



# Descrizione inclusiva delle prime foto di JWST – Versione approfondita

## 1 Introduzione

Questo testo vuole offrire una descrizione delle ormai celebri prime cinque immagini riprese dal Telescopio Spaziale James Webb della NASA in modo che sia fruibile anche, ma non solo, dalle persone non vedenti. A questo fine, la descrizione dei contenuti fornita dalla NASA è stata integrata da una descrizione dell'aspetto delle immagini.

Il testo è organizzato con una breve introduzione generale sul telescopio spaziale Webb e dell'iniziativa delle prime cinque immagini, a seguire un elenco di alcuni concetti comuni alle foto, e infine la descrizione delle cinque immagini per ognuna delle quali è riportata la descrizione dell'aspetto, una descrizione breve del contenuto e un approfondimento. Per gli interessati, esiste una versione più sintetica e con meno dettagli di questo documento.

Le descrizioni dell'aspetto delle immagini sono della Unione Astrofili Italiani.

Le descrizioni dei contenuti delle immagini e relativi approfondimenti sono frutto di traduzione e adattamento dei contenuti del sito della NASA ([www.nasa.gov/webbfirstimages](http://www.nasa.gov/webbfirstimages)) a cura di Unione Astrofili Italiani.

Questa è una iniziativa del Programma Nazionale Divulgazione Inclusiva della Unione Astrofili Italiani ([www.uai.it/stellepertutti](http://www.uai.it/stellepertutti)).

## 2 Il Telescopio Spaziale James Webb e le prime cinque immagini

### 2.1 Il Telescopio Spaziale James Webb

Il James Webb Space Telescope (chiamato anche JWST o Webb) è un grande telescopio a infrarossi con uno specchio primario di circa 6,5 metri, posto in orbita a circa 1,5 milioni di chilometri dalla Terra. Il telescopio è stato lanciato il 25 dicembre 2021, ed è arrivato a destinazione il 24 gennaio 2022. È pienamente operativo dal 29 giugno 2022.

Webb sarà il principale osservatorio del prossimo decennio, al servizio di migliaia di astronomi in tutto il mondo. Studierà ogni fase della storia del nostro Universo, dai primi bagliori luminosi dopo il Big Bang, alla formazione di sistemi solari in grado di sostenere la vita su pianeti come la Terra, fino all'evoluzione del nostro stesso Sistema Solare.

Webb è una collaborazione internazionale tra la NASA, l'Agenzia spaziale europea (ESA) e l'Agenzia spaziale canadese (CSA). Il Goddard Space Flight Center della NASA ha gestito la fase di sviluppo, mentre la fase operativa è gestita dallo Space Telescope Science Institute.

Diverse tecnologie innovative sono state sviluppate per Webb, tra cui lo specchio principale composto da 18 elementi separati che si dispiegano e si adattano alla forma dopo il lancio. Gli specchi sono realizzati con un nuovo materiale metallico molto resistente agli urti: il berillio ultraleggero. La più grande caratteristica di Webb è un parasole a cinque strati delle dimensioni di un campo da tennis che attenua il calore del sole più di un milione di volte. I quattro strumenti del telescopio - fotocamere e spettrometri - hanno rivelatori in grado di registrare segnali estremamente deboli. Uno strumento (NIRSpec) è progettato per consentire di riprendere fino a cento oggetti contemporaneamente. Webb ha anche un sistema per raffreddare i

rivelatori del medio infrarosso di un altro strumento (MIRI) a una temperatura molto bassa (7 gradi Kelvin, o 266 gradi sottozero Celsius) necessaria al loro funzionamento.

Con “infrarosso” si fa riferimento alla luce di frequenze non visibili dall’uomo perché troppo basse, minori delle frequenze del rosso. A volte si distingue in vicino, medio o lontano infrarosso in base a quanto le frequenze sono lontane da quelle del rosso.

## 2.2 Le prime cinque immagini

Il 12 luglio 2022 la NASA e i suoi partners ESA e CSA hanno condiviso le prime cinque immagini riprese con gli strumenti del James Webb Space Telescope in un evento mediatico di rilevanza storica. Queste immagini mostrano le potenzialità del nuovo strumento anche in confronto al suo predecessore, lo Hubble Space Telescope.

Le registrazioni degli eventi, le immagini e le loro descrizioni sono ampiamente disponibili sul sito della NASA ([www.jwst.nasa.gov](http://www.jwst.nasa.gov)) e su tanti altri in tutto il mondo e in tutte le lingue.

## 3 Elementi comuni alle immagini

Nelle foto si vedono punti luminosi di diversa intensità distribuiti in maniera irregolare; solo alcuni di questi punti hanno sei raggi che si dipartono equidistanti, e cioè in direzione dei vertici di un esagono. I punti con raggi sono stelle, e i raggi sono dovuti alla diffrazione dei bordi degli elementi esagonali dello specchio principale del Telescopio Spaziale James Webb. Questo, infatti, è composto da 18 specchi esagonali di 1,4 metri accostati tra loro in modo da formare uno specchio di circa 6,5 metri. I punti luminosi senza raggi, che a volte si riescono a riconoscere come piccoli “sbuffi” a forma di disco a spirale o di “uovo” visti da prospettive diverse, sono galassie remote.

