



Tesi del

*CORSO DI PERFEZIONAMENTO*

*MASTER IN COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA*

*“FRANCO PRATTICO”*

Laboratorio Interdisciplinare per le Scienze Naturali e Umanistiche

**VISITE GUIDATE PER IL PUBLIC ENGAGEMENT  
DEI GRANDI CENTRI DI RICERCA:  
IL CASO DI VIRGO**

Candidato/a:  
**Elisa Velcani**

Relatore  
**Vincenzo Napolano**

Anno Accademico 2022/2023

## Sommario

<b>1. Obiettivi di questo lavoro.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Formulazione della domanda di ricerca.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Case study: l'Osservatorio Europeo Gravitazionale e l'interferometro Virgo .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Public engagement e i metodi di ricerca .....</b>	<b>11</b>
<b>4. Il ruolo delle visite guidate nella comunicazione di EGO e Virgo.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1 La visibilità di Virgo nei diversi contesti locali, nazionali e sovra-nazionali.....</b>	<b>15</b>
<b>4.2 Il ruolo delle visite guidate .....</b>	<b>16</b>
<b>4.3 I formati delle visite guidate .....</b>	<b>17</b>
<b>5. Le visite guidate a EGO e Virgo.....</b>	<b>19</b>
<b>6. Metodologia e dati .....</b>	<b>29</b>
<b>5.1 Modulo di richiesta di dati dei visitatori.....</b>	<b>29</b>
<b>5.2 Questionario di gradimento.....</b>	<b>30</b>
<b>5.3 Struttura del questionario di gradimento .....</b>	<b>30</b>
<b>5.4 Focus group .....</b>	<b>36</b>
<b>7. Analisi dei dati .....</b>	<b>38</b>
<b>6.1 Target: Chi sono i visitatori di EGO/Virgo .....</b>	<b>38</b>
<b>6.3 Risultati del questionario di gradimento .....</b>	<b>45</b>
<b>6.2 Analisi del focus group .....</b>	<b>63</b>
<b>8. Conclusioni .....</b>	<b>70</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>76</b>
<b>Appendice A.....</b>	<b>79</b>
<b>Appendice B.....</b>	<b>81</b>

# 1. Obiettivi di questo lavoro

## 1.1 Formulazione della domanda di ricerca

Le visite guidate all'interno di un'infrastruttura di ricerca svolgono un ruolo essenziale nel quadro più ampio del *Public Engagement*, ovvero l'insieme delle attività e iniziative mediante la quale il centro si apre alla comunità, sia locale che globale, e instaura una connessione con il territorio. Grazie a quest'attività è possibile coinvolgere il pubblico in una conversazione più ampia sulla scienza e sulla ricerca scientifica.

Inoltre, le visite guidate rappresentano uno strumento strategico di comunicazione, poiché consentono al centro di comunicare in modo diretto e tangibile con le persone, offrendo una prospettiva privilegiata sulle sue attività di ricerca e sulla loro rilevanza. Il centro ha l'opportunità di condividere non solo la tecnologia e gli strumenti utilizzati, ma anche di narrare la storia dell'esperimento in corso. Questo contesto narrativo consente di mettere in evidenza le sfide affrontate, le scoperte realizzate e l'importanza complessiva della ricerca svolta. Dunque, aprire le porte di un grande laboratorio al pubblico, consentendogli di esplorare gli spazi dove avviene la ricerca scientifica e di entrare in contatto diretto con gli scienziati stessi, rappresenta un gesto di trasparenza, coinvolgimento e accountability da parte dell'istituzione.

È importante tenere a mente che solitamente al cuore dell'infrastruttura si trova un laboratorio attivo, dove gli scienziati lavorano quotidianamente agli esperimenti in corso. Ne consegue che per un centro di ricerca implementare l'attività di visita rappresenta una sfida tutt'altro che banale: bisogna gestire l'accesso e il movimento dei visitatori tra le zone sperimentali e gli uffici, senza disturbare il lavoro dei ricercatori, ma allo stesso tempo coinvolgerli per permettere ai visitatori di immergersi nella scienza attraverso le voci degli esperti.

Ma non solo, c'è un'altra duplice sfida: da un lato, rendere accessibili le informazioni, dall'altro, creare un'esperienza di visita coinvolgente e memorabile. L'obiettivo della visita guidata deve essere non solo informare e trasmettere nuove conoscenze, ma anche intrattenere e, se possibile, regalare momenti di divertimento.

Una delle infrastrutture di ricerca italiane che ha aperto le proprie porte al grande pubblico, offrendo visite guidate è l'Osservatorio Gravitazionale Europeo (EGO), che ospita l'interferometro Virgo. Virgo è uno dei tre più grandi e sensibili rivelatori d'onde gravitazionali al mondo e l'unico in Europa. EGO inoltre è uno dei principali centri di ricerca e sperimentazione europei nel campo della fisica gravitazionale. In questo modo, l'interferometro Virgo, oltre a svolgere un ruolo di rilievo nella ricerca scientifica, è diventato una destinazione popolare per il pubblico, che attrae annualmente circa 10.000 visitatori.

Questa tesi propone un'indagine volta a esplorare le sfide e i vantaggi di visitare un'infrastruttura di ricerca, l'implementazione delle attività di visita guidata all'interno della strategia di comunicazione dell'istituzione e l'impatto di queste visite sulla porzione di popolazione coinvolta in tale esperienza. In particolare, nel contesto del case study prescelto: Virgo e l'Osservatorio Gravitazionale Europeo.

Nel caso di EGO e Virgo le sfide sopra descritte sono state affrontate con un'attenta progettazione e con una riflessione dedicata all'offerta di visite. Per questo, rappresenta un caso di studio interessante nell'ambito del Public Engagement per i centri di ricerca tramite le visite guidate, che presentano ovviamente una prospettiva notevolmente diversa rispetto a quella, ad esempio, di un museo, uno science center o un evento di divulgazione/comunicazione in contesti esterni al centro di ricerca.

Dunque, la domanda di ricerca alla quale si è cercato di rispondere con questo lavoro di tesi si può articolare come segue:

*Le visite guidate in un grande laboratorio scientifico come Virgo quali sfide e benefici comportano? Che ruolo hanno nel contesto di una più complessiva strategia di comunicazione istituzionale? Inoltre, che impatto hanno le visite guidate sulla porzione di popolazione che partecipa a quest'esperienza?*

Per esplorare queste questioni, prima di tutto è necessario esaminare e analizzare come si organizzano e si svolgono le visite guidate presso Virgo.

È importante precisare che questa ricerca è stata condotta nel contesto del mio tirocinio in questo centro, che mi ha dato l'opportunità di vivere in prima persona l'esperienza di visita e di osservare attentamente le dinamiche coinvolte.

Al fine di indagare se si riesce a generare un impatto e un effettivo coinvolgimento tra i visitatori, l'*evaluation* di questa attività si configura come uno strumento cruciale. Tale valutazione mira anche ad evidenziare i punti di forza e far emergere quali sono le debolezze e i problemi che si riscontrano.

Inoltre, il lavoro svolto per rispondere a questi interrogativi specifici ci ha condotto a una riflessione più generale: su perché e come si rendono accessibili al pubblico grandi infrastrutture di ricerca scientifica.

In conclusione, la rilevanza di questa tesi risiede nel fornire uno studio dettagliato, basato sull'esperienza diretta, dell'attività di visite guidate del sito di un centro di ricerca scientifica d'eccellenza che attribuisce notevole importanza al coinvolgimento del pubblico. Questo rende Virgo un *case study* interessante e può diventare una guida per contesti simili.

