



**Università degli Studi di Milano
Jean Monnet Centre of Excellence**

**“The impact of European Union Research and Innovation
Policy upon Services of General Interest”**

With the support of the Erasmus+ Programme of the European Union



Centro di Eccellenza Jean Monnet

Insegnamento di Politiche Europee della Ricerca e dell’Innovazione (Prof. Massimo Florio)

Corso di Laurea magistrale in Amministrazioni e Politiche Pubbliche

JAMES WEBB SPACE TELESCOPE: UN’ANALISI COSTI BENEFICI AL 2036

Elaborato a cura di:

Rebecca Bonvicino

Andrea Casamassima

Lisa Coronini

Anno Accademico 2021/2022

Executive Summary

In questo elaborato si sviluppa un'analisi costi benefici relativa all'orizzonte temporale 2003-2036 del James Webb Space Telescope, allo scopo di comprendere se sia stato un buon investimento per l'intera società. L'analisi autentica è stata realizzata attraverso l'indagine di benefici relativi alle pubblicazioni scientifiche, al capitale umano, alle esternalità delle imprese. Infine si analizzano alcuni benefici culturali.

Al netto delle stime conservative e dell'esclusione dei benefici derivanti dalla produzione di conoscenza, per il quale si propone un *contingent valuation experiment*, l'analisi costi benefici sul progetto JWST ha esito positivo, sebbene il *benefit/cost ratio* ottenuto sia inferiore a 1.

Introduzione

Il James Webb Space Telescope (JWST) è un telescopio spaziale a raggi infrarossi, il più grande e potente fino ad ora mai costruito, frutto della collaborazione tra tre agenzie spaziali: NASA, ESA e CSA. Il JWST è stato mandato in orbita il 25 dicembre 2021 e, dopo un viaggio di 29 giorni, ha raggiunto la sua destinazione: il punto di Lagrange "L2", distante circa 1,5 milioni di km dalla terra. L'osservazione ad infrarossi permetterà lo studio di oggetti che emettono prevalentemente questo tipo di radiazioni e regioni oscurate da gas e polveri all'interno dello spettro del visibile. Importante è sottolineare come il Webb sia uno strumento finalizzato a ricerche che spazieranno tra vari settori di astronomia, astrofisica e cosmologia. Grazie alle tecnologie innovative di cui il James Webb si serve, esso osserverà oggetti più lontani nello spazio e nel tempo rispetto al suo predecessore Hubble.

Nel presente elaborato si sviluppa un'analisi costi benefici per comprendere se il JWST sia stato un buon investimento per l'intera società, considerato un orizzonte temporale di 15 anni. Particolare attenzione è stata rivolta alla partecipazione europea, allo scopo di stabilire se l'impiego di risorse economiche da parte dell'ESA sia giustificato dai benefici che ne deriveranno, rispetto alle alternative di non coinvolgimento nel progetto.

Contesto

L'Hubble Space Telescope (HST), lanciato nel 1991, è stato uno dei più significativi strumenti di osservazione dello spazio mai costruiti dall'uomo, oltre ad essere, molto probabilmente, quello più celebre. La NASA iniziò a valutare la possibilità di costruire un successore già negli anni '90, idea che culminò con il JWST. Successivamente, anche ESA e CSA entrarono nel progetto, rispettivamente nel 2003 e nel 2007.

I quattro principali obiettivi scientifici di Webb sono:

- la ricerca delle prime galassie o dei primi oggetti luminosi formati dopo il Big Bang;
- l'indagine dell'evoluzione delle galassie;

- l'osservazione della formazione delle stelle dai primi stadi fino alla creazione di sistemi planetari;
- la misurazione delle proprietà fisiche e chimiche dei sistemi planetari per un potenziale sviluppo della vita.

Dati e Metodi

I costi relativi alla realizzazione del progetto JWST sono stati ricostruiti attraverso la consultazione dei budget di spesa delle agenzie spaziali, di fonti dell'organizzazione no profit "The Planetary Society", siti istituzionali e riviste specializzate.

La stima dei benefici è stata realizzata attraverso la consultazione della letteratura scientifica, il metodo della "disponibilità a pagare" (DAP) e la conduzione di una survey per la stima dei benefici di non uso.

Per cogliere le attitudini sociali dei cittadini italiani verso la ricerca nello spazio è stato condotto un *contingent valuation experiment*, metodo già utilizzato in Analisi Costi Benefici da Florio M., Giffoni F. (2020).

Il sondaggio è stato somministrato tra il 5 e l'8 marzo 2022 ad un campione non casuale e non statisticamente rappresentativo di 130 cittadini italiani. Agli intervistati è stato dapprima presentato il progetto JWST attraverso una descrizione Wikipedia e un contenuto video della durata di cinque minuti, per permettere al campione di conoscere il tema dell'indagine e ottenere risposte attendibili.

Il sondaggio, il cui tempo medio di risposta è di 8 minuti, è stato diviso in due sezioni: profilatura del candidato con informazioni demografiche e verifica dell'attitudine a pagare per un progetto futuro simile al JWST. Le informazioni demografiche richieste sono: sesso, età, livello di scolarizzazione, occupazione attuale.

