifico, la ricerca è raramente un lavoro individuale e spesso i progetti sono frutto del lavoro svolto da più persone. Nella stragrande maggioranza dei settori scientifici, compreso il settore Space, si applica la convenzione di riconoscere tutti i ricercatori che hanno contribuito in modo significativo allo studio, elencandoli come coautori. L'analisi in questione riguarda proprio questo aspetto, capire quanti autori collaborano all'interno delle pubblicazioni finanziate dalle agenzie spaziali.

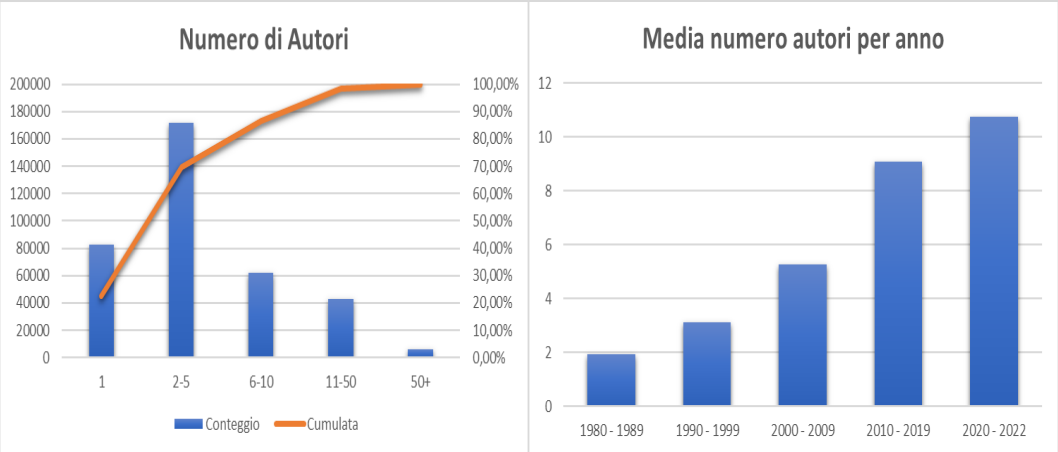


Figura 33. Distribuzione Autori per Numero e Anno

I grafici analizzati mostrano il costante aumento del numero di autori per una pubblicazione scientifica, con un numero elevato di pubblicazioni con meno di 10 autori dal 1980 ad oggi, ma con una media di più di 10 autori per pubblicazione negli ultimi anni. Questi dati sono sicuramente sintomo che la ricerca sta diventando sempre più globale, con un aumento delle aree trattate nella ricerca. Un altro motivo dell'aumento del numero di autori è anche il maggior dettaglio delle ricerche e degli studi per la pubblicazione. Le ricerche scientifiche toccano spesso varie tematiche e varie aree di studio sempre più complete e di complessità maggiore negli anni; per questo motivo è necessaria la collaborazione di diversi ricercatori in ambiti diversi che possano dare una visione più di dettaglio nell'area di loro competenza.