## 2. Case study: l'Osservatorio Europeo Gravitazionale e l'interferometro Virgo

L'Osservatorio Gravitazionale Europeo (*European Gravitational Observatory - EGO*), situato a Cascina, in provincia di Pisa, in Italia, costituisce la sede di Virgo, il rivelatore europeo di onde gravitazionali.

EGO è un'infrastruttura di ricerca finanziata a livello internazionale principalmente da tre agenzie di finanziamento: l'italiano INFN, francese CNRS e olandese NWO-I<sup>1</sup>. L'esperimento che ospita, Virgo, è condotto da una collaborazione internazionale di oltre 800 ricercatori, afferenti a 150 Istituti di 15 Paesi diversi, per lo più europei.

L'infrastruttura è costituita dai due tunnel di tre chilometri dell'interferometro, che si raccordano in un'area centrale (20mila metri quadri), occupata oltre che da grandi edifici sperimentali dagli edifici per gli uffici dell'amministrazione e dei ricercatori.



Figura 1: foto aerea di Virgo

La missione principale di EGO è di quella di assicurare il funzionamento e la manutenzione del rivelatore Virgo, promuovendo la ricerca nel campo delle onde gravitazionali in Europa.<sup>2</sup>

Le onde gravitazionali sono increspature dello spaziotempo: Albert Einstein<sup>3</sup> le ha previste per la prima volta nel 1916, come conseguenza della sua teoria della Relatività Generale.

---

<sup>1</sup> Redazione, "About EGO", EGO, <https://www.virgo-gw.eu/it/about/ego/> (Consultato 15/12/2023)

<sup>2</sup> Redazione, "Chi Siamo", Mission, <https://www.ego-gw.it/la-nostra-mission/> (Consultato 15/12/2023)

<sup>3</sup> A. Einstein, *The foundation of the general theory of relativity* Annalen Phys 49.7 (1916): 769-822.



## Le onde gravitazionali: cosa sono e come si rilevano

Nella teoria della Relatività Generale di Einstein, lo spazio e il tempo non hanno senso come entità separate ma solo come un tutt'uno, il cosiddetto spaziotempo, che può essere visualizzato come l'intero palcoscenico in cui tutto ciò che esiste è immerso. Einstein rivoluzionò anche il concetto di gravità: non più una forza a distanza tra oggetti come pensava lo scienziato del '600 Isaac Newton, ma un effetto geometrico dovuto alla capacità della massa di deformare lo spaziotempo.

Le equazioni di Einstein affermano che la presenza di un corpo dotato di massa deforma il tessuto dello spaziotempo intorno a sé e qualunque oggetto si muova su di esso risentirà di questa deformazione e seguirà la curvatura come se fosse attratto dal corpo stesso.

<<Lo spaziotempo dice alla materia come muoversi; la materia dice allo spaziotempo come curvarsi>><sup>4</sup>, affermava il fisico statunitense John Archibald Wheeler.

La curvatura dello spaziotempo può essere perturbata quando nell'Universo si verificano eventi altamente energetici. Queste increspature della curvatura spaziotemporale, che si propagano attraverso l'Universo, alla velocità della luce sono proprio le onde gravitazionali.

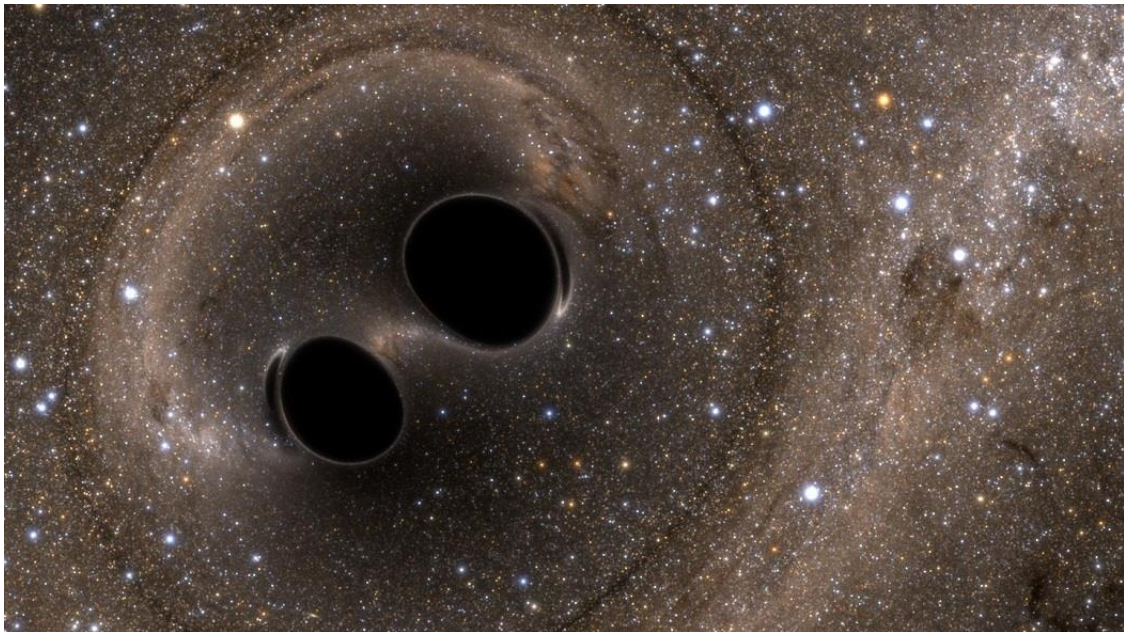


Figura 2: rappresentazione artistica della fusione di due buchi neri che generano onde gravitazionali

---

<sup>4</sup> J. Baggott, *Origini. La storia scientifica della creazione*, Adelphi, 2015,

I calcoli di Einstein hanno mostrato che gli eventi all'origine di queste deformazioni dello spaziotempo sono oggetti asimmetrici in accelerazione.<sup>5</sup>

Tuttavia, le onde gravitazionali prodotte dall'uomo sono sempre trascurabili: per avere onde gravitazionali rilevabili dobbiamo osservare il cielo per rilevare gli effetti di corpi pesanti in rapido movimento. Le possibili fonti di onde gravitazionali sono: sistemi binari di buchi neri o stelle di neutroni che si fondono, esplosioni di supernovae, stelle di neutroni in rotazione. Le onde più intense sono quelle prodotte dagli eventi catastrofici come lo scontro di buchi neri, scontro di stelle di neutroni o eventi di Supernova.

Qualsiasi corpo che venga percorso da questa perturbazione risente di una forza gravitazionale che ha come effetto quello di modificare la distanza tra i punti dello spazio. È proprio quest'effetto che permette di rivelare le onde gravitazionali tramite dispositivi che misurano le variazioni di lunghezza causate dal loro passaggio.

Gli effetti delle onde gravitazionali sono minuscoli, mille volte più piccoli delle dimensioni di un atomo; quindi, rivelarne il passaggio è estremamente difficile. Per questo motivo sono trascorsi oltre cent'anni fra la teorizzazione della loro esistenza da parte di Albert Einstein e la prima rivelazione, avvenuta nel 2015.

Del resto, uno dei padri fondatori di Virgo, il fisico Adalberto Giazotto avrebbe detto in seguito: <<Rivelare le onde gravitazionali era la più folle delle imprese>>.

## Gli interferometri gravitazionali

Gli strumenti che rilevano le onde gravitazionali sono gli interferometri e si chiamano così perché il loro principio di funzionamento si basa sul fenomeno dell'interferenza della luce. La luce è il "metro" per misurare queste deformazioni in quanto non subisce distorsioni. Se lo spazio tra due punti si dilata o si accorcia, la luce impiega più o meno tempo per andare da un punto all'altro. È su questo concetto che lavora un interferometro Virgo.