Quando si parla di foto di “campi profondi”, o in generale di “profondità” di una foto, ci si riferisce a foto che riprendono oggetti molto deboli a causa della loro lontananza nello spazio. Questa lontananza implica anche una “lontananza nel tempo”, in quanto la luce che stiamo osservando è stata emessa molto tempo fa, e quindi stiamo vedendo un oggetto com’era a quel tempo, non com’è oggi.

Per “risoluzione spaziale”, o “risoluzione”, si intende la quantità di dettagli. Si può parlare di risoluzione di una foto, nonché della risoluzione, o potere risolvibile, di un telescopio.

## 4 Immagine 1: Gruppo di galassie SMAC 0723

### 4.1 Descrizione dell’aspetto dell’immagine

L’immagine è quasi quadrata. Lo sfondo è il cielo buio, nero, sul quale si distinguono tantissimi punti luminosi di colori diversi, senza un soggetto principale. Se la foto fosse stampata 15x15 centimetri, questi punti avrebbero dimensioni da meno di un millimetro fino a 6-7 millimetri. Questi punti sono le immagini di poche stelle e moltissime galassie. Vi è una stella più luminosa verso il centro, un’altra decina abbastanza luminose distribuite sulla foto, e diverse più piccole. Quello che impressiona è il numero di galassie, per molte delle quali si distingue la forma anche sono molto piccole: piccoli ovali o piccole spirali viste da prospettive diverse. Alcune immagini di galassie sono allungate e deformate a formare piccole porzioni di arco di pochi gradi con centro verso il centro dell’immagine. Al centro dell’immagine vi sono concentrate quattro galassie, sempre piccole ma più luminose delle altre, circondate da una decina di luminosità minore distribuite irregolarmente.

### 4.2 Descrizione dei contenuti dell’immagine

Il Telescopio Spaziale James Webb Space ha fornito l’immagine a infrarossi più profonda e nitida dell’universo lontano finora disponibile. Conosciuto come il “primo campo profondo di Webb”, questa immagine dell’ammasso di galassie SMACS 0723 è traboccante di dettagli. Migliaia di galassie, inclusi gli

oggetti più deboli mai osservati nell'infrarosso, sono apparse per la prima volta alla vista del Telescopio Webb. Questa fetta del vasto universo copre un'area di cielo corrispondente all'incirca alle dimensioni di un granello di sabbia tenuto a distanza di un braccio.

L'immagine mostra l'ammasso di galassie SMACS 0723 come appariva 4,6 miliardi di anni fa, quando partì la luce registrata dal Telescopio Webb. La massa combinata di questo ammasso di galassie agisce come una lente gravitazionale, cioè curva i raggi di luce concentrandoli come farebbe una lente di vetro, ingrandendo le galassie molto più lontane dietro di esso. La NIRCAM del Telescopio Webb è riuscita a riprendere nitidamente le galassie più lontane, rivelando strutture minuscole e deboli mai state viste prima, tra cui ammassi stellari e formazioni diffuse. Con l'indagine del Telescopio Webb sulle prime galassie dell'universo i ricercatori inizieranno presto a saperne di più sulle masse, le età, le storie e le composizioni delle galassie.

### 4.3 Approfondimento sui contenuti

L'immagine del Telescopio Webb copre un'area di cielo corrispondente all'incirca alle dimensioni di un granello di sabbia tenuto a distanza di un braccio, un minuscolo frammento del vasto universo. La massa combinata di questo ammasso di galassie agisce come una lente gravitazionale, ingrandendo le galassie più lontane, comprese alcune la cui luce che vediamo nella foto è partita quando l'universo aveva meno di un miliardo di anni. Questo campo profondo, ripreso dalla "Fotocamera del vicino infrarosso" (NIRCAM) del Telescopio Webb, è una composizione di immagini riprese a diverse lunghezze d'onda, per un totale di 12,5 ore, raggiungendo profondità a lunghezze d'onda infrarosse maggiori dei più profondi campi che Hubble riesce a catturare in settimane di ripresa. E questo è solo l'inizio. I ricercatori continueranno a utilizzare il Telescopio Webb per fare esposizioni più lunghe, rivelando più del nostro vasto universo.

Questa immagine mostra l'ammasso di galassie SMACS 0723 come appariva 4,6 miliardi di anni fa, e molte altre galassie davanti e dietro l'ammasso. Molte altre informazioni su questo cluster emergeranno quando i ricercatori avranno analizzato i tanti dati raccolti dal Telescopio Webb. Questo campo è stato ripreso anche dallo "Strumento per il medio infrarosso" (MIRI) del Telescopio Webb, che osserva la luce nel medio infrarosso.

La NIRCAM del Telescopio Webb è riuscita a riprendere nitidamente le galassie più lontane, rivelando strutture minuscole e deboli mai state viste prima, tra cui ammassi stellari e formazioni diffuse.