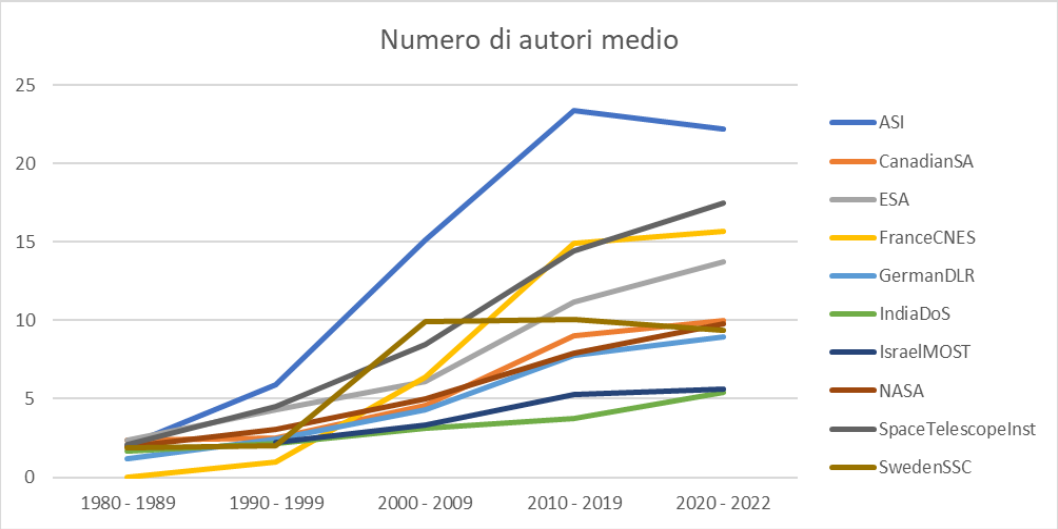


Figura 34. Numero Medio di Autori per Agenzia e per Anno

Il grafico sopra riportato ci mostra la media del numero di autori per singola pubblicazione, divisa per vari decenni. Vediamo come l'Italia è quella che richiede il maggior numero di autori per una singola pubblicazione, a dimostrazione della qualità e del maggior dettaglio delle proprie ricerche. In generale per tutte le agenzie possiamo notare un trend crescente, tranne che per l'agenzia Svedese, che dopo aver raggiunto nel 2000-2009 il numero medio di 10 autori per pubblicazione, rimane costante negli anni, con un leggerissimo calo nell'ultimo decennio.

3.8.2. COLLABORAZIONI TRA AGENZIE SPAZIALI

Quando in una pubblicazione vi partecipano più autori, appartenti ad agenzie spaziali diverse, allora in quel caso si hanno collaborazioni internazionali (International co-authorships). Le collaborazioni internazionali sono importanti perché sono dei punti di contatto tra agenzie con vedute, studi e ricerche differenti, il tutto grazie alla condivisione di varie proprietà intellettuali. Nel grafico che segue, vengono mostrate le interconnessioni tra i vari stati nelle pubblicazioni, ovvero la collaborazione internazionale nella pubblicazione degli articoli scientifici.

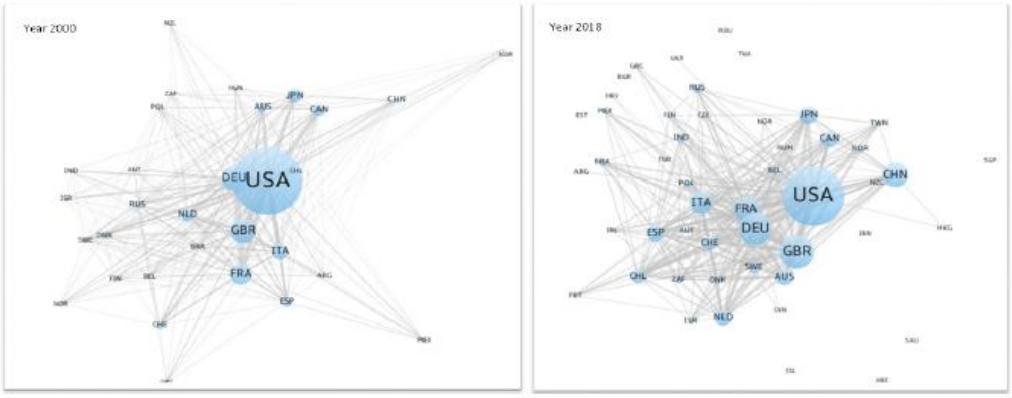


Figura 35. International Co-Authorships across Highly Cited Space Literature, 2000-2018 (Fonte: OECD, 2021)

Confrontando l'anno 2000 con l'anno 2018 si osserva il notevole aumento delle collaborazioni e delle influenze tra le Nazioni per le pubblicazioni scientifiche finanziate dalle agenzie spaziali. Si nota come diminuisce anche qui la quota degli USA, a favore di una crescita degli stati europei come l'Italia, la Francia, la Germania e il Regno Unito, determinando quindi un aumento della partecipazione di queste nazioni nel mondo della ricerca per il settore spaziale, come testimoniano i dati rappresentati dal grafico in basso.