Virgo è essenzialmente un interferometro di Michelson, caratterizzato da bracci di 3 km di lunghezza disposti a forma di L. In un interferometro di Michelson, un fascio luminoso emesso da una sorgente laser viene diviso in due tramite uno specchio semiriflettente situato al vertice dei due bracci. Ciascuno dei due fasci viaggia lungo uno dei bracci, raggiungendo gli specchi completamente riflettenti posizionati alle estremità, per poi rimbalzare indietro e ricombinarsi al vertice, dando origine al fenomeno dell' "interferenza". Si crea una figura di interferenza che può essere visualizzata su uno schermo e le sue caratteristiche forniscono informazioni sulla traiettoria percorsa dalla luce lungo i due distinti percorsi.<sup>6</sup>

Gli interferometri gravitazionali, sfruttando l'interferenza della luce, riescono a misurare la variazione della distanza percorsa dalla luce lungo i due bracci. Quando un'onda gravitazionale attraversa l'interferometro, la perturbazione dello spaziotempo si manifesta come una variazione nella lunghezza relativa dei due bracci e questa sottile variazione viene rivelata attraverso la figura di interferenza.

---

<sup>5</sup> M.Coleman Miller, N. Yunes, *The new frontier of gravitational waves*, <<Nature>>, DLXVIII, 2019, 469–476

<sup>6</sup> Redazione, "Detector", *Science*, <https://www.virgo-gw.eu/science/detector/> (Consultato 15/12/2023)

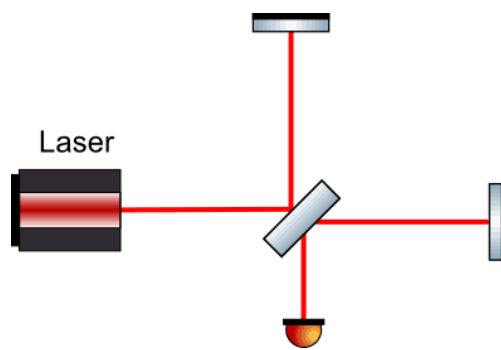


Figura 3: schema di un modello d'interferometro di Michelson

Gli attuali rivelatori di onde gravitazionali sono LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) uno situato a Livingston e uno ad Hanford, negli USA, e Virgo a Cascina, in Italia. Inoltre, è stato costruito il rivelatore sotterraneo e criogenico KAGRA (KAmioka GRAVitational wave telescope) in Giappone, ma la sua messa in funzione ancora non è stata completata per poter rilevare le onde gravitazionali. In futuro, un terzo interferometro LIGO sarà collocato in India e gestito dall'Indian Initiative in Gravitational-wave Observations (IndIGO) per unirsi alla rete mondiale dei rivelatori di onde gravitazionali.

## La storia di Virgo e la scoperta delle onde gravitazionali

Nel 1987, l'idea di realizzare un rivelatore di onde gravitazionali in Europa prese forma grazie agli sforzi dei due scienziati Adalberto Giazotto e Alain Brillet, considerati i fondatori del progetto Virgo. Nel 1989, la proposta fu presentata al Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) francese e all'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) italiano, ottenendo l'approvazione da parte di entrambi all'inizio degli anni Novanta. La costruzione del Virgo ebbe inizio nel 1997 nelle campagne vicino Pisa.

Il consorzio EGO è stato fondato nel 2000, con la missione di gestire l'infrastruttura di ricerca, gli aspetti logistici e amministrativi.

Nel 2007, l'Istituto Nazionale Olandese di Fisica Subatomica (NIKHEF) ha assunto lo status di osservatore del consorzio, per poi diventare membro a pieno titolo all'inizio del 2021.

L'inaugurazione e il periodo di messa in funzione (*commissioning*) di Virgo ebbero inizio nel 2003, seguiti dalle prime osservazioni scientifiche, denominate "runs", nel 2007. Nello stesso anno, venne stipulato un accordo per far operare Virgo in collaborazione con i rivelatori LIGO) negli Stati Uniti, come una "macchina unica".

Nel 2009, è stata approvata e successivamente implementata l'evoluzione della strumentazione da Virgo a "Advanced Virgo", un processo durato fino al 2017, con l'obiettivo di potenziare notevolmente le capacità di rilevamento.

La prima rilevazione di un'onda gravitazionale - il segnale GW150914<sup>7</sup>, prodotto dalla fusione di un sistema di due buchi neri - è stata effettuata dalla Collaborazione scientifica LIGO e Virgo (LVC) il 14 settembre 2015.

<sup>7</sup> B. P. Abbott, et. Al *Observation of gravitational waves from a binary black hole merger*, in <<Physical review letters>>, 116(6), 2016.



Dopo una lunga verifica da parte dei ricercatori di LIGO e Virgo, stupiti dall'incredibile somiglianza del segnale con le aspettative teoriche, la notizia venne annunciata al mondo a febbraio 2016.

Ricordiamo le parole del febbraio 2016 di Adalberto Giazotto<sup>8</sup>:

<<Siamo stati i primi a dire che era necessario costruire un rivelatore capace di osservare onde gravitazionali anche di bassa frequenza. È stato il più grosso avanzamento nella tecnologia degli interferometri da quando si sono iniziati a realizzare questi rivelatori, negli anni '80. Virgo, approvato definitivamente nel 1993, è stato, infatti, il primo rivelatore al mondo capace di scendere alle basse frequenze, cui hanno fatto seguito il progetto americano Advanced LIGO e il progetto KAGRA, in corso di realizzazione in Giappone.>>

Questa scoperta ha aperto una nuova finestra sull'Universo ed è valsa il Premio Nobel<sup>9</sup> per la Fisica 2017 a R. Weiss, B. C. Barish e K. S. Thorne, tutti e tre membri della LIGO-Virgo Collaboration.

Nell'agosto 2017, Advanced Virgo ha completato il suo aggiornamento e si è unito ai due rivelatori LIGO nel secondo periodo di osservazione. Due settimane dopo, il 14 agosto 2017, Advanced Virgo ha effettuato la sua prima rilevazione di onde gravitazionali, insieme ai due Advanced LIGO. Anche in questo caso il segnale, denominato GW170814, è stato prodotto dalla fusione di un sistema binario di buchi neri.

Tre giorni dopo, tuttavia, la rete LIGO-Virgo ha rilevato un segnale molto diverso, denominato GW170817<sup>10</sup>. Questo segnale è stato prodotto dalla fusione di un sistema binario di stelle di neutroni. Grazie alla presenza di tre rivelatori è stato possibile triangolare la direzione della sorgente e quindi indicare al resto della comunità scientifica dove puntare i telescopi per osservare questo evento anche attraverso la sua emissione di luce. Oltre 70 telescopi su tutto il pianeta e nello spazio hanno partecipato a questa osservazione.

Il segnale GW170817 ha segnato l'alba di una nuova era dell'astronomia: quella dell'astronomia multi-messaggera.

Nel 2019 si è aggiunto all'impresa anche il rivelatore di onde gravitazionali giapponese KAGRA; quindi, oggi la collaborazione internazionale è chiamata LIGO-Virgo-KAGRA (LVK). Da allora, la Collaborazione Scientifica LVK annuncia in modo coordinato e sincrono i più importanti risultati scientifici dei tre esperimenti.

Ad oggi, quasi un centinaio di eventi di onde gravitazionali sono stati osservati dalla rete di rivelatori Advanced LIGO e Advanced Virgo.