Per quanto riguarda la seconda sezione, è stato chiesto se il candidato avesse sentito parlare del JWST, informazione essenziale per capire se la conoscenza pregressa possa influire sull'attitudine al pagamento per investimenti futuri. È stata poi presentata la possibilità di finanziare un potenziale progetto simile al JWST, indagando sulla DAP di ciascun intervistato attraverso un contributo una tantum di 2€, 5€ o 10€. In mancanza della disponibilità a pagare 2€, è stata proposta al rispondente la possibilità di versare 1€. Una doppia risposta negativa è stata considerata come la non disponibilità a pagare.

È stato sottoposto il contributo una tantum e non una tassa annuale perché dai bilanci Esa non è stato possibile trovare il periodo di tempo in cui è stato finanziato il JWST e quindi stimare il costo annuale a contribuente. Di conseguenza, si è ritenuto opportuno chiedere un singolo versamento. Infine, a tutto il campione, è stato richiesto quanto avrebbero pagato per finanziare il progetto.

Costi

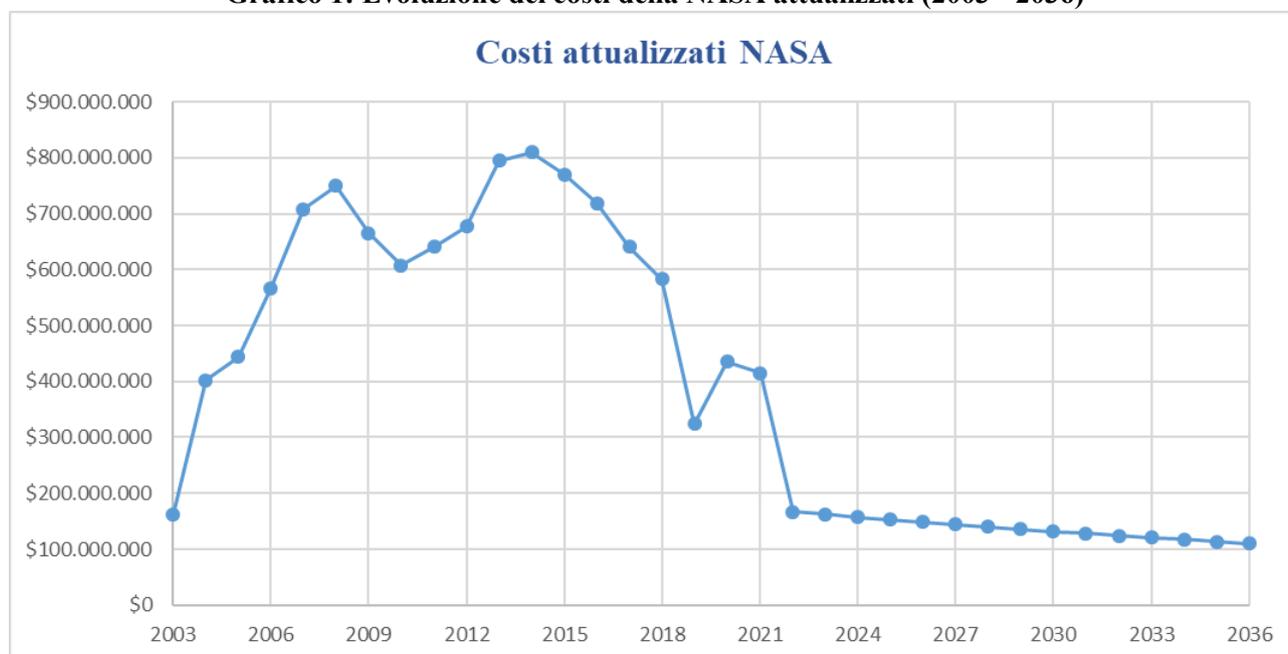
Costi NASA

Il progetto JWST venne avviato nel 1996 con il nome di Next Generation Space Telescope, un budget totale di 400 milioni di dollari e un lancio previsto nel 2007.

Nei primi anni 2000 avvenne una ristrutturazione completa del progetto, il budget venne innalzato a 4.96 miliardi di dollari e il lancio posticipato al 2014. Una seconda riorganizzazione del programma è stata fatta nel 2018, portando il costo totale a 8.8 miliardi di dollari e il lancio alla primavera del 2021, questo poi riprogrammato al 25 dicembre 2021.

Le variazioni di spesa annuali sono dipese da bisogni specifici del progetto e dal numero di tecnici, scienziati e ingegneri che si sono occupati di tali problemi. Nel grafico si evidenzia l'evoluzione dei costi attualizzati/capitalizzati¹ sostenuti dal 2003 fino al 2036, il totale dei costi attualizzati al 2021 è di \$13.169.651.930.

Grafico 1: Evoluzione dei costi della NASA attualizzati (2003 - 2036)



Fonte: elaborazione personale di dati rilasciati dalla Nasa. Costi attualizzati/capitalizzati al 2021

Costi Esa

I costi sostenuti dall'ESA nell'ambito di questo progetto riguardano principalmente il lancio con un vettore Ariane 5, avvenuto presso lo Spazioporto di Kourou, nella Guyana Francese, e la realizzazione del Near InfraRed Spectrograph (NIRSpec) e del Mid-Infrared Instrument (MIRI), due dei quattro strumenti presenti all'interno del modulo scientifico che rappresenta il cuore del telescopio.

Complessivamente, l'ESA ha speso circa 910² milioni di euro.