Figura 36. Collaborazioni Agenzie sul Totale Pubblicazioni negli Anni

Nel grafico si può analizzare la distribuzione temporale, dove si nota la tendenza a una maggior collaborazione tra agenzie spaziali differenti, soprattutto negli ultimi decenni, a testimoniare una maggior "democratizzazione" del settore spaziale.

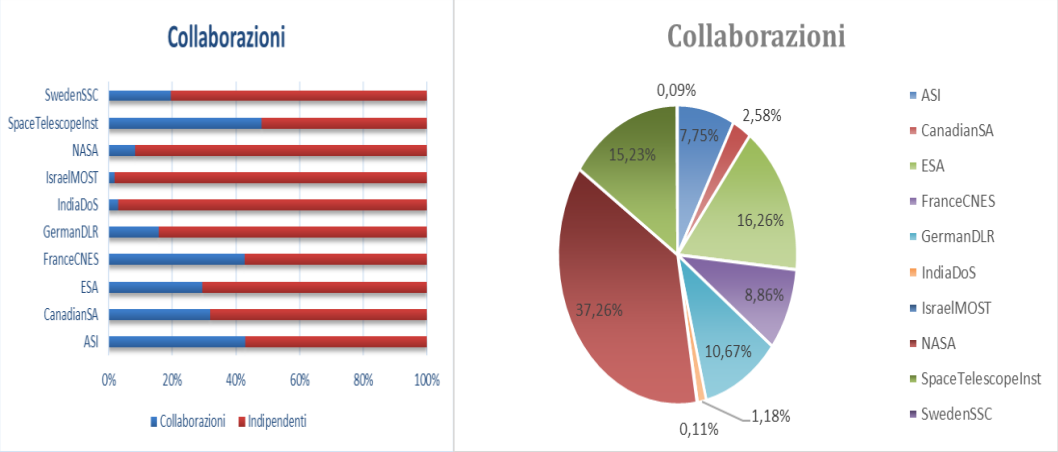


Figura 37. Rapporto Collaborazioni-Indipendenti e Distribuzione Collaborazioni, per Agenzia

Sopra viene riportata un'analisi di dettaglio per le singole agenzie, mostrando nel grafico di sinistra il numero di pubblicazioni indipendenti rispetto a quelle in collaborazione con altre agenzie; mentre nel grafico di destra viene mostrata la ripartizione tra le agenzie spaziali di tutte le pubblicazioni nel database che presentano International co-authorship. La differenza quindi tra i due grafici sta nell'analisi quantitativa: nonostante la NASA abbia meno del 10% delle sue pubblicazioni in collaborazione con altre agenzie, essa detiene comunque il 37% circa delle pubblicazioni con International co-authorship; questo è dovuto alla sua elevata mole di pubblicazioni. Possiamo quindi affermare che a livello globale la NASA non è solo l'agenzia con più pubblicazioni scientifiche, ma anche l'agenzia che più collabora a livello internazionale in ambito Space.

4. CONCLUSIONI

La Space Economy è sicuramente uno dei cambiamenti più significativi dell'ultimo decennio, che sta beneficiando non solo moltissimi settori economici, ma anche la ricerca scientifica. Il processo di democratizzazione dello spazio ha permesso un rapido sviluppo del settore Space, che di conseguenza diventerà sempre più accessibile a tutti, massimizzando così, non solo il suo valore economico, ma anche la sua centralità nella società moderna. La Space Economy ha inoltre il merito di essere stata enormemente rilevante nell'incentivare i governi e le agenzie spaziali a investire nella ricerca e nel sensibilizzare la comunità scientifica verso problematiche ambientali e sociali.