---

<sup>8</sup> D. Patitucci, "Intervista ad Adalberto Giazotto, ricercatore INFN, padre di Virgo", *INFN*, <https://home.infn.it/it/feed-news/2645-nella-vita-di-adalberto-giazotto-padre-di-virgo>, (Consultato 15/12/2023)

<sup>9</sup> Redazione, "Nobel Prize in Physics Awarded to LIGO Founders", *LIGO Caltech*, <https://www.ligo.caltech.edu/page/press-release-2017-nobel-prize>, (Consultato 15/12/2023)

<sup>10</sup> B. P. Abbott, and et. al. *GW170817: observation of gravitational waves from a binary neutron star inspiral*, in <<Physical review letters>>, 119(16), 2017.

## Tecnologie all'avanguardia

La prima rivelazione di onde gravitazionali ha dato inizio alla cosiddetta astronomia gravitazionale, permettendo di ottenere informazioni sui fenomeni dell'universo non più solo attraverso la luce che emettono, ma studiando gli effetti che hanno sul tessuto dello spaziotempo. Non solo, per rivelare le onde gravitazionali, queste deformazioni dello spaziotempo di dimensioni inferiori a quelle di un atomo, i ricercatori e i tecnici di EGO e Virgo hanno dovuto servirsi di tecnologie estremamente all'avanguardia, molte delle quali sviluppate per la prima volta a questo scopo.<sup>11</sup>

Infatti, la configurazione ottica di Virgo è molto più complicata di quella di un semplice interferometro di Michelson; nel corso degli anni sono state apportate diverse migliorie allo strumento di base al fine di ridurre le diverse sorgenti di rumore che maschererebbero il tenue segnale indotto dal passaggio di un'onda gravitazionale.

Tra le varie sfide tecnologiche, una delle più affascinanti è quella di isolare l'interferometro da tutti i rumori ambientali, che siano essi naturali o generati dall'uomo. Movimenti sismici del terreno, temporali, onde del mare ma anche la presenza di pale eoliche o il passaggio di camion, veicoli agricoli e aerei, tutte queste sono sorgenti di rumore che deve essere isolato o, quando ciò non è possibile, studiato per essere sottratto dal segnale rivelato da Virgo. In questo modo Virgo diventa un sensibilissimo orecchio in ascolto non solo dell'universo profondo, ma anche dell'ambiente che lo circonda, una preziosa raccolta di informazioni che in futuro potrebbero vedere applicazioni per lo studio dell'ambiente e dei cambiamenti climatici.

---

<sup>11</sup> Redazione, "Impact on Society", *About*, <https://www.virgo-gw.eu/about/impact-on-society/>, (Consultato 15/12/2023)

## 3. Public engagement e i metodi di ricerca

### 3.1 Public Engagement: che cos'è e perché è importante

Il *National Coordinating Center for Public Engagement (NCCPE)* ha dato una definizione del Public Engagement<sup>12</sup>:

<<Il *Public engagement* descrive la miriade di modi in cui le attività e i benefici dell'istruzione superiore e della ricerca possono essere condivisi con il pubblico. *Engagement* è per definizione un processo a due vie, che coinvolge l'interazione e l'ascolto, con il fine di creare vantaggio reciproco.>>

L'NCCPE ha sintetizzato quattro argomentazioni comunemente utilizzate per promuovere il Public Engagement:

- **Responsabilità:** Le istituzioni devono essere aperte e trasparenti riguardo a come utilizzano i fondi pubblici e al motivo. Le conversazioni aperte e bidirezionali sono un modo critico per migliorare la responsabilità.
- **Affidabilità:** La fiducia è difficile da conquistare e facilmente erodibile, come dimostrato in crisi come il dibattito sull'MMR, i coltivatori di OGM e la scienza climatica. Le istituzioni devono essere parte del dibattito sulle implicazioni sociali ed etiche della ricerca.
- **Rilevanza:** Senza coinvolgimento, le istituzioni rischiano di sembrare distanti e sempre più irrilevanti. Il coinvolgimento offre opportunità per sintonizzarsi sulla società e per ascoltare e imparare.
- **Responsabilità sociale:** Il coinvolgimento pubblico è un modo chiave per le istituzioni di attuare la loro responsabilità civica e sociale.

### 3.2 Public Engagement in Science and Technology

Il *Public Engagement in Science and Technology (PEST)* nasce con l'obiettivo di rivalutare la natura del rapporto tra la scienza e il pubblico, tra esperti e non esperti<sup>13</sup>.

Ma cosa è precisamente il PEST? Vediamo come si è diffuso nella comunità, almeno in Europa.

Nel mese di ottobre del 2002, un cambiamento significativo prese avvio quando una comunità di scienziati britannici, tramite una comunicazione pubblicata sulla rivista *Science*, giunse alla conclusione che il termine impiegato per descrivere la relazione tra

---

<sup>12</sup> Redazione, "Introducing Public Engagement", *Exploring Engagment*, <https://www.publicengagement.ac.uk/introducing-public-engagement> (Consultato 15/12/2023)

<sup>13</sup> N. Russell, *Public engagement with science and technology (PEST): good principle, difficult practice*, <<Communicating Science: Professional, Popular, Literary. Cambridge University Press>>; 2009, 83-98

scienza e società, ovvero *Public Understanding of Science (PUS)*, risultava superato e obsoleto.<sup>14</sup>

Il titolo di quest'articolo è "From PUS to PEST". Quest' articolo è all'origine di un dibattito ancora in corso, segnando la fine dell'approccio divulgativo classico, in cui l'esperto si limita a spiegare ai non esperti. Vediamo di cosa si tratta.

L'acronimo PUS era già ampiamente utilizzato da diversi anni. La sua istituzionalizzazione, almeno in Europa, avvenne nel 1985 con la pubblicazione del "rapporto Bodmer" da parte della Royal Society del Regno Unito.

L'obiettivo del PUS era incentivare l'alfabetizzazione scientifica tra i cittadini. L'ipotesi di partenza del modello PUS era che una maggiore comprensione della scienza portasse inevitabilmente a un maggior apprezzamento di essa. Se i cittadini apprezzano di più la scienza, svilupperanno anche una maggiore fiducia in essa e, di conseguenza, la sosterranno. Questo, a sua volta, contribuirà al progresso del paese.

Il PUS considerava la scienza come una "prospettiva privilegiata sul mondo" e il pubblico come "ignorante di scienza". Secondo questo modello, i metodi per migliorare la comprensione pubblica della scienza erano basati sullo schema "top-down" o "deficit model": lo scambio di informazioni tra la scienza e il pubblico avviene in modo unidirezionale. Il pubblico viene concepito come un gruppo omogeneo capace di ricevere passivamente le conoscenze prodotte dagli esperti, mentre i media erano responsabili di semplificare le scoperte provenienti dalla ricerca scientifica.

Il PUS, dunque, non riconosceva valore al punto di vista del pubblico e, per questo, iniziò a diventare progressivamente meno accettabile. La critica degli anni '60 e '70, basata sulla sociologia della conoscenza scientifica, mise in luce il ruolo fondamentale del pubblico nella scienza, proponendo un modello più partecipativo rispetto a quello esistente.