¹ Al 2021

² Attualizzati al 2021

Costi Csa

L'Agencia Spaziale Canadese (CSA) ha contribuito alla costruzione del JWST fornendo il puntatore (Fine Guidance Sensor) e il NIRISS (Near InfraRed Imager and Slitless Spectrograph), un altro degli strumenti scientifici del telescopio.

In termini economici il contributo canadese è stato pari a circa 265³ milioni di dollari canadesi dal 2007.

Costi della ricerca: lo Space Telescope Science Institute

Il programma scientifico del JWST, gestito dallo Space Telescope Science Institute (STSI), si suddivide in tre parti.

Il programma "Director's Discretionary-Early Release Science" (DD-ERS) è stato sviluppato per aiutare gli scienziati a prendere confidenza con gli strumenti del Webb. Per avere accesso a questo programma la comunità scientifica dovrà inviare delle proposte a riguardo, valutate dal direttore del STSI; a disposizione ci saranno 500 ore di osservazione e risorse per supportare 15 team.

Il programma "Guaranteed Time Observations" (GTO), è stato pensato per premiare i ricercatori e gli scienziati che hanno aiutato a sviluppare i componenti chiave del JWST o hanno fornito le conoscenze tecniche e interdisciplinari. Il programma prevede un utilizzo totale dell'osservatorio pari a circa il 16% nei primi tre cicli; anche in questo caso ogni team ha presentato una descrizione del programma scientifico proposto per il primo ciclo.

Il programma "General Observers" (GO) fornirà alla comunità astronomica mondiale l'opportunità di fare delle osservazioni con il Webb. Per il primo ciclo dei programmi di osservazione sono state messe a disposizione 6.000 ore, per usufruire delle quali gli scienziati sono stati invitati a presentare delle proposte. Per quanto concerne il primo ciclo di questo programma a novembre 2021 la NASA ha stanziato 60 milioni di dollari; l'agenzia ha affermato di voler mantenere un livello simile di finanziamento per i cicli futuri.

Costi imprevisti

Analizzando i costi, si è ritenuto opportuno citare, seppur non considerati nell'analisi, i costi dovuti a eventuali imprevisti dopo il lancio, come avvenuto ad esempio per Hubble.

Le prime immagini ottenute dal telescopio evidenziarono un difetto al sistema ottico, che impediva di raggiungere la qualità attesa. Il problema risiedeva nella levigatura imperfetta di uno specchio primario: un errore di pochi micrometri che tuttavia portava risultati catastrofici, riducendo drasticamente la capacità di osservazione del telescopio.

La NASA riuscì alla fine a risolvere il problema, progettando e costruendo un nuovo strumento con il compito di correggere la distorsione ottica, il Corrective Optics Space Telescope Axial

³ Attualizzati al 2021

Replacement (COSTAR), la cui costruzione e installazione costò complessivamente 700 milioni di dollari e causò la rimozione del Fotometro ad Alta Velocità⁴.

Un'operazione simile per il JWST avrebbe costi decisamente maggiori e la sua stessa realizzazione sarebbe ai limiti dell'impossibile, a causa della sua distanza dalla Terra.

Costi “di prestigio”

Eventuali imprevisti o fallimenti in missioni di questo tipo portano gravi danni d'immagine alle agenzie coinvolte e alla ricerca spaziale in generale.

Il già citato problema di Hubble, ad esempio, mise a rischio l'enorme investimento fatto dalla NASA e la espose a un forte scetticismo all'interno dell'opinione pubblica statunitense.

Questo danno al prestigio dell'agenzia è facilmente riscontrabile attraverso molti articoli sui quotidiani dell'epoca⁵ e le numerose prese in giro nei prodotti di intrattenimento. Un esempio spesso citato è la sequenza della celebre commedia “*Una pallottola spuntata 2½ - L'odore della paura*”, che vede il telescopio Hubble all'interno di una collezione fotografica che comprende, tra gli altri, il Titanic, il terremoto di San Francisco, una Ford Edsel e la fallimentare campagna elettorale di Michael Dukakis.

Immagine 1: il “cameo” di Hubble nel film “*Una pallottola spuntata 2½*”



Fonte: discovermagazine.com

⁴ <https://www.wired.com/2004/02/hubble-space-telescope-1990-2007/> (ultimo accesso 11.03.2022)

⁵ Leary, W. *Hubble Telescope loses large part of optical ability* in “New York Times”, 28 giugno 1990, p. 1.

Un eventuale fallimento per il JWST sarebbe forse ancor più disastroso, soprattutto per quanto riguarda la NASA, considerando il minore contributo economico e la minore notorietà tra il pubblico di ESA e CSA.

Benefici

Pubblicazioni scientifiche

Per stimare il valore monetario delle future pubblicazioni scientifiche relative al JWST si utilizzano i dati di HST, presupponendo che le pubblicazioni scientifiche relative al Webb raggiungeranno almeno il valore monetario del predecessore. Nei primi 15 anni di HST sono stati pubblicati 5933 paper, citati più di 60.000 volte in letteratura scientifica. Il loro valore economico può essere stimato attraverso il rapporto tra la retribuzione dell'autore e il numero di pubblicazioni annue.