La luce di queste galassie ha impiegato miliardi di anni per raggiungerci. Quando guardiamo le galassie più giovani di questa foto stiamo guardando indietro nel tempo fino a meno di un miliardo di anni dal big bang. La luce è stata "stirata" dall'espansione dell'universo, allungandone la lunghezza d'onda fino all'infrarosso che il Telescopio Webb è stato progettato per osservare. I ricercatori inizieranno presto a saperne di più sulle masse, le età, le storie e le composizioni delle galassie.

Altri elementi visibili nella foto sono degli archi. Il potente campo gravitazionale di un ammasso di galassie può piegare i raggi di luce provenienti da galassie più lontane dietro di esso, proprio come una lente d'ingrandimento piega e deforma le immagini. L'immagine contiene anche stelle, caratterizzate dai raggi di diffrazione poiché appaiono più luminose a lunghezze d'onda più corte.

L'immagine MIRI del Telescopio Webb offre un caleidoscopio di colori e mette in evidenza dove si trova la polvere, un ingrediente importante per la formazione stellare e, in definitiva, per la vita stessa. Le galassie blu contengono stelle, ma pochissima polvere. Gli oggetti rossi in questo campo sono avvolti da spessi strati di polvere. Le galassie verdi sono popolate da idrocarburi e altri composti chimici. I ricercatori saranno in grado di utilizzare dati come questi per capire come le galassie si formano, crescono e si fondono tra loro e, in alcuni casi, perché smettono del tutto di formare nuove stelle.

Oltre a scattare immagini, due degli strumenti del Telescopio Webb hanno anche registrato gli spettri per alcune galassie, e cioè l'intensità della luce alle diverse frequenze: gli spettri rivelano le proprietà fisiche e

chimiche degli oggetti, aiutando i ricercatori a identificare molte altre informazioni sulle galassie lontane in questa foto. Lo strumento “Spettrografo nel vicino infrarosso” (NIRSpec) del Telescopio Webb, grazie a una nuova tecnologia utilizzata per la prima volta nello spazio, ha raccolto dati da 48 singole galassie contemporaneamente. I dati hanno rivelato la luce di una galassia che ha viaggiato per 13,1 miliardi di anni prima che gli specchi del Telescopio Webb la catturassero. I dati NIRSpec dimostrano anche quanto saranno dettagliati gli spettri delle galassie con le osservazioni del Telescopio Webb.

Infine, lo strumento “Fotocamera del vicino infrarosso e spettrografo senza fessura” (NIRISS) ha utilizzato un particolare spettrografo ad ampio campo per acquisire contemporaneamente gli spettri di tutti gli oggetti nell'intero campo visivo.

SMACS 0723 può essere visto vicino alla costellazione “Pesce Volante” nel cielo meridionale.

## 5 Immagine 2: Atmosfera dell'esopianeta WASP-96 b

### 5.1 Descrizione dell'aspetto dell'immagine

L'immagine è in realtà un grafico. L'immagine è rettangolare orizzontale. Sullo sfondo, a scopo decorativo, vi è l'immagine sfuocata di un generico pianeta visto da dietro con la sua stella sullo sfondo; in primo piano sulla destra, si vede il bordo illuminato sinistro del pianeta, mentre la stella è sullo sfondo in alto a sinistra più lontana e quindi piccola, tagliata dal bordo della foto. Questo però è solo lo sfondo poiché l'elemento principale della foto è il grafico, che ne occupa i tre quarti in primo piano. Il grafico è uno spettro, quindi riporta in ascissa (asse x) la lunghezza d'onda, e in ordinata (asse y) la quantità di luce assorbita dall'atmosfera del pianeta per quella lunghezza d'onda. All'interno del grafico sono riportati una serie di punti e una linea azzurra che meglio raccorda il valore dei singoli punti. La curva, anche se piuttosto irregolare, mostra quattro picchi principali (separati da altrettante valli). I quattro picchi sono etichettati come “vapore d'acqua”.

### 5.2 Descrizione dei contenuti dell'immagine

Il Telescopio Webb ha rivelato le tracce dell'acqua, insieme a prove di nuvole e foschia, nell'atmosfera che circonda un pianeta gigante gassoso caldo, chiamato “WASP-96 b”, in orbita attorno a una stella lontana simile al Sole.

L'osservazione, che rivela la presenza di specifiche molecole di gas in base a minuscole diminuzioni della luminosità di specifici colori della luce, è la più dettagliata del suo genere fino ad oggi, a dimostrazione della capacità senza precedenti del Telescopio Webb di analizzare atmosfere distanti centinaia di anni luce.

Mentre il telescopio spaziale Hubble ha analizzato numerose atmosfere di esopianeti negli ultimi due decenni, registrando il primo chiaro rilevamento dell'acqua nel 2013, l'osservazione immediata e più dettagliata del Telescopio Webb segna un gigantesco balzo in avanti nella ricerca per caratterizzare pianeti potenzialmente abitabili oltre la Terra.