Da questo lavoro di tesi, si evince l'importanza che il settore spaziale e la ricerca legata ad esso hanno per la società, non solo in ambito scientifico e tecnologico, ma anche sociale, dimostrando una visione sempre più aperta verso argomenti lontani da quelli Space. L'attenzione sempre maggiore nei confronti di questi ambiti esterni sta portando il settore spaziale sempre più a contatto con quelle che oggi sono le tematiche di dibattito più importanti, come l'emergenza climatica e le disuguaglianze sociali. Dall'analisi effettuata, si nota in particolare un forte interesse sempre più marcato negli anni verso argomenti come la biomedicina, cosa che dimostra un cambio di direzione da parte della comunità scientifica, che cerca ora di trovare sempre più un utilizzo della ricerca e della tecnologia spaziale verso questo ambito.

La democratizzazione dello Spazio, si è riversata anche in una maggior partecipazione nella ricerca da parte delle agenzie spaziali che, grazie a collaborazioni sempre maggiori, sta portando un nuovo approccio agli studi scientifici, nella quale ciascun attore porta la sua visione del problema, migliorando e aumentando il livello di dettaglio.

Dal lavoro di analisi svolto si possono trarre delle conclusioni di dettaglio superiore per le agenzie spaziali di maggior interesse, di seguito riportate:

NASA

La analisi condotte confermano il ruolo di leader spaziale da sempre svolto dall'agenzia degli Stati Uniti, non solo per il segmento economico, ma anche e soprattutto per quello della ricerca. La NASA, grazie anche alle sue dimensioni elevate, risulta l'agenzia spaziale più importante nella ricerca scientifica; non solo dal punto di vista quantitativo, ma anche qualitativo: l'agenzia statunitense, infatti, partecipa attivamente e in modo determinante a tutte le aree di trattazione analizzate, mantenendo sempre altissimi livelli di qualità nelle proprie ricerche. Inoltre, la NASA risulta l'attore di maggior partecipazione nelle collaborazioni tra agenzie e questo a riconferma del suo ruolo leader nel settore Space.

ESA

Dai dati a nostra disposizione, possiamo confermare il ruolo importante dell'agenzia spaziale europea all'interno del settore Space e della comunità scientifica. L'ESA risulta tra le più attive al mondo in ambito di ricerca, nonostante un budget molto ridotto se rapportato a quello dell'agenzia spaziale statuintense. Proprio come quest'ultima però, risulta molto presente nelle collaborazioni tra agenzie, a testimonianza del suo costante supporto alla ricerca scientifica. L'interesse dell'ESA nei confronti della ricerca è testimoniato anche dal numero elevato di pubblicazioni finanziate, anche se non sempre a un livello qualitativo estremamente elevato.

ASI

Dalla seguente trattazione si evince il ruolo importante dell'agenzia spaziale italiana nell'ecosistema europeo e mondiale, in quanto da sempre tenuta partecipe di ricerche e progetti di elevata rilevanza. Nonostante i minori finanziamenti e le dimensioni ridotte rispetto all'ESA e alla NASA, l'agenzia spaziale italiana risulta comunque molto partecipe nella ricerca scientifica, con un particolare interesse per l'ambito Space. L'elevata qualità delle proprie ricerche, unita a una notevole partecipazione nelle collaborazioni tra agenzie, conferma ancor di più il prestigio dell'ASI.