Un ricercatore nel campo della ricerca dello spazio ha uno stipendio annuo di 81.000\$⁶, il tempo di lavoro è annualmente 1760 h⁷, di cui 800 si stimano dedicate alla scrittura di un paper. Di conseguenza il valore di 1h di lavoro è pari a 46\$, per un totale di 36.800\$ a paper. Si ricava dalla sommatoria di :

$$[(\text{numero medio di citazioni a paper annuale} * \text{per il valore del tempo di lettura del paper (2h} * 46€)) + \text{il valore del paper 36.800\$}] * \text{il numero di paper annuale}$$

Si ottiene 476.873.736\$, al cambio 419.648.888 €.

Si somma questo valore a quello delle pubblicazioni riguardanti Webb già pubblicate, calcolato nello stesso modo e pari a 17.409.092€, portando così il valore complessivo a 437.057.980€⁸, dato che considera i paper sul JWST prima del lancio e una stima di quelli che verranno pubblicati in 15 anni di attività.

Capitale umano

Il beneficio dello sviluppo di capitale umano si potrebbe stimare considerando l'esperienza professionale e le prospettive di carriera del giovane ricercatore che entra nel team per la realizzazione del telescopio, rispetto alla situazione opposta di non partecipazione.

Considerando le pubblicazioni di Hubble ad oggi, si stima che la comunità scientifica dei giovani ricercatori coinvolti nel progetto sia di circa 10.000 unità. Si assume che il salario medio di un ricercatore nel campo dell'astrofisica sia 81.000\$⁹, l'incremento medio salariale medio ottenuto con la partecipazione è considerato pari al 11,8%. L'incremento salariale è quindi di 9.558\$, che moltiplicato al numero di anni di lavoro nella ricerca (circa 40) e al numero totale di giovani ricercatori coinvolti nel progetto risulta 3.823.200.000\$, al cambio 3.364.416.000€¹⁰.

⁶ Fonte: payscale.com (ultimo accesso 12.03.2022)

⁷ In base al Full Time Equivalent (FTE)

⁸ Attualizzati/capitalizzati al 2021

⁹ Fonte: payscale.com (ultimo accesso 12.03.2022)

¹⁰ Attualizzati al 2021

Benefici per le imprese

Nel caso delle imprese che hanno lavorato alla realizzazione del JWST, i benefici da considerare sono quelli derivanti dal meccanismo di *learning by doing* e consistono in profitti incrementali ottenuti attraverso ulteriori vendite a terzi grazie al trasferimento di tecnologia e conoscenza.

Si assume che circa l'80% (10.652.933.728€) dei costi totali siano stati impiegati nella costruzione del JWST, di cui si ipotizza un ritorno lordo del 20%, considerato come profitto ombra per le imprese a cui è stata appaltata la costruzione.

Utilizzando il moltiplicatore diretto per le imprese, pari a 3 (si stima che ogni euro di investimento nel campo spazio, comporti 3€ di ricavi complessivi per le imprese¹¹), è possibile ottenere una stima dell'effetto diretto della partecipazione delle imprese al progetto JWST, pari a 6.391.760.236€.

La costruzione del JWST ha portato inoltre a spinoff in diversi ambiti. In primo luogo esso ha permesso miglioramenti nel campo dell'oftalmologia, in particolare nella tecnologia di misurazione degli occhi umani, nella diagnosi di malattie oculari e nella chirurgia. Le applicazioni si sono sviluppate anche in ambito commerciale: il programma del Webb ha infatti permesso di generare oltre 30 milioni di dollari di entrate in ambiti come l'astronomia, l'industria aerospaziale e l'industria medica¹². Inoltre, la fase di sviluppo del JWST ha permesso la nascita di una tecnologia necessaria nella riparazione di Hubble, prolungandone le attività. Infine i sensori ad infrarossi sviluppati per il Webb sono diventati la scelta universale per le osservazioni astronomiche, oltre ad essere utilizzata anche per missioni di sicurezza nazionale.

Considerando la stima fornita da NASA di 30 milioni di dollari in 18 anni, si considera un possibile beneficio di ulteriori 25 milioni di dollari per le imprese nei prossimi 15 anni, portando il totale a 61.758.018\$, al cambio 54.347.056€¹³.

Benefici di non uso

L'esplorazione spaziale di JWST produrrà beni pubblici che tuttavia non avranno, al momento della scoperta e per i prossimi anni, possibilità di essere utilizzati concretamente. Di conseguenza, sono stati determinati attraverso la valutazione delle preferenze sociali, mediante un *contingent valuation experiment*.

Il campione di riferimento non è casuale né statisticamente rappresentativo. Il 61% degli intervistati è di sesso femminile, il 36% maschile. Il 61% dei rispondenti è nella fascia di età 19-30 anni, 8,5% nella fascia 30-45, e 23,8% nella fascia 46-60.

Per quanto riguarda il livello di istruzione, il 31,5% dichiara di avere raggiunto il diploma di scuola secondaria, il 33,1% di avere conseguito la Laurea Triennale, mentre il 23,8% ha conseguito una laurea magistrale o quadriennale.