### 5.3 Approfondimento sui contenuti

WASP-96 b è uno degli oltre cinquemila esopianeti finora identificati nella Via Lattea. Situato a circa 1.150 anni luce di distanza nella costellazione della Fenice nel cielo meridionale, rappresenta un tipo di gigante gassoso che non ha analoghi diretti nel nostro sistema solare. Con una massa inferiore alla metà di quella di Giove e un diametro 1,2 volte maggiore, WASP-96 b è molto meno denso di qualsiasi pianeta in orbita attorno al nostro Sole. E con una temperatura superiore a 540 gradi centigradi, è notevolmente più caldo. WASP-96 b orbita estremamente vicino alla sua stella simile al Sole, a solo un nono della distanza tra Mercurio e il Sole, completando un'orbita, e cioè il suo “anno”, ogni 3 giorni e mezzo della Terra.

La combinazione di grandi dimensioni, breve periodo orbitale, atmosfera estesa e assenza di interferenze luminose da oggetti vicini nel cielo, rende WASP-96 b un bersaglio ideale per le osservazioni atmosferiche.

Il 21 giugno, lo strumento “Fotocamera del vicino infrarosso e spettrografo senza fessura” (NIRISS) del Telescopio Webb ha misurato la luce del sistema WASP-96 per 6,4 ore consecutive mentre il pianeta transitava davanti la stella. Il risultato è una curva di luce che mostra l'attenuazione complessiva della luce stellare durante il transito e le modifiche dello spettro della luce emessa dalla stella a causa del passaggio attraverso l'atmosfera del pianeta, detto “spettro di trasmissione”. Infatti ogni tipo di molecola di gas presente in atmosfera assorbe specifiche frequenze della luce, rivelando così la propria presenza e la propria abbondanza.

Mentre la curva di luce conferma le proprietà del pianeta che erano già state determinate da altre osservazioni - l'esistenza, le dimensioni e l'orbita del pianeta - lo spettro di trasmissione rivela dettagli precedentemente nascosti dell'atmosfera: la firma inequivocabile dell'acqua, indicazioni di foschia, e prove di nuvole che si pensava non esistessero sulla base di osservazioni precedenti.

Lo spettro di WASP-96 b catturato da NIRISS non è solo lo spettro di trasmissione nel vicino infrarosso più dettagliato dell'atmosfera di un esopianeta catturato fino ad oggi, ma copre anche una gamma straordinariamente ampia di lunghezze d'onda, inclusa la luce rossa visibile e una parte dello spettro che non era precedentemente accessibile da altri telescopi (lunghezze d'onda superiori a 1,6 millesimi di millimetro, detti anche “micron”). Questa parte dello spettro è particolarmente sensibile all'acqua e ad altre molecole chiave come ossigeno, metano e anidride carbonica, che non sono immediatamente evidenti nello spettro WASP-96 b ma che dovrebbero essere rilevabili in altri esopianeti pianificati per l'osservazione dal Telescopio Webb.

I ricercatori saranno in grado di utilizzare lo spettro per misurare la quantità di vapore acqueo nell'atmosfera, limitare l'abbondanza di vari elementi come carbonio e ossigeno e stimare la temperatura dell'atmosfera con la profondità. Possono quindi utilizzare queste informazioni per fare inferenze sulla composizione generale del pianeta, nonché su come, quando e dove si è formato. La linea blu sul grafico è la linea che meglio approssima i singoli dati raccolti, delle proprietà note di WASP-96 b e della sua stella (ad es. Dimensioni, massa, temperatura) e delle caratteristiche presunte dell'atmosfera.

I dettagli eccezionali e la chiarezza di queste misurazioni sono possibili grazie al design all'avanguardia del Telescopio Webb. Il suo specchio rivestito in oro da 25 metri quadrati raccoglie la luce infrarossa in modo efficiente. I suoi spettrografi di precisione diffondono la luce in arcobaleni di migliaia di colori a infrarossi. E i suoi sensibili rivelatori a infrarossi misurano differenze di luminosità estremamente sottili. NIRISS è in grado di rilevare differenze di colore solo di circa un millesimo di micron, e cioè un milionesimo di millimetro (la differenza tra verde e giallo è di circa 50 millesimi di micron) e differenze di luminosità tra quei colori di poche centinaia di parti per milione.

Inoltre, l'estrema stabilità della posizione del Telescopio Webb e la sua lontananza dagli effetti contaminanti dell'atmosfera terrestre offrono la possibilità di una visione ininterrotta e di pulizia dei dati raccolti.

## 6 Immagine 3: Nebulosa planetaria Anello del Sud

### 6.1 Descrizione dell'aspetto dell'immagine

L'immagine è composta da due foto affiancate che raffigurano lo stesso oggetto ripreso con due strumenti diversi, sensibili a lunghezze d'onda diverse. Le immagini sono simili salvo una leggera differenza di colori e sfumature, per cui la descrizione di seguito si applica ad entrambe.