Questo segnò una transizione dal modello tradizionale PUS al PEST offrendo una visione innovativa del ruolo del pubblico. Non si parla più unicamente di "*understanding of science*", comprensione della scienza, ma di "*engagement with science*" quindi di coinvolgimento vero e proprio con essa. Inoltre, appare anche la parola "*technology*" in quanto non si considera più unicamente la scienza, ma anche le discipline tecnologiche e si inizia a comprendere che la scienza non è e non è mai stata una disciplina a sé. La vera svolta però è data proprio dall'introduzione di un nuovo termine che è appunto "*engagement*" e cioè coinvolgimento del pubblico o meglio dei "pubblici", attraverso il dialogo, discussioni aperte e partitiche tra scienziati e non esperti in cui i cittadini diventano proprio i protagonisti principali nelle decisioni legate a problematiche scientifiche che hanno ricadute nella società.

L'approccio si orienta quindi verso il dialogo, non solo prendendo in considerazione gli interessi del pubblico, ma anche ascoltando le sue opinioni, sia esse di natura scientifica o meno.

Si tratta di comprendere che durante la comunicazione, chi ascolta non è semplicemente un fruitore passivo nella costruzione del significato, ma partecipa attivamente alla sua definizione insieme al comunicatore. Un confronto diventa quindi essenziale per chiarire i diversi punti di vista e consentire loro di evolversi e modificarsi nel tempo.

Il pubblico della scienza dovrebbe essere coinvolto, non educato, e una discussione aperta ed equa tra scienziati e non esperti dovrebbe rendere questi ultimi veri attori nel processo decisionale che affronta questioni scientifiche con ripercussioni sociali

---

<sup>14</sup> N. Pitrelli, *La crisi del "Public Understanding of Science" in Gran Bretagna*, <<JCOM 2 (1)>>, 2003

### 3.3 Metodi di ricerca

L'*evaluation* delle attività di visite guidate costituisce lo strumento essenziale per indagare se si riesce a generare un coinvolgimento effettivo e un impatto tra i visitatori.

L'*evaluation* di un progetto è il processo sistematico di raccolta di dati finalizzato a identificarne i punti di forza e di debolezza, al fine di migliorare la sua efficacia complessiva o su obiettivi specifici.

Inoltre, le valutazioni sono effettuate per misurare il rendimento globale del progetto, condurre analisi costi-benefici, pianificare il futuro, riflettere sulla storia del progetto, raccogliere dati di base, misurare i progressi in corso, confrontare il progetto con altri simili e testare l'usabilità e la funzionalità delle singole componenti del progetto.

I motivi e gli scopi di un lavoro di *evaluation* possono variare ampiamente, come sottolinea Judy Diamond nel suo libro "Practical Evaluation Guide,"<sup>15</sup> divenuto un classico sull'argomento:

<<There is no single recipe for evaluations; each study should be designed to meet the specific needs of the institution or program being studied.>>

Proprio per questa ragione, non esiste un unico tipo di *evaluation*, ma ne esistono diversi, deve essere programmato per soddisfare le necessità specifiche di una istituzione o di un programma e seconda degli obiettivi specifici che devono essere raggiunti.

Gli approcci metodologici impiegati nell'*evaluation* si rifanno ai tipici della ricerca sociale<sup>16</sup>, suddividendosi principalmente in metodi quantitativi e qualitativi.

- I metodi quantitativi sono preferiti quando si intendono affrontare questioni relative ai pensieri e alle azioni delle persone, richiedendo quasi una misura da parte dei partecipanti in relazione a un determinato argomento. Questo approccio enfatizza l'uniformità nella formulazione delle domande rivolte a ciascun partecipante, facilitando la sommabilità delle risposte. La rappresentatività delle informazioni raccolte è cruciale, garantendo la riflessione dell'intera gamma di soggetti coinvolti nel progetto. La consapevolezza dell'errore è un aspetto di rilevanza, e in caso di deviazioni o informazioni parziali, è essenziale riconoscerle e valutarle attentamente nelle conclusioni<sup>17</sup>.
- I metodi qualitativi, invece, permettono di approfondire ulteriormente le questioni esaminate, consentendo di chiedere alle persone le loro opinioni su un progetto, le ragioni dietro le loro preferenze e le idee che hanno su un argomento specifico. La

---

<sup>15</sup> J. Diamond, Horn, M., & Uttal, D. H. *Practical evaluation guide: Tools for museums and other informal educational settings*, Rowman & Littlefield, 2016

<sup>16</sup> K. D. Bailey, *Metodi della ricerca sociale. Vol. I. I principi fondamentali*, il Mulino, Bologna, 2006

valutazione positiva o negativa e i suggerimenti per migliorare sono aspetti che possono essere esplorati in dettaglio. Pur comportando un numero inferiore di partecipanti rispetto all'analisi quantitativa, è essenziale garantire la rappresentatività del campione selezionato. Una volta scelta la metodologia, diventa cruciale decidere quali strumenti utilizzare.

I principali strumenti a disposizione includono interviste strutturate, semi-strutturate o aperte, e i questionari, che possono essere formulati in svariati. Ulteriori metodi d'indagine sono i focus group e le tecniche che coinvolgono gruppi o analizzano dinamiche di gruppo, come le consensus conferences.<sup>18</sup>

I lavori di evaluation presentano alcuni problemi tipici. Primo fra tutti il fatto che le persone accettino di rispondere alle domande o di compilare il questionario. I motivi possono essere i più disparati come ad esempio la diffidenza che può sorgere se si chiedono dei dati personali. Per questo è fondamentale la spiegazione dei motivi dello studio e a lasciare almeno un nome di un referente a cui chiedere chiarimenti e informazioni<sup>19</sup>. Altri aspetti che possono influire nel lavoro includono la redazione delle domande. Se le domande sono troppo facili, si corre il rischio di non ottenere informazioni significative, mentre se fossero troppo complesse, si potrebbe ottenere una mancanza di risposte. Inoltre, nell'interpretazione dei dati, è essenziale evitare di cercare ciò che si desidera trovare anziché cogliere fedelmente le reali percezioni e opinioni dei visitatori.<sup>20</sup>

Considerando la vasta gamma di casi e obiettivi possibili con cui si ha a che fare, la selezione della metodologia di analisi costituisce uno degli aspetti cruciali per garantire la validità e la qualità dei dati ottenuti.

Nell'elaborazione di questa tesi, sono stati utilizzati sia approcci qualitativi che quantitativi. In particolare, i focus group e i questionari sono stati adottati come metodi di indagine. La scelta della metodologia è stata guidata in base al contesto specifico, mirando al raggiungimento degli obiettivi prefissati e considerando le caratteristiche del campione a disposizione. Le ragioni dietro a questa scelta verranno approfondite nel Capitolo 6.

---

<sup>18</sup> Y. Castelfranchi, and N. Pitrelli. *Come si comunica la scienza?*, GLF editori Laterza, 2007

<sup>19</sup> J. Diamond, Horn, M., & Uttal, D. H. *Practical evaluation guide: Tools for museums and other informal educational settings*, Rowman & Littlefield, 2016

<sup>20</sup> Frechtling, *The 2002 User Friendly Handbook for Project evaluation*, National Science Foundation, 2002



## 4. Il ruolo delle visite guidate nella comunicazione di EGO e Virgo

L'Osservatorio Gravitazionale Europeo e la Collaborazione Virgo sono attivamente impegnati in iniziative rivolte al grande pubblico a livello locale, nazionale e internazionale. Le visite guidate sono una parte integrante della strategia di comunicazione complessiva e public engagement dell'istituzione, rappresentando uno dei modi per esplorare dal vivo l'interferometro Virgo e le onde gravitazionali.

Questo capitolo mira a inquadrare il ruolo delle visite guidate a EGO e Virgo e gli obiettivi all'interno della comunicazione dell'istituzione. Tale analisi si basa sui documenti ufficiali riguardanti le strategie di comunicazione adottate da EGO e Virgo e sugli approfondimenti ottenuti attraverso i colloqui con il dottor Napolano, responsabile della comunicazione di EGO.