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1. Comparazione di modelli di potere spaziale (Fonte: The changing dynamics of twenty-first-century space power)....11
Figura 2. The New Space Ecosystem (Fonte: Space Venture Europe 2021) 13
Figura 3. Principali segmenti della Space Economy (Fonte: OECD Handbook on Measuring the Space Economy, 2022) 14
Figura 4. The Space Value Chain (Fonte: Euroconsult)....16
Figura 5. US Space Economy value added by Industry (Fonte: OECD, Space Economy for people, planet and prosperity, 2021)....18
Figura 6. Evolution of the Space Economy 2016-2030 (Fonte: Euroconsult, 2021) 18
Figura 7. Space Economy Value (Fonte: Euroconsult, 2021) 19
Figura 8. Space Market & Value Chain by Client Type (Fonte: Euroconsult, 2021) 20
Figura 9. UpStream & DownStream by Client Type (Fonte: Euroconsult, 2021) 21
Figura 10. Space Market by Region 22
Figura 11. UpStream & DownStream by Region (Fonte: Euroconsult, 2021)....23
Figura 12. Satellite Uses (Fonte: Euroconsult, 2022)....25
Figura 13. Space Market by Application (Fonte: Euroconsult, 2021)....25
Figura 14. UpStream & DownStream by Application (Fonte: Euroconsult, 2021) 26
Figura 15. Navigation Systems (Fonte: PwC, 2020) 28
Figura 16. Most Cited Publications in Space Literature (Fonte: OECD, 2021) 35
Figura 17. Space Investments by Country (Fonte: Euroconsult, 2021)....38
Figura 18. Distribuzione delle Pubblicazioni per Agenzia 40
Figura 19. Distribuzione Pubblicazioni per Anno 40
Figura 20. Distribuzione Pubblicazioni per Agenzia e Anno (Per NASA usato asse Y di destra)....41
Figura 21. Rapporto Budget/Pubblicazioni per Agenzia (Costo pubblicazione)...42
Figura 22. Grafico Qualità-Budget/Pubblicazioni 45

Figura 23. Distribuzione Argomenti per Anno 47
Figura 24. Distribuzione Pubblicazioni per Argomento in ciascuna Agenzia 49
Figura 25. Grafico Quantità-Qualità per Arts Humanities 50
Figura 26. Grafico Quantità-Qualità per LifeSciences Biomedicine 51
Figura 27. Grafico Quantità-Qualità per PhysicalSciences 52
Figura 28. Grafico Quantità-Qualità per SocialSciences 53
Figura 29. Grafico Quantità-Qualità per Technology 54
Figura 30. Grafico Quantità-Qualità per Space 55
Figura 31. Distribuzione Numero di Source negli Anni 57
Figura 32. Concentrazione Source negli Anni 58
Figura 33. Distribuzione Autori per Numero e Anno 62
Figura 34. Numero Medio di Autori per Agenzia e per Anno 63
Figura 35. International Co-Authorships across Highly Cited Space Literature, 2000-2018 (Fonte: OECD, 2021) 64
Figura 36. Collaborazioni Agenzie sul Totale Pubblicazioni negli Anni 64
Figura 37. Rapporto Collaborazioni-Indipendenti e Distribuzione Collaborazioni, per Agenzia 65

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1. Tabella Quantitativa-Qualitativa per Agenzia 44
Tabella 2. Distribuzione Pubblicazioni per Agenzia e Argomento 48
Tabella 3. Distribuzione Pubblicazioni per Source 59
Tabella 4. Distribuzione Pubblicazioni per Source negli anni 2010-2022 60

BIBLIOGRAFIA

Florio, M., & Morretta, V. (2021). Earth observation and Economic Studies: A cross-fertilization perspective. Space Policy, 57, 101429.

Anderson, K., Ryan, B., Sonntag, W., Kavvada, A., & Friedl, L. (2017). Earth observation in service of the 2030 Agenda for Sustainable Development. Geo-Spatial Information Science, 20(2), 77–96.

OECD (2022), Earth's Orbits at Risk: The Economics of Space Sustainability, OECD Publishing, Paris.

Bermudez, L. (2017). New frontiers on open standards for geo-spatial science. Geo-Spatial Information Science, 20(2), 126–133. https://doi.org/10.1080/10095020.2017.1325613 OECD (2012), OECD Handbook on Measuring the Space Economy, OECD Publishing, Paris.

OECD (2022), OECD Handbook on Measuring the Space Economy, 2nd Edition, OECD Publishing, Paris.

Masami O., & Young R. O. (2020). Satellite Earth Observations and Their Impact on Society and Policy, Creative Media Partners.