L'immagine è circa quadrata, con fondo cielo buio con poche stelle a punteggiarlo. La nebulosa ha forma d'uovo quasi verticale leggermente inclinato a sinistra, di dimensioni totali quasi quanto la foto. Al centro c'è un punto luminoso, e cioè la stella residuo della stella originaria; questa è circondata da una zona gassosa azzurrognola con venature irregolari arancioni che prende circa metà della foto, la quale zona è

delimitata da un bordo più luminoso giallastro a forma d'uovo come detto. All'esterno di questo bordo vi sono ulteriori gusci concentrici, tenui e di colore rossiccio, di forma piuttosto irregolare, che sfumano verso l'esterno; se ne distinguono 4 o 5, ma non sono ben delineati.

La seconda foto ha una struttura simile, con le seguenti differenze. La nebulosità interna al guscio è rossiccia invece che azzurrognola. I gusci esterni distinguibili sono solo un paio, e di colore azzurrognolo. Al centro si vedono due stelle molto vicine invece di una sola. Sia il bordo della zona centrale che le due stelle centrali sono un po' meno luminosi.

## 6.2 Descrizione dei contenuti dell'immagine

Alcune stelle riservano il meglio alla fine.

La stella più fioca al centro di questa scena ha emesso anelli di gas e polvere per migliaia di anni in tutte le direzioni e il Telescopio Spaziale James Webb ha rivelato per la prima volta che questa stella è avvolta da polvere.

Due telecamere a bordo del Telescopio Webb hanno catturato l'ultima immagine di questa nebulosa planetaria, catalogata come NGC 3132 e conosciuta informalmente come la Nebulosa Anello del Sud. Dista circa 2.500 anni luce.

Il Telescopio Webb consentirà agli astronomi di approfondire molti più dettagli sulle nebulose planetarie come questa: nubi di gas e polvere espulse dalle stelle morenti. Capire quali molecole sono presenti e dove si trovano nei gusci di gas e polvere aiuterà i ricercatori ad affinare la loro conoscenza di questi oggetti.

## 6.3 Approfondimento sui contenuti

Questa immagine mostra la Nebulosa Anello del Sud quasi di fronte, ma se potessimo ruotarla per vederla di taglio, la sua forma tridimensionale sembrerebbe più chiaramente due ciotole poste insieme nella parte inferiore, che si aprono l'una dall'altra con un grande foro al centro.

Due stelle, accoppiate in orbita ravvicinata, con il loro moto e la loro radiazione forgiavano l'ambiente circostante. Le immagini a infrarossi del Telescopio Webb presentano nuovi dettagli in questo sistema complesso. Le stelle - e i loro gusci luminosi - sono prominenti nell'immagine della "Fotocamera del vicino infrarosso" (NIRCam) del Telescopio Webb a sinistra, mentre l'immagine dello "Strumento per il medio infrarosso" (MIRI) del Telescopio Webb a destra mostra per la prima volta che la seconda stella è circondata da polvere. La stella più luminosa si trova in una fase precedente della sua evoluzione stellare e probabilmente espellerà la propria nebulosa planetaria in futuro.

Nel frattempo, la stella più luminosa influenza l'aspetto della nebulosa. Nell'orbitare l'una intorno all'altra, le due stelle rimettono i gas e le polveri generando addensamenti irregolari.

Ogni guscio è frutto di un evento nel quale, in un momento passato, la stella più debole ha perso parte della sua massa. I gusci di gas più larghi verso le aree esterne dell'immagine sono stati espulsi in precedenza. Quelli più vicini alla stella sono i più recenti. Tracciare queste espulsioni consente ai ricercatori di esaminare la storia del sistema.

Le osservazioni effettuate con NIRCam rivelano anche raggi di luce estremamente sottili attorno alla nebulosa planetaria generati dal fatto che la luce delle stelle centrali passa in corrispondenza di buchi nel gas e nella polvere, come la luce solare attraverso le aperture di una nuvola.

Poiché le nebulose planetarie esistono da decine di migliaia di anni, osservare la nebulosa è come guardare un film al rallentatore eccezionale. Ogni guscio emesso dalla stella offre ai ricercatori la capacità di misurare con precisione il gas e la polvere che sono presenti al suo interno.

Quando la stella espelle gusci di materiale, al loro interno si formano polvere e molecole, cambiando il paesaggio man mano che la stella continua a espellere materiale. Questa polvere finirà per arricchire le aree circostanti, espandendosi in quello che è noto come il mezzo interstellare. La polvere potrebbe finire per viaggiare nello spazio per miliardi di anni e incorporarsi in una nuova stella o pianeta.

In migliaia di anni, questi delicati strati di gas e polvere si dissolveranno nello spazio circostante.