### 4.1 La visibilità di Virgo nei diversi contesti locali, nazionali e sovranazionali

Come detto precedentemente, EGO è un'infrastruttura di ricerca finanziata a livello internazionale principalmente da tre agenzie di finanziamento, ovvero l'INFN, il CNRS e il NWO-I. La strategia di comunicazione e public engagement di EGO deve quindi, necessariamente, riferirsi ad ambiti o livelli di comunicazione diversi: il contesto "locale", relativo al sito dell'infrastruttura; i diversi contesti "nazionali" degli Istituti finanziatori in primis (Italia, Francia e Olanda) e di tutti gli altri enti e Università coinvolti nella Collaborazione Scientifica Virgo; il contesto "sovra-nazionale" o globale, in cui la presenza e visibilità di Virgo è coordinata con quella degli esperimento LIGO e KAGRA.

Un'opportuna pianificazione di azioni e iniziative, talvolta differenziate e talaltra coordinate, in questi diversi contesti è uno dei nodi cruciali della strategia di comunicazione e public engagement di Ego e Virgo. Per quel che riguarda il public engagement, in particolare, le attività dei diversi contesti nazionali richiedono evidentemente programmazioni, approcci culturali, energie e finanziamenti dedicati e da condividere con gli Istituti della Collaborazione scientifica dei diversi Paesi, oltre che con l'Outreach group di Virgo.

La peculiare configurazione dell'esperimento, così come le opportune scelte architettoniche che hanno puntato, in qualche modo, a mimetizzare l'infrastruttura nel paesaggio agricolo della vasta piana di Cascina, a piedi dei Monti Pisani, non fanno risaltare la presenza di Virgo allo sguardo di un osservatore distratto o di passaggio lungo le arterie stradali che circondano il centro. Aldilà della capacità di Virgo di sparire nel paesaggio, il ruolo defilato che l'esperimento ha avuto per molti anni nell'ambito della comunicazione dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, ha giocato un ruolo senz'altro prevalente, nel renderlo, in qualche misura, "invisibile" per molti anni a una parte significativa delle comunità locali, ovvero la cittadinanza dei comuni limitrofi, e in particolare, Cascina, Collesalveti, Pisa e Livorno, oltre che a livello regionale.

Nonostante naturalmente la scelta del sito di Virgo e la costruzione dell'esperimento siano stati accompagnati da un ampio dibattito pubblico a livello locale, venti anni dopo l'inaugurazione ufficiale una parte non trascurabile della popolazione dei comuni limitrofi ignorava l'esistenza di un'infrastruttura di ricerca di rilievo mondiale sul proprio territorio

(come detto, uno dei tre osservatori al mondo di onde gravitazionali, l'unico in Europa). Questo è un dato qualitativo desumibile da molte fonti e testimonianze interne ed esterne all'Osservatorio, inclusi amministratori locali, comuni cittadini, agricoltori, imprenditori del settore turistico e così via. Non esistono indagini quantitative sulla visibilità pubblica di Virgo a livello 'locale' né sulla percezione della popolazione nei territori limitrofi e sarebbe probabilmente opportuno commissionare un'indagine di questo tipo per esplorare lo stato attuale di questa percezione e per eventualmente fare inferenze sullo storico di questo dato.

## 4.2 Il ruolo delle visite guidate

La possibilità di rendere accessibile il sito per delle visite guidate dell'infrastruttura gioca quindi un ruolo cruciale nel contesto delle attività di public engagement e, in particolare, della visibilità e percezione di Virgo da parte della cittadinanza del territorio che accoglie l'infrastruttura.

In effetti un'attività di questo tipo è stata svolta, in modo per lo più casuale e intermittente, sin dai primi anni successivi all'inaugurazione del sito (2003), ma ha assunto un carattere più regolare e organizzato dopo l'annuncio della scoperta delle onde gravitazionali (2016), arrivando a coinvolgere alcune migliaia di persone ogni anno. Dopo l'interruzione delle visite dovuta alla pandemia, l'accesso al sito è ripreso in modo regolare e più strutturato a partire dal marzo 2022.

In quest'ultimo periodo l'obiettivo è stato quello di inserire in modo regolare e strutturato le visite al sito nel calendario dell'Osservatorio, in modo che siano compatibili con le esigenze delle attività sperimentali, pur coinvolgendo un significativo numero di ricercatori nella loro conduzione.

La promozione delle visite è avvenuta a fine 2021 attraverso il passaparola tra insegnanti e visitatori ed è stata sostenuta, nei mesi successivi, da azioni di promozione sui canali social di EGO e dal complesso di attività e iniziative di comunicazione di EGO a livello media, di eventi pubblici e promozione istituzionale presso i principali stakeholder del territorio. Infatti, già dopo poche settimane dalla riapertura il calendario delle visite gli slot di prenotazione si sono rapidamente esauriti. Allo stato attuale c'è una "coda di attesa" di diversi mesi per prenotare una visita e quindi non è stata programmata una campagna di promozione dedicata specificamente alle visite, al di là di sporadiche azioni social.

Nell'ambito della più generale strategia di comunicazione e posizionamento di EGO nel contesto locale, nazionale e internazionale le attività legate alle visite del sito puntano ad essere uno strumento di coinvolgimento diretto in primis della popolazione (pubblico di non esperti e studenti) più vicina al sito (comuni limitrofi, provincia di Pisa e Regione Toscana) e quindi anche di altre regioni in Italia e di altri Paesi. Nel 2023 i visitatori di Virgo sono stati quasi 10.000. La comunicazione legata alla presenza di questi flussi, che sviluppandosi ulteriormente potrebbero avere una rilevanza di tipo turistico per il territorio che ospita Virgo, è una rilevante ricaduta dell'attività delle visite e ne mette ulteriormente in luce l'importanza strategica.

### 4.3 I formati delle visite guidate

Come detto precedentemente, le visite guidate sono un elemento chiave della strategia generale di comunicazione e di public engagement dell'istituzione. Basandosi sul modello PEST, esse si discostano completamente dall'essere una lezione frontale o un'esposizione statica, in cui le guide si limitano a mostrare le strutture e spiegare la ricerca mediante una semplice trasmissione di contenuti. Al contrario, l'obiettivo delle visite guidate, conforme al modello PEST come delineato nel capitolo precedente, è quello di creare un'esperienza coinvolgente in cui i visitatori non siano semplici spettatori, ma attori protagonisti di questa significativa esperienza, con momenti dedicati al dialogo e alla feedback rispetto agli stimoli ricevuti.

Il target preferenziale delle visite guidate è rappresentato da persone non esperte, che includono studenti delle scuole secondarie e il pubblico generico. Questo target si evidenzia già come prevalente, in base a un'analisi preliminare e qualitativa della composizione dei gruppi in visita. La prospettiva è quella di considerare il pubblico principale come il grande pubblico, sottolineando che le visite guidate non sono uno strumento didattico, bensì un efficace mezzo di condivisione e coinvolgimento.

Il formato di visita standard è dunque tarato su questo target, cercando di bilanciare tre diversi approcci o modalità di visita, che abbiamo identificato così: esperienziale (turistica/culturale), edutainment, informativo.

È fondamentale sottolineare che uno stesso momento o fase della visita può integrare contemporaneamente diverse modalità o approcci. La distinzione tra le tre diverse modalità di visita, che saranno presentate di seguito, non è rigida; piuttosto, serve da strumento utile per distinguere i vari approcci possibili. In un'esperienza complessiva di visita, è inevitabile che si verifichi una contaminazione tra i diversi aspetti e, come già detto, l'obiettivo è proprio quello di trovare un equilibrio tra questi approcci.