Petruzzelli A. M., & Panniello U. (2020). Space Economy: Storia e prospettive di business, Franco Angeli.

Moranta, S., & Donati, A. (2020). Space Ventures Europe 2018—entrepreneurship and private investment in the European Space Sector. New Space, 8(1), 7–17.

Rementeria, S. (2022). Power dynamics in the age of space commercialisation. Space Policy, 60, 101472.

Nakahodo, S. N., & Gonzalez, S. (2020). Creating startups with NASA Technology. New Space, 8(3), 137–145.

Moltz, J. (2019). The changing dynamics of twenty-first-century space power. Journal of Strategic Security, 12(1), 15–43.

OECD (2021), Space Economy for People, Plant and Prosperity, OECD Publishing.

Space Technology transfers and their commercialisation. (2021). OECD Science, Technology and Industry Policy Papers.

Evolving public-private relations in the space sector. (2021). OECD Science, Technology and Industry Policy Papers.

Measuring the economic impact of the space sector. (2020). OECD Science, Technology and Industry Policy Papers.

Kulu, Erik. (2021). In-Space Economy in 2021 - Statistical Overview and Classification of Commercial Entities.

Crane, K. W., Linck, E., Lal, B., Wei, R. Y. (2020). Measuring the Space Economy: Estimating the Value of Economic Activities in and for Space.

Accenture (2018), Dallo Spazio alla Terra: L'immagine satellitare, una fonte di valore che va ben oltre il settore aerospaziale.

PwC (2020), Main Trends & Challenges in the Space Sector.

PwC (2020), Market perspectives of Ground Segment as a Service (GSaaS).

Euroconsult (2021), Earth Observation Data & Services Market. (extract)

Euroconsult (2021), Satellites to be Built & Launched by 2030. (extract)

Euroconsult (2021), Earth Observation Data & Services Market. (extract)

BryceTech (2022), State of the Satellite Industry.

Euroconsult (2021), Space Economy Report 2021. (extract)

De Concini A., & Toth J. (2019). The future of the European Space Sector. European Investment Bank.

Euroconsult (2022), Satellite Connectivity and Video Market. (extraxt)

Euroconsult (2022), Space Logistics Market 2022. (extract)

European Space Policy Institute (ESPI), (2019), ESPI Report 70 – Evolution of the Role of Space Agencies – Full Report.

SITOGRAFIA

http://didattica.dctv.unipd.it/rctinf00/lez/02$Elisa%20Dal%20Lago$ANALISI%20BIBLIOMETRICA%20(%20Modulo%202%20).SL.pdf

http://help.prod-incites.com/inCites2Live/indicatorsGroup/aboutHandbook/usingCitationIndicatorsWisely/normalizedCitationImpact.html

http://help.prod-incites.com/incitesLiveESI/4222-TRS.html

https://aerospace.org/article/brief-history-space-exploration

https://clarivate.libguides.com/incites_ba/alpha-indicators#:~:text=Percentile%20in%20Subject%20Area,-The%20percentile%20of&text=paper%20of%20interest.-,If%20a%20paper%20has%20a%20percentile%20value%20of%2099%2C%20then,percentile%20values%20indicate%20better%20performance

https://earsc.org/sebs/all-cases/

https://education.nationalgeographic.org/resource/history-space-exploration

https://goingtospace.com/space-programs/space-agencies-around-the-world

https://govsat.lu/news/satcom-and-satellite-management-a-data-driven-economy/

https://it.pearson.com/aree-disciplinari/storia/cultura-storica/novecento-mondo-attuale/corsa-spazio-conquista-luna.html

https://libguides.utoledo.edu/incites/metrics#:~:text=Category%20Expected%20Citations%20%2D%20The%20expected,was%20cited%20more%20than%20expected.