## 7 Immagine 4: Gruppo di galassie Quintetto di Stephan

### 7.1 Descrizione dell'aspetto dell'immagine

L'immagine riprende cinque galassie molto vicine tra loro. L'immagine è quasi perfettamente quadrata, assumiamo di circa 15 cm di lato per riferimento. Su un fondo prevalentemente scuro, fatto di fondo cielo buio costellato di punti luminosi di 1 o 2 mm, riconoscibili in stelle in alcuni casi e galassie remote in molti altri, l'immagine è dominata dalle cinque galassie del Quintetto di Stephan in primo piano, che occupano buona parte della foto in posizione centrale. La prima galassia in alto presenta al centro una zona ovale orizzontale molto luminosa soprattutto al centro larga 2 centimetri e alta 1, da cui si dipartono 3 bracci verso l'alto e uno verso il basso molto meno luminosi, di forma irregolare, direzione circa verticale e lunghezza circa 1 cm, colore rossiccio. Il tutto è circondato da una zona nebulosa bianca piuttosto tenue che avvolge gli altri elementi, delimitata da due bracci curvi in senso orario che si dipartono dalle estremità del corpo centrale con due sbuffi a spirale, con una dimensione totale di circa 3 centimetri.

Sotto questa prima galassia ve ne sono tre affiancate.

Quella più a sinistra, leggermente più grande della precedente, ha la forma circa di un uovo in orizzontale di circa 4 centimetri per 2, con una zona centrale biancastra molto luminosa che man mano sfuma verso l'esterno, con filamenti rossicci vari irregolari in tutte le direzioni e meno luminosi. Ha un aspetto più granuloso delle altre quattro, potendosi distinguere molte stelle singole.

Le altre due galassie sono molto vicine e in parte compenstrate, quasi a formare un oggetto solo; infatti, si stanno fondendo tra loro per la gravità. Si vedono due zone sferiche molto luminose di circa mezzo centimetro, che sono le parti centrali delle galassie, allineate quasi in verticale e quasi a contatto. La parte centrale della galassia più in basso è circondata da un alone circolare biancastro di quasi 2 centimetri. La parte centrale della galassia più in alto è posizionata al centro di una fascia luminosa a forma di "S" al contrario, il cui braccio inferiore termina quasi a contatto col centro dell'altra galassia. Il tutto, e cioè entrambe le galassie e l'alone, misura circa 3 centimetri.

La galassia inferiore nella foto, più piccola delle altre, ha forma quasi circolare, con un centro leggermente allungato molto luminoso circondato da un alone biancastro, più distaccata dalle altre e di dimensioni circa un centimetro e mezzo.

### 7.2 Descrizione dei contenuti dell'immagine

Il "Quintetto di Stephan", un raggruppamento ottico di cinque galassie, è noto soprattutto per essere stato protagonista del classico film natalizio "La vita è meravigliosa". Oggi, il Telescopio Spaziale James Webb rivela il Quintetto di Stephan sotto una nuova luce. Questa immagine, un enorme mosaico di quasi mille foto singole per un totale di oltre 150 milioni di pixel, è l'immagine più grande prodotta dal Telescopio Webb ad oggi, coprendo circa un quinto del diametro della Luna. I dati del Telescopio Webb forniscono nuove informazioni su come le interazioni galattiche potrebbero aver guidato l'evoluzione delle galassie nell'universo primordiale.

Con la sua potente visione a infrarossi e una risoluzione spaziale estremamente elevata, il Telescopio Webb mostra dettagli mai visti prima in questo gruppo di galassie. Ammassi scintillanti di milioni di giovani stelle e regioni stellari di nuove nascite di stelle abbelliscono l'immagine. Le ampie code di gas, polvere e stelle

vengono estratte da molte delle galassie a causa delle interazioni gravitazionali. Fatto ancora più notevole, il Telescopio Webb cattura enormi onde d'urto mentre una delle galassie, NGC 7318B, si “scontra” con l'ammasso.

### 7.3 Approfondimento sui contenuti

Insieme, le cinque galassie del Quintetto di Stephan sono anche conosciute come “Gruppo compatto di Hickson 92” (HCG 92). Sebbene sia chiamato un “quintetto”, solo quattro delle galassie sono veramente vicine tra loro e interagiscono tramite la gravità in quella che può essere definita una lenta “danza cosmica”. La quinta e più a sinistra della galassia, chiamata NGC 7320, è ben in primo piano rispetto alle altre quattro. NGC 7320 risiede a 40 milioni di anni luce dalla Terra, mentre le altre quattro galassie (NGC 7317, NGC 7318A, NGC 7318B e NGC 7319) distano circa 290 milioni di anni luce. Sono distanze ancora abbastanza piccole in termini cosmici, rispetto a galassie distanti miliardi di anni luce. Lo studio di tali galassie relativamente vicine come queste aiuta gli scienziati a comprendere meglio le strutture viste in un universo molto più distante.

Questa vicinanza fornisce agli astronomi un posto in prima fila per osservare le interazioni e le fusioni tra galassie che sono così rilevanti per tutta l'evoluzione delle galassie. Raramente gli scienziati vedono in così tanto dettaglio come le galassie interagenti innescano reciprocamente la formazione di stelle, e come il gas in queste galassie viene disturbato da questi processi. Il Quintetto di Stephan è un fantastico “laboratorio” per studiare questi processi fondamentali per tutte le galassie.