#### **Esperienziale (turistica/culturale).**

Questo approccio mette in evidenza l'opportunità di visitare un luogo unico, promuovendo l'interazione con i ricercatori e immergendo i visitatori in un mondo altrimenti distante dalla vita quotidiana. Attraverso strumenti come visite agli spazi sperimentali, dialoghi con i ricercatori sulle loro attività quotidiane ed esperienze, e racconti aneddotici, l'obiettivo è quello di andare oltre la mera trasmissione di informazioni scientifiche ma di creare un connubio culturale ed emozionale tra i visitatori e il contesto scientifico.

L'obiettivo ultimo è quello instillare nei visitatori un senso di appartenenza e affinità con l'ambiente scientifico, creando una connessione che va al di là della semplice visita e che può lasciare un'impressione duratura. Questo contribuisce a contrastare una visione/percezione di tipo quasi dogmatico o "magico" del sapere scientifico e riportando la figura dello scienziato e il suo lavoro alla portata dei comuni cittadini.

## **Edutainment (Intrattenimento didattico)**

L'approccio Edutainment, o intrattenimento didattico, si focalizza su momenti semi-didattici o ludici durante la visita. Questo approccio mira a rendere l'apprendimento un'esperienza divertente e coinvolgente, sfruttando strumenti come modellini di interferometro, installazioni spazio-temporali e cartonati per selfie.

L'obiettivo è quello di stimolare l'interesse dei visitatori attraverso un approccio più ludico, cercando al contempo di insegnare concetti elementari relativi al funzionamento o alla struttura dell'esperimento, nonché alla fisica delle onde gravitazionali, ma in modo meno formale e più interattivo. L'utilizzo di exhibit contribuisce in questo senso a rendere l'apprendimento accessibile e piacevole, ma favorisce anche un coinvolgimento più diretto e pratico da parte dei visitatori.

## **Informativo**

L'approccio informativo enfatizza la trasmissione di informazioni, concetti e dati storici durante la visita. In questo contesto si inseriscono elementi come seminari iniziali e momenti più didascalici o informativi. I seminari iniziali costituiscono un punto di partenza per fornire una panoramica generale sull'esperimento e introducendo i visitatori ai concetti basilari riguardanti la fisica che c'è dietro.

Attraverso questa modalità, la visita diventa un'occasione per arricchirsi di nuove informazioni, scoprire cose inaspettate e soddisfare curiosità personali in maniera diretta, tramite le voci degli esperti, promovendo la disseminazione del pensiero scientifico nella società.

## 5. Le visite guidate a EGO e Virgo

Come detto nel capitolo precedente, le visite guidate al centro di ricerca rappresentano un elemento fondamentale della strategia di comunicazione di EGO e Virgo. Il programma attuale prevede visite guidate totalmente gratuite, organizzate dall'ufficio comunicazione di EGO. Quest'ultimo si occupa non solo della definizione dell'itinerario e dei dettagli logistici, ma anche della formulazione del contenuto, della formazione delle guide e di garantire il successo complessivo della visita.

Le visite vengono programmate regolarmente due volte a settimana, il martedì e il sabato. In particolare, il martedì è riservato alle operazioni di manutenzione, durante le quali le attività sperimentali sono in pausa, rendendo questo giorno particolarmente adatto per le visite. In ciascun turno si accolgono un numero di partecipanti compreso tra 60 e 100 persone. Tale limite massimo di 100 partecipanti è stato stabilito per ragioni logistiche e per assicurare un adeguato accesso alle aree laboratoriali. Infatti, gestire l'ingresso e il movimento di più di 100 persone sarebbe impraticabile, sia a causa delle limitazioni di spazio, sia per non disturbare le attività legate all'esperimento e non interferire con il lavoro dei ricercatori.

Le visite vengono condotte dalle scienziate e dagli scienziati di EGO e Virgo e da collaboratori esterni, come studenti universitari. La maggioranza di loro possiede una formazione in fisica, seguita da coloro con competenze ingegneristiche ed informatiche. Per chi desidera diventare guida, è prevista una formazione che comprende l'esaminazione del materiale informativo su come vengono condotte le visite fornito dall'ufficio comunicazione. Inoltre, le aspiranti guide partecipano a diverse visite guidate condotte da guide esperte, integrando così questa esperienza nel processo formativo. Tutte le guide vengono retribuite per svolgere quest'attività.

Le visite sono proposte in tre lingue: italiano, inglese e francese. Su richiesta, è possibile organizzare visite guidate in altre lingue, a condizione che siano disponibili guide competenti per condurre il tour nella lingua desiderata. Nel caso in cui non sia possibile, la visita verrà svolta in lingua inglese. Bisogna tenere in conto che l'utilizzo di una lingua diversa dalla propria madre potrebbe creare una barriera durante la visita, influenzando l'esperienza complessiva. Durante l'intero tour, l'obiettivo principale rimane quello di rendere comprensibile la scienza delle onde gravitazionali anche a chi non ha una formazione specifica in fisica, ma l'argomento è intrinsecamente complesso e la lingua può aggiungere un ulteriore livello di difficoltà. Di conseguenza, l'aspetto linguistico è un altro tema da considerare nella pianificazione delle visite, in particolare per i visitatori provenienti dall'estero, al fine di garantire un'esperienza accessibile e comprensibile a tutti.

Esaminiamo ora nel dettaglio come vengono svolte le visite guidate a Virgo.

La visita è strutturata nel seguente modo: i visitatori giungono alla reception di EGO e vengono indirizzati nella sala dove verrà svolto un seminario introduttivo.

Dopo la conclusione del seminario, ha inizio il tour delle aree sperimentali con le seguenti tappe:

- Exhibit situati nella hall del Palazzo Principale di EGO
- Tunnel
- Terrazza ed Edificio Centrale
- Sala di Controllo

Nel caso in cui sia necessario, i visitatori vengono divisi in gruppi più piccoli, ciascuno guidato attraverso le varie fasi dell'itinerario da una guida. Tipicamente, ogni guida accompagna un gruppo di non più di 30 visitatori, garantendo così una migliore fruizione del tour.

La visita è caratterizzata da una continua interazione tra la guida e i visitatori. I visitatori possono intervenire in qualsiasi momento e, al termine di ogni tappa, è riservato uno spazio dedicato alle domande, incoraggiando ulteriormente il dialogo tra la guida e i visitatori. Inoltre, durante i passaggi da una tappa all'altra, vi è l'opportunità di instaurare un contatto più informale con la guida.

Riuscire a stabilire un'interattività con il pubblico rappresenta un compito non trascurabile per la guida. Il coinvolgimento non solo agevola l'apprendimento per tutti i partecipanti, ma può anche fungere da catalizzatore per argomenti non esplorati in dettaglio dalla guida, offrendo spunti stimolanti e approfondimenti spontanei, ma anche per soddisfare semplici curiosità dei visitatori.

È importante sottolineare che la visita non deve configurarsi come una lezione, caratterizzata dalla semplice trasmissione unidirezionale di contenuti dalla guida al visitatore. Al contrario, essa deve essere un'attività in cui i visitatori si sentano attivamente coinvolti e partecipi.

La durata complessiva della visita si attesta generalmente tra le 2 e 2,5 ore, variando anche in base all'interazione tra la guida e il gruppo, all'interesse dei partecipanti nel voler approfondire i temi discussi e al numero di domande poste.

Le visite di solito hanno inizio alle ore 10:00.