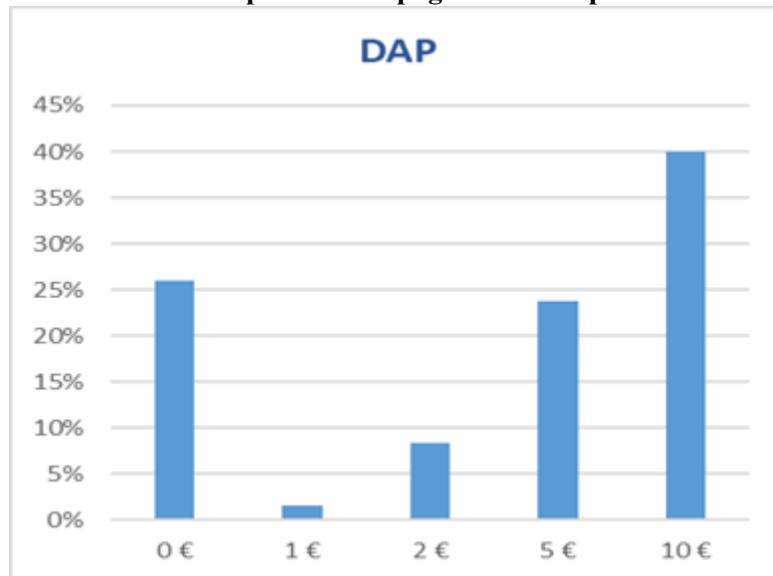
¹¹ Florio M., Giffoni F., 2020. A contingent valuation experiment about future particle accelerators at CERN, in "PLoS ONE", Vol. 15(3), e0229885

¹² https://webb.nasa.gov/resources/JWST_spinoffs_v122011.pdf (ultimo accesso 13.03.2022)

¹³ Attualizzati al 2021

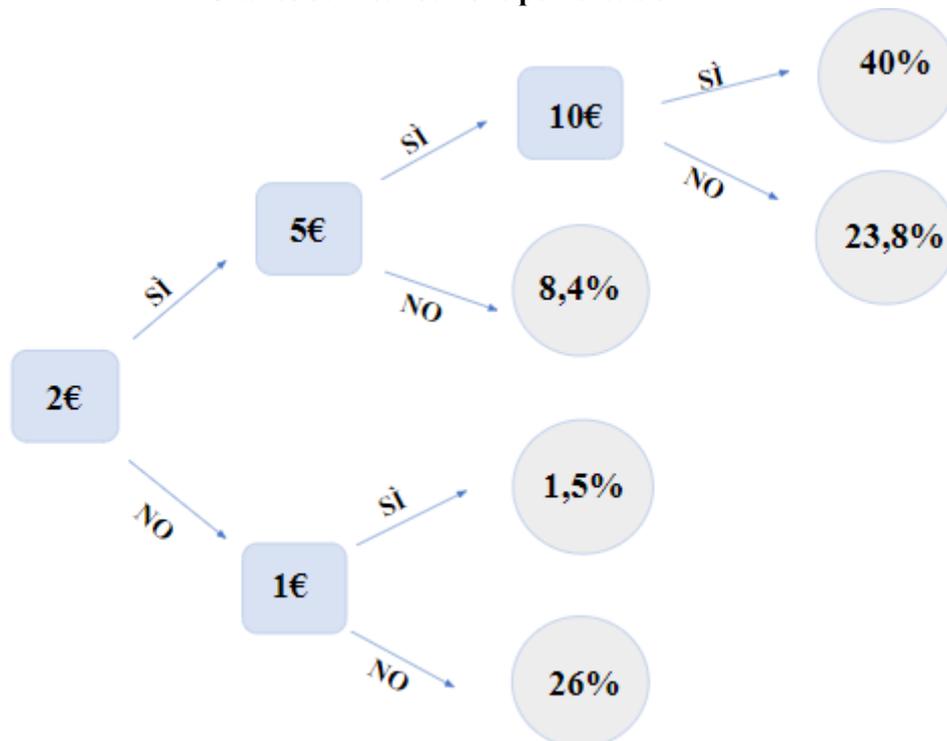
Dal sondaggio è emerso che il 40% del campione pagherebbe almeno 10€ di contributo una tantum, il 23,8% massimo 5€ e l'8,4% pagherebbe massimo 2€. L'1,5% pagherebbe 1€ mentre il 26% non sarebbe disposto a finanziare il nuovo progetto.

Grafico 2: Disponibilità a pagare del campione in %



Fonte: elaborazione personale

Grafico 3: Distribuzione percentuale DAP



Fonte: elaborazione personale

Infine è stata chiesta a tutto il campione la disponibilità massima a pagare. La moda è 0€, mentre la mediana è 5€. In media, la disponibilità massima a pagare è di 22,58€, tuttavia questo dato risente di un outlier (1000€), escludendolo la media sarebbe 15€. La conoscenza pregressa del progetto JWST aumenta mediamente la DAP, infatti chi dichiara di

conoscere il JWST è disposto mediamente a pagare 47,18€, un dato molto più alto degli 11,53€ riscontrabile in media tra chi non aveva mai sentito parlare di Webb.

Tabella 1: Media DAP in base a conoscenza pregressa

Conoscenza pregressa JWST	Media Dap Max in €
No	11,53
Si	47,18
Totale complessivo	22,58

Fonte: elaborazione personale

Si riscontra una maggiore DAP tra gli uomini, presumibilmente dovuta allo stipendio mediamente superiore. Questa teoria non è verificabile in mancanza di domande sul reddito.