Gruppi stretti come questo potrebbero essere stati più comuni nell'universo primordiale quando il loro materiale surriscaldato e in caduta potrebbe aver alimentato buchi neri molto energetici chiamati quasar. Ancora oggi, la galassia più in alto del gruppo - NGC 7319 - ospita un nucleo galattico attivo, un buco nero supermassiccio 24 milioni di volte la massa del Sole, il quale sta attivamente attirando materiale ed emette energia luminosa equivalente a 40 miliardi di Soli.

Il Telescopio Webb ha studiato il nucleo galattico attivo in grande dettaglio con lo “Spettrografo nel vicino infrarosso” (NIRSpec) e lo “Strumento per il medio infrarosso” (MIRI), i quali hanno fornito al team del Telescopio Webb una raccolta di immagini combinate, chiamate “IFU”, che forniscono le caratteristiche spettrali del nucleo galattico.

Proprio come la risonanza magnetica medica, le IFU forniscono agli scienziati una visione stratificata che consente uno studio dettagliato. Il Telescopio Webb ha perforato il velo di polvere che circonda il nucleo per rivelare gas caldo vicino al buco nero attivo e misurare la velocità dei flussi luminosi. Il Telescopio Webb ha visto questi deflussi guidati dal buco nero con un livello di dettaglio mai visto prima.

Nella galassia più a sinistra e più vicina nel raggruppamento visivo (NGC 7320), il Telescopio Webb è stato in grado di risolvere singole stelle e persino il nucleo luminoso della galassia.

Il Telescopio Webb ha anche rivelato un vasto mare di migliaia di lontane galassie sullo sfondo che ricordano i “Campi profondi” di Hubble.

In combinazione con l'immagine a infrarossi più dettagliata di sempre del Quintetto di Stephan di MIRI e della “Fotocamera del vicino infrarosso” (NIRCam), i dati del Telescopio Webb forniranno una quantità di nuove e preziose informazioni. Ad esempio, aiuterà gli scienziati a capire la velocità con cui i buchi neri supermassicci si nutrono e crescono. Il Telescopio Webb vede anche le regioni di formazione stellare in modo molto più diretto ed è in grado di esaminare l'emissione della polvere, un livello di dettaglio impossibile da ottenere fino ad ora.

Situato nella costellazione di Pegaso, il Quintetto di Stephan fu scoperto dall'astronomo francese Édouard Stephan nel 1877.



## 8 Immagine 5: Nebulosa “Carina”

### 8.1 Descrizione dell’aspetto dell’immagine

L’immagine riprende parte di una nube di gas a circa 7600 anni luce da noi. La foto è rettangolare orizzontale, assumiamo 13 centimetri per 23 come riferimento. Si distinguono due zone di colorazione diversa con separazione orizzontale netta ma di andamento molto irregolare a circa 3-6 centimetri dal bordo superiore. La parte inferiore è una parte della nebulosa. L’andamento irregolare del bordo ricorda il profilo di una catena montuosa. La nebulosa ha sfumature di colore tra il rosso e il giallo ocra, con tessitura simile a una nuvola (ovatta strappata), e si dissolve nel cielo nero stellato verso i due angoli inferiori. All’esterno della nebulosa, la parte superiore ha un colore azzurrino tenue e un aspetto gassoso come se fosse vapore che sale, che sfuma in alto a sinistra verso il nero del cielo buio. In trasparenza, su tutta la foto, si vedono sia stelle che galassie di diversa luminosità distribuite in maniera irregolare; la grande maggioranza sono stelle.

### 8.2 Descrizione dei contenuti dell’immagine

Le apparentemente tridimensionali “scogliere galattiche” mostrano le capacità del Telescopio Webb di scrutare attraverso la polvere oscura e gettare nuova luce su come si formano le stelle. Il Telescopio Webb rivela vivai stellari emergenti e singole stelle che sono completamente nascoste dalla polvere nelle immagini in luce visibile. Questo paesaggio di "montagne" e "valli" è in realtà il bordo di un vicino “vivaio stellare” chiamato NGC 3324, situato all'angolo nord-ovest della Nebulosa Carina.

Le cosiddette montagne - alcune alte circa 7 anni luce - sono punteggiate da stelle giovani e scintillanti, fotografate nella luce infrarossa. Un'area cavernosa è stata scavata nella nebulosa dall'intensa radiazione ultravioletta e dai venti stellari di giovani stelle estremamente massicce, calde, situate al di fuori in alto della zona ripresa in questa immagine. La violenta radiazione ultravioletta di queste stelle sta formando quello che sembra il muro della nebulosa, erodendola lentamente. Enormi pilastri si ergono sopra il muro di gas incandescente, resistendo a questa radiazione. Il "vapore", una nebbiolina azzurrognola, che sembra salire dalle "montagne" è in realtà gas caldo, ionizzato e polvere calda che scorre via dalla nebulosa a causa della radiazione incessante.

Gli oggetti nelle prime fasi rapide della formazione stellare sono difficili da catturare, ma l'estrema sensibilità, risoluzione spaziale e capacità di ripresa del Telescopio Webb possono raccontare questi eventi sfuggenti.