https://phys.org/news/2012-08-key-dates-history-space-exploration.html

https://rocketcrew.space/blog/space-agencies-around-the-world

https://space-economy.esa.int/article/96/the-socio-economic-value-of-satellite-earth-observations-huge-yet-to-be-measured

https://spiegato.com/che-cose-un-coautore

https://tg24.sky.it/scienze/2018/07/27/nasa-60-anni-storia

https://www.alliedmarketresearch.com/satellite-data-services-market-A06428

https://www.britannica.com/technology/satellite-communication

https://www.eai.enea.it/archivio/ricerca-e-innovazione-per-la-sfida-spaziale/la-space-economy-tra-prospettive-di-sviluppo-nazionali-e-internazionali.html

https://www.eai.enea.it/archivio/ricerca-e-innovazione-per-la-sfida-spaziale/la-space-economy-fra-nuovi-business-e-benefici-sociali.html

https://www.earthobservations.org/g_faq.html

https://www.euroconsult-ec.com/press-release/ground-segment-forecasted-at-78-billion-cumulated-market-value-from-2022-to-2031/

https://www.euroconsult-ec.com/press-release/high-throughput-satellites-poised-to-become-leading-commercial-growers-in-space-infrastructure-with-wholesale-capacity-revenues-projected-to-top-100b-by-2030/

https://www.euroconsult-ec.com/press-release/in-flight-connectivity-market-set-to-double-in-coming-decade/

https://www.euroconsult-ec.com/press-release/satellite-capacity-pricing-declines-slow-but-price-pressure-expected-to-increase-with-new-supply-entering-service-in-2023/

https://www.euroconsult-ec.com/press-release/satellite-imagery-and-broadband-to-nearly-quadruple-the-earth-observation-precision-ag-market-by-2029/

https://www.euroconsult-ec.com/press-release/satellite-on-track-to-provide-broadband-access-to-over-100-million-people-by-2029/

https://www.mur.gov.it/it/aree-tematiche/ricerca/ricerca-internazionale/ricerca-spaziale

https://www.notiziariochimicofarmaceutico.it/2020/01/24/hyper-authorship-quando-le-pubblicazioni-hanno-troppi-autori/

https://www.oecd-ilibrary.org/sites/5982c4af-en/index.html?itemId=/content/component/5982c4af-en#section-d1e12135

https://www.open.online/temi/nasa/

https://www.solar-mems.com/main-space-agencies-in-the-world/

https://www.space.com/38700-nasa-history.html

https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10095020.2017.1333230

https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database

https://www.unipa.it/Paternit-intellettuale-00001/

https://www.wired.it/scienza/lab/2019/12/18/ricerca-scientifica-globale/

https://www.wonderslist.com/top-10-space-agencies-in-the-world/

https://www.euroconsult-ec.com/press-release/euroconsult-estimates-that-the-global-space-economy-totaled-370-billion-in-2021/

https://satelliteprome.com/news/global-space-economy-totaled-370bn-in-2021-euroconsult/

https://www.euroconsult-ec.com/press-release/space-economy-valued-at-385-billion-in-2020-with-commercial-space-revenues-totaling-over-310-billion/

https://www.euroconsult-ec.com/press-release/government-space-budgets-driven-by-space-exploration-and-militarization-hit-record-92-billion-investment-in-2021-despite-covid-with-1-trillion-forecast-over-the-decade/

http://www.parabolicarc.com/2020/01/19/euroconsult-forecasts-satellite-demand-to-grow-four-fold-over-next-10-years/

https://www.doorwayplatform.com/it/magazine/cresce-il-mercato-della-space-economy-investimenti-alle-stelle-nel-2021/

https://www.euroconsult-ec.com/press-release/in-flight-connectivity-market-set-to-double-in-coming-decade/

https://www.euroconsult-ec.com/press-release/manufacturing-revenues-for-earth-observation-to-grow-to-76-1-billion-by-2030-bolstered-by-existing-government-programs-new-entrants-and-diversified-commercial-constellations/

https://www.euroconsult-ec.com/press-release/satellite-imagery-and-broadband-to-nearly-quadruple-the-earth-observation-precision-ag-market-by-2029/