Tabella 2: Media DAP in base al sesso

Sesso	Media Dap Max in €
Femmina	12,3
Maschio	41,8
Altro/non risponde	2,5
Totale complessivo	22,58

Fonte:elaborazione personale

Per quanto riguarda il livello di istruzione, in media la DAP è inferiore per chi ha basso livello di scolarizzazione e maggiore tra i diplomati. La minor disponibilità a pagare dei laureati è probabilmente dovuta alla condizione di studente della maggior parte del campione.

Tabella 3: Media DAP in base a livello di istruzione

Livello di istruzione	Media Dap Max in €
Elementari/Medie	6,83
Diploma di Scuola Secondaria	30,29
Laurea Triennale	16,93
Laurea Magistrale o Quadriennale	23,48
Dottorato o Studi Superiori	50
Totale complessivo	22,58

Fonte: elaborazione personale

Benefici culturali

Il JWST presenta differenti benefici culturali per il grande pubblico, esaminati di seguito.

Youtube. Il primo beneficio culturale considerato è la divulgazione di video concernenti il JWST: per farlo si è analizzato uno dei molti video pubblicati a proposito sulla piattaforma Youtube. Il filmato di riferimento è: “*What Are the Capabilities of the Most Powerful Telescope Ever? James Webb*” del canale *Riddle*¹⁴. Dal 2.03.2020 (data di pubblicazione) all’11.03.2022 il video ha ricevuto 1.915.890 visualizzazioni. Poiché la piattaforma conteggia la visualizzazione al raggiungimento di 30 secondi di visione, è necessario applicare un fattore di riduzione che tenga in considerazione le visualizzazioni parziali.

Tabella 4: Fattore di riduzione per visualizzazioni parziali

Lunghezza del video	Fattore di riduzione
< 1 minuto	60%
1 - 2 minuti	50%
2 - 3 minuti	45%
3 - 4 minuti	35%
4 - 5 minuti	35%
5 - 10 minuti	35%
10 - 20 minuti	28%
20 - 30 minuti	19%
30 - 45 minuti	15%
45 - 60 minuti	10%
> 60 minuti	9%

Fonte: Rielaborazione personale tratta da Catalano, Del Rosario Crespo Garrido, 2018

Preso atto che il video in questione ha una durata di 11:04, il fattore di riduzione applicato è stato del 28%, che porta a prendere in considerazione il 28% delle visualizzazioni totali. Il valore sociale del tempo è stato considerato come media europea a 0.13€ al minuto, sulla base di dati relativi al 2010¹⁵. La DAP degli utenti è stata stimata utilizzando la seguente formula:

$$[\text{Numero di visualizzazioni ridotte (536.449)} * \text{durata del video in minuti (11)} * \text{valore sociale del tempo (0,13€ per minuto)}]$$

Il totale risulta essere di 767.122,36€. Questa stima risente di una certa approssimazione, in quanto non è stato possibile dividere per paese le visualizzazioni, le quali sono state considerate tutte come provenienti dall’Europa. Negli ultimi 5 anni sono stati pubblicati 583 video superiori alle 1000 visualizzazioni sulla piattaforma Youtube. Aggiungendo ad essi una stima di 1749 filmati prodotti nei prossimi 15 anni, si ottiene un totale di 2332 video, per un valore sociale di 1.856.831.360 €¹⁶ sulla sola piattaforma Youtube.

¹⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=9dltpwxFKaA> (ultimo accesso 11.03.2022)

¹⁵ Del Rosario Crespo Garrido, I., Catalano, G., 2018. *Study of the socio-economic impact of CERN HL-LHC and FCC*. Department of Economics, Management and Quantitative Methods, Università degli Studi di Milano.

¹⁶ Attualizzati al 2021

Siti web: Per quanto concerne i benefici culturali derivanti dai siti web si è voluto prendere in considerazione i seguenti siti:

- NASA, nella sezione dedicata al JWST
(https://www.nasa.gov/mission_pages/webb/main/index.html)
- ESA, nella sezione dedicata al JWST
(https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Webb)
- CSA, nella sezione dedicata al JWST
(<https://www.ascsa.gc.ca/eng/satellites/jwst/default.asp>)
- Il sito ufficiale del JWST, gestito dalla NASA (<https://www.jwst.nasa.gov/>)

Il numero di visitatori alle pagine web si potrebbe richiedere ai gestori dei siti sopra indicati. La DAP si ricaverebbe nel modo seguente:

*[Numero di visite * tempo medio speso per la visita (in minuti) * valore sociale del tempo (EUR 0.13 per minuto)]*

Social Network: Per stimare i benefici culturali derivanti dall'utilizzo dei social network è stato preso in considerazione Instagram. Nella settimana di riferimento¹⁷ vi sono state 24.000 menzioni, portando a ipotizzare una media annuale di 1.248.000 menzioni. Per stimare la DAP degli utenti si utilizza:

*[Numero di menzioni annuali (1.248.000) * tempo speso per postare (0.5 minuti) * valore sociale del tempo (0.13€ per minuto)]*

In un anno la DAP è di 81.120€, quindi il beneficio all'interno dell'orizzonte temporale è di 1.049.525€¹⁸, considerata una stima di 1.248.000 menzioni già esistenti, basata sulla popolarità online dell'argomento¹⁹.

Lo stesso metodo andrebbe esteso agli altri social network e sarebbe necessario tenere conto della provenienza geografica degli utenti, che influisce sul valore sociale del tempo.