Le visite devono essere prenotate in anticipo e il tempo di attesa varia in base alla numerosità del gruppo e alla lingua selezionata. La procedura di registrazione è semplice e avviene attraverso la compilazione di un modulo dedicato, disponibile sul sito web di EGO e Virgo. Nel modulo, il richiedente specifica il numero di persone interessate a partecipare alla visita guidata, consentendo in questo modo la prenotazione sia per singoli che per gruppi. La conferma della visita viene successivamente inviata tramite e-mail.

Nei paragrafi successivi analizzeremo in dettaglio le caratteristiche di ciascuna tappa della visita.

## **Seminario introduttivo**

Ogni visita prevede un'introduzione teorica al fine di fornire ai visitatori alcune informazioni riguardo la scienza delle onde gravitazionali, su come esse vengono rilevate e sulle motivazioni di questa ricerca.

Si suggerisce alle guide di limitare l'introduzione a pochi messaggi chiari, con una durata massima di 20 minuti, senza strutturare la presentazione come una lezione. Inoltre, la presentazione è supportata da slides. Prima dell'inizio di questa sezione, viene proiettato un video presentazione dell'esperimento Virgo per coinvolgere maggiormente il pubblico, cercando di suscitare emozioni e interesse/curiosità.

Il seminario inizia introducendo il concetto di onde gravitazionali, senza dare nulla per scontato sulle conoscenze di fisica pregresse del pubblico.



Alcuni dei temi trattati includono:

- La natura fisica delle onde gravitazionali e il loro processo di formazione nell'universo;
- Il funzionamento dell'interferometro e come viene usato per rivelare le onde gravitazionali;
- La sfida nell'isolare il rivelatore dai rumori ambientali;
- Le fonti astrofisiche che producono onde gravitazionali: fusioni di due buchi neri o stelle di neutroni, esplosioni di supernovae, pulsar...
- Cenni storici su Virgo;
- Gli eventi di onde gravitazionali rivelati finora;
- Come la rivelazione delle gravitazionali contribuisce alla nostra comprensione dell'universo;
- L'inizio dell'astronomia multi-messaggera;
- Il futuro dell'astronomia delle onde gravitazionali.



*Figura 4: Ricercatori di Virgo durante il seminario iniziale svolto nell'Auditorium di EGO*

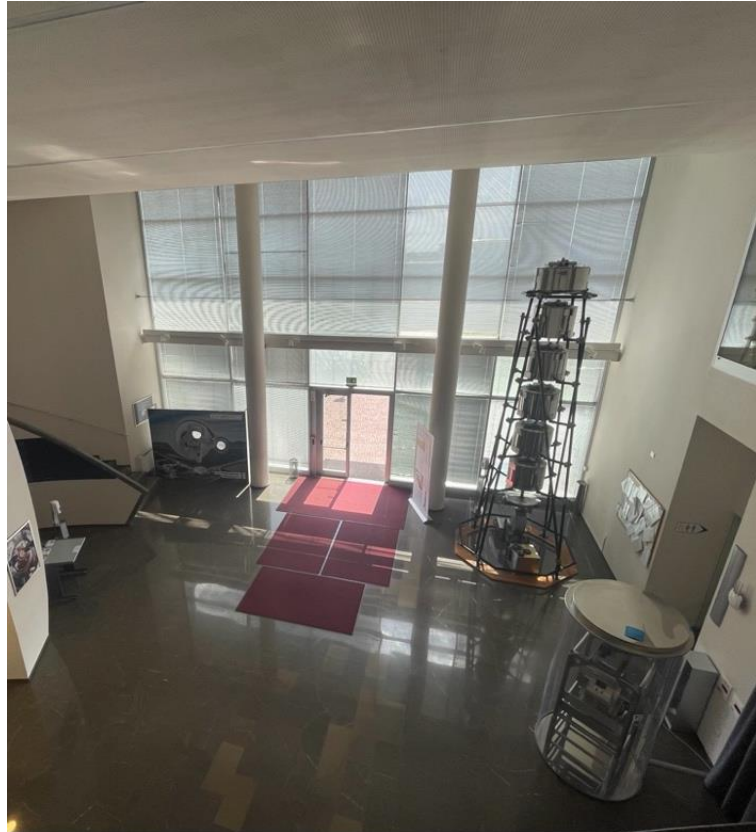
Nel corso del seminario, inoltre, viene fatto ascoltare al pubblico l'audio che riproduce la sonificazione<sup>21</sup> del primo segnale di onde gravitazionale rilevato. Questo momento suscita particolarmente emozione nel pubblico, poiché il suo ascolto è senza dubbio un'esperienza fuori dal comune. Il fascino di questo momento risiede non solo nella sua rarità, ma anche nella concretizzazione di poter percepire con le proprie orecchie l'eco generato dalla collisione di due buchi neri, distanti più di un miliardo di anni luce da noi.

---

<sup>21</sup> Per sonificazione si intende la trasposizione in suono di un insieme di dati.

## Main Hall (modello d'interferometro, specchio, prototipo del superattenuatore)

Dopo il seminario introduttivo, la prima tappa della visita è la hall dell'edificio principale di EGO. In questa sala sono stati posizionati alcuni exhibit e ognuno di essi viene illustrato dalla guida.



*Figura 5: Sala all'ingresso dell'edificio principale di EGO. Si possono osservare due exhibit: lo specchio (in primo piano) e il prototipo del superattenuatore (in secondo piano).*

Il primo exhibit mostrato è un modello d'interferometro con bracci lunghi circa 1 metro, installato su un tavolo. Quando il suo laser viene acceso si crea una figura d'interferenza all'output, visualizzabile su uno schermo. Questo modello d'interferometro offre una chiara illustrazione del principio di funzionamento di Virgo, consentendo ai visitatori di osservare nella pratica come funziona un rivelatore di onde gravitazionali.

Accanto all'interferometro c'è un pezzo di tessuto tenuto steso tramite un supporto: questo è uno strumento utile per visualizzare il concetto di spaziotempo della Relatività Generale di Einstein.



*Figura 6: Modellino d'interferometro e telo dello spaziotempo*

Il secondo exhibit è il prototipo del superattenuatore sismico. Il superattenuatore è essenzialmente composto da una catena di pendoli, alla cui estremità è sospeso lo specchio. Questo sistema meccanico è indispensabile per isolare l'interferometro dal disturbo sismico. Attraverso una dimostrazione pratica, utilizzando un pendolo appositamente realizzato, viene illustrato come sia possibile sfruttare le caratteristiche di un sistema fisico semplice come il pendolo per smorzare le elevate vibrazioni del terreno.

In Virgo, tutti gli specchi sono sospesi mediante i superattenuatori, ma non è possibile osservarli direttamente all'interno del rilevatore in quanto sono tutti racchiusi all'interno di torri, le quali mantengono il superattenuatore con lo specchio sospeso in un vuoto ultra-alto.

Il terzo oggetto esposto è uno degli specchi di Virgo. Sebbene quello in mostra sia di dimensioni più ridotte rispetto a quelli attualmente in uso nell'interferometro, in quanto è un modello di qualche anno fa, la sua esposizione è fondamentale per poter far vedere ai visitatori l'aspetto di uno specchio di Virgo. Infatti, questo specchio si discosta dall'immagine convenzionale di uno specchio poiché è progettato per la luce infrarossa.

L'esposizione mette in evidenza alcune caratteristiche distintive dello specchio, come il fatto che è sospeso tramite fibre di vetro, le quali vengono prodotte esclusivamente in un laboratorio situato proprio a Virgo.

Questi exhibit consentono alla