### 8.3 Approfondimento sui contenuti

Questo paesaggio di "montagne" e "valli" punteggiato di stelle scintillanti è in realtà il confine di una vicina, giovane regione di formazione stellare chiamata NGC 3324 nella Nebulosa Carina. Catturata alla luce infrarossa dal Telescopio Spaziale James Webb, questa immagine rivela per la prima volta aree precedentemente invisibili di nascita delle stelle.

Chiamate le “scogliere cosmiche”, l'immagine apparentemente tridimensionale del Telescopio Webb sembra mostrare montagne scoscese in una sera illuminata dalla luna. In realtà, è il bordo della gigantesca cavità gassosa all'interno di NGC 3324 e i "picchi" più alti in questa immagine sono alti circa 7 anni luce. L'area cavernosa è stata scavata dalla nebulosa dall'intensa radiazione ultravioletta e dai venti stellari di giovani stelle estremamente massicce, calde, situate al centro della bolla, al di fuori in alto della zona ripresa in questa immagine.

La violenta radiazione ultravioletta delle giovani stelle sta scolpendo la parete della nebulosa erodendola lentamente. Enormi pilastri torreggiano sopra il muro di gas incandescente, resistendo a questa radiazione. Il "vapore" azzurrognolo che sembra salire dalle "montagne" celesti è in realtà gas caldo, ionizzato e polvere calda che scorre via dalla nebulosa a causa della radiazione incessante.



Il Telescopio Webb rivela vivai stellari emergenti e singole stelle che sono completamente nascoste nelle immagini in luce visibile. A causa della sua sensibilità alla luce infrarossa, il Telescopio Webb può scrutare attraverso la polvere cosmica per vedere questi oggetti. I getti protostellari, che emergono chiaramente in questa immagine, sono emessi da alcune di queste giovani stelle. Le sorgenti più giovani appaiono come punti rossi nella regione scura e polverosa della nuvola. Gli oggetti nelle prime fasi rapide della formazione stellare sono difficili da catturare, ma l'estrema sensibilità, risoluzione spaziale e capacità di ripresa del Telescopio Webb possono raccontare questi eventi sfuggenti.

Queste osservazioni di NGC 3324 faranno luce sul processo di formazione stellare. La nascita delle stelle si propaga nel tempo, innescata dall'espansione della cavità di erosione. Quando il bordo luminoso e ionizzato si sposta nella nebulosa, fa pressione lentamente su gas e polveri. Se questo bordo incontra materiale instabile, l'aumento della pressione induce il collasso del materiale che andrà a formare nuove stelle.

Al contrario, questo tipo di disturbo può anche impedire la formazione di stelle poiché il materiale che forma le stelle viene eroso. Questo è un equilibrio molto delicato tra l'accensione della formazione stellare e il suo arresto. Il Telescopio Webb affronterà alcune delle grandi domande aperte dell'astrofisica moderna: cosa determina il numero di stelle che si formano in una determinata regione? Perché le stelle si formano con una certa massa?

Il Telescopio Webb rivelerà anche l'impatto della formazione stellare sull'evoluzione di gigantesche nubi di gas e polvere. Mentre l'effetto delle stelle massicce - con i loro venti violenti e l'elevata energia - è spesso evidente, si sa meno dell'influenza delle stelle di piccola massa più numerose. Mentre si formano, queste stelle più piccole emettono getti stretti e in direzioni opposte che si vedono nella foto, i quali possono trasmettere molta energia nelle nubi di polveri e gas. Questo riduce la frazione di materiale nebulare che semina nuove stelle.

Fino ad oggi gli scienziati hanno avuto pochissimi dati sull'influenza della moltitudine di stelle di piccola massa giovani e più energetiche. Col Telescopio Webb, potranno ottenere un censimento completo del loro numero e dell'impatto in tutta la nebulosa.

Situato a circa 7.600 anni luce di distanza, NGC 3324 è stato ripreso dalla "Fotocamera del vicino infrarosso" (NIRCam) e dallo "Strumento per il medio infrarosso" (MIRI) del Telescopio Webb.

NIRCam, con la sua risoluzione nitida e la sua sensibilità senza precedenti, svela centinaia di stelle precedentemente nascoste e persino numerose galassie di fondo.

Nelle riprese di MIRI, le giovani stelle e i loro dischi polverosi che formano pianeti brillano vivacemente nell'infrarosso medio, apparendo rosa e rosse. MIRI rivela strutture nella distribuzione delle polveri, e le stelle che originano enormi getti ed emissioni. Con MIRI la polvere calda, gli idrocarburi e altri composti chimici sul bordo delle creste si illuminano, dando l'aspetto di rocce frastagliate.

NGC 3324 fu catalogato per la prima volta da James Dunlop nel 1826. Visibile dall'emisfero australe, si trova all'angolo nord-ovest della Nebulosa Carina (NGC 3372), che risiede nella costellazione Carina. La Nebulosa Carina ospita la Nebulosa Buco della Serratura e la stella supergigante attiva e instabile chiamata Eta Carinae.