Film e documentari. Per stimare questo beneficio si è fatto riferimento all'esperienza del predecessore Hubble, che nel 2010 è stato protagonista di un film documentario dal titolo: "Hubble 3D". Si calcola la DAP per un prodotto culturale di questo tipo attraverso la formula

*[Stima di spettatori (7360000) * tempo medio di visione (45 minuti) * valore sociale del tempo (\$ 0.156 per minuti)]*

La stima del pubblico è stata ricavata attraverso gli incassi del film e il prezzo medio di un biglietto (10\$), escludendo gli spettatori all'infuori del cinema. Il valore del documentario così calcolato è 51.667.220\$, al cambio 47.058.503€²⁰.

Mostre temporanee. Per stimare questo beneficio si è considerata l'*Hubble Traveling Exhibit*, una mostra itinerante inaugurata nel 2016, organizzata e gestita dalla NASA, che si sposta nei vari musei statunitensi che ne facciano richiesta. Per calcolare questo beneficio si sono considerati i visitatori

¹⁷ 7.03.2022 - 13.03.2022

¹⁸ Attualizzati al 2021

¹⁹ Fonte: Google Trends

²⁰ Cambio Dollaro/Euro al 31.12.2021

del museo ospitante Adler Planetarium and Astronomy Museum, Chicago (ILA) in sei mesi (tempo di esposizione media) il museo ha raccolto 285.000 visitatori. Il tempo medio di visita è stato stimato a 30 minuti in base alla mostra disponibile sul sito della NASA.

[Numero di visitatori medio (285000) tempo medio di visita (30 minuti)* valore sociale del tempo (\$ 0.156 per minuti)]*

Il risultato è stato moltiplicato per 37, numero di musei che negli anni hanno ospitato la mostra itinerante. Il beneficio sociale stimato della mostra è 49.350.600\$, al cambio 44.948.526€²¹.

Un'ipotetica mostra simile per il JWST che venisse inaugurata nel 2022, porterebbe dopo 15 anni un valore di 107.318.515€.

Libri di fotografia. Il lavoro di Hubble ha permesso la pubblicazione di svariate raccolte di fotografie molto apprezzate dal pubblico e dalla critica²². Per stimare il beneficio derivante da simili pubblicazioni per il JWST abbiamo preso in considerazione due libri di fotografia relativi ad Hubble: “*Hubble's Universe: Greatest Discoveries and Latest Images*” e “*Expanding Universe. The Hubble Space Telescope*”. Non è stato possibile ottenere informazioni sul numero di copie vendute, tuttavia, attraverso un calcolo fatto a partire dal numero di recensioni sulla piattaforma Amazon e dai dati noti di alcuni libri di fotografia, abbiamo stimato che il primo abbia venduto circa 20mila copie, mentre il secondo circa 11mila. Quindi:

[Numero di copie vendute (31.000) tempo medio di lettura (30 minuti)* valore sociale del tempo (0.13€ per minuti)]*

Il valore sociale complessivo di questi due libri è di circa 120.900€. Ipotizzando la pubblicazione di venti libri nell'arco temporale considerato, si ottengono 1.209.000€. Questa è una stima conservativa perché non considera il numero di lettori (difficilmente stimabile) ma il numero di copie vendute.

²¹ Cambio Dollaro/Euro 31.12.2021

²² <https://hubblesite.org/contents/news-releases/2000/news-2000-14.html> (ultimo accesso 13.03.2022)

Risultati

Costi complessivi

Il costo totale del progetto nell'arco temporale 2003-2036 è di 13.316.167.161€. Purtroppo non è stato possibile trovare dati sui costi di ricerca per ESA e CSA, in quanto le due agenzie ad oggi non hanno ancora stanziato un budget.

Tabella 5: Costi totali JWST(2003-2036)

Costi	Valuta nazionale	€
NASA	\$ 13.169.651.930	11.589.293.698
ESA	€ 910.561.355	910.561.355
CSA	\$ 265.698.764	185.989.135
Ricerca (solo NASA)	\$ 716.276.105	630.322.973
Totale		13.316.167.161

Fonte: elaborazione personale di dati rilasciati da Nasa, Esa, Csa. Costi attualizzati/ capitalizzati al 2021, cambio al 31.12. 2021

Benefici complessivi

I benefici complessivi attualizzati risultano essere di circa 12,3 miliardi di euro.

Tabella 6: Benefici totali JWST (al 2036)

Benefici al 2036	€
Pubblicazioni	437.057.980
YouTube	1.856.831.360
Instagram	1.049.525
Documentario	47.058.503
Mostra	107.318.515
Libri	1.209.000
Stima NASA SpinOff	54.347.056
Capitale Umano	3.364.416.000
Esternalità alle imprese	6.391.760.236
TOTALE	12.261.048.175 €

Fonte: elaborazione personale

Limitandosi a questi dati, l'analisi non sarebbe favorevole al JWST, in quanto il rapporto benefici costi sarebbe di 0,92. Tuttavia la stima conservativa applicata in diversi ambiti, in particolare ai benefici culturali, e la totale esclusione dei valori di non uso, ipoteticamente molto alti anche in virtù dei risultati derivanti dal *contingent valuation experiment*, consentono di affermare che il JWST sia un buon investimento per la società.

La costruzione di due dei quattro strumenti scientifici da parte dell'ESA permette di ipotizzare che una buona parte delle esternalità delle imprese andrà a beneficio di aziende europee. A questo, si aggiunge una posizione di vantaggio nel tempo disponibile per la ricerca, potendo partecipare al programma di osservazione GTO²³, riservato ai ricercatori e scienziati che hanno collaborato. In conseguenza di ciò, considerando anche il carattere internazionale degli altri benefici, si ritiene che il contributo di ESA sia giustificato dalle esternalità positive, oltre che dalla rilevante propensione al sostegno verso la ricerca spaziale tra i cittadini europei, come emerge da sondaggi di opinione²⁴.

Lo scenario alternativo di non partecipazione al progetto avrebbe comportato per ESA una drastica riduzione dei benefici legati alle pubblicazioni scientifiche e al capitale umano, oltre a un sostanziale annullamento dei benefici derivanti dalle esternalità per le imprese. Inoltre, in questo scenario l'Europa sarebbe rimasta esclusa dal più grande e ambizioso progetto di ricerca spaziale mai realizzato.

Infine, il *contingent valuation experiment* mostra che il 72,5% del campione pagherebbe un contributo superiore ai 2€, cifra effettivamente spesa, e che in media i cittadini sarebbero disposti a versare fino a 15€. La DAP media aumenta molto con una conoscenza pregressa del JWST, permettendo di affermare che una maggior diffusione della conoscenza porta i cittadini a una maggior predisposizione al suo sostegno, anche economico, generando così benefici crescenti nel corso del tempo.

Per quanto queste considerazioni non siano estendibili a causa della natura del campione, esse risultano comunque interessanti per valutare la DAP dei cittadini europei.

Conclusioni

In conclusione, al netto delle stime conservative e dei dati mancanti, l'analisi costi benefici sul progetto James Webb Space Telescope ha esito positivo, sia in termini generali sia considerando nello specifico il coinvolgimento di ESA.

In previsione di future analisi sarebbe necessario instaurare un rapporto di collaborazione con le agenzie spaziali, soprattutto per ottenere informazioni relative al capitale umano. Ciò sarebbe auspicabile anche con le imprese per stimare con maggior precisione i benefici derivanti dalle loro esternalità.

Inoltre sarebbe preferibile la somministrazione di un sondaggio a un campione statisticamente rappresentativo della popolazione europea, ipoteticamente inserendo una domanda sul tema all'interno dell'Eurobarometro.

Infine, analisi successive potrebbero avere a disposizione informazioni al momento precluse, come il costo per la ricerca di ESA e CSA.

²³ Fonte: STSI

²⁴ Harris Interactive per ESA, 20-21 dicembre 2018, *Europeans and space activities. How do Europeans perceive issues related to space?*

Bibliografia

Catalano G., Del Rosario Crespo Garrido I., 2018. *Study of the socio-economic impact of CERN HL-LHC and FCC*. Department of Economics, Management and Quantitative Methods, Università degli Studi di Milano.

European Commission., 2014. *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment projects*. DG Regional and Urban Policy.

Florio M., 2019. *Investing in science : social cost-benefit analysis of research infrastructures*. MIT Press, Cambridge (MA)

Florio M. et al., 2016. *Forecasting the socio-economic impact of the Large Hadron Collider: A cost-benefit analysis to 2025 and beyond*, in “Technological Forecasting & Social Change”, novembre 2016, Vol.112, p.38-53.

Florio M. et al., 2021. *L'impatto socio - economico delle politiche pubbliche nel settore spazio in Italia*. Agenzia Spaziale Italiana, Università degli Studi di Bari “Aldo Moro”, Università degli Studi di Milano.

Florio M., Giffoni F., 2020. *A contingent valuation experiment about future particle accelerators at CERN*, in “PLoS ONE” , Vol. 15(3), e0229885

Leary W. *Hubble Telescope loses large part of optical ability*, in “New York Times”, 28 giugno 1990, p.1.

Sitografia

Adler Planetarium and Astronomy Museum, Chicago - <https://www.adlerplanetarium.org/>

Agenzia spaziale europea - <https://www.esa.int/>

Amazon - <https://www.amazon.com/>

Canadian Space Agency - <https://www.asc-csa.gc.ca/eng/Default.asp>

Discover Magazine - <https://www.discovermagazine.com/>

Google Trends - <https://trends.google.it/trends/explore>

Harris Interactive - <http://harris-interactive.fr/>

Hubble - <https://hubblesite.org/contents/news-releases/2000/news-2000-14.html>

NASA - <https://www.nasa.gov/>

NASA Budget Documents, Strategic Plans and Performance Reports - <https://www.nasa.gov/news/budget/index.html>

Payscale - <https://www.payscale.com/>

Space Telescope Science Institute - <https://www.stsci.edu/>

STSI HST Report - <https://archive.stsci.edu/hst/bibliography/pubstat.html>

The Hubble Traveling Exhibit - https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/hubble-traveling-exhibit

The Planetary Society - <https://www.planetary.org/articles/cost-of-the-jwst>

Webb Spinoffs - https://webb.nasa.gov/resources/JWST_spinoffs_v122011.pdf

Where Is Webb? NASA/Webb - <https://jwst.nasa.gov/content/webbLaunch/whereIsWebb.html>

Wired - <https://www.wired.com/2004/02/hubble-space-telescope-1990-2007/>

Wikipedia - <https://it.wikipedia.org/wiki/>

Youtube - <https://www.youtube.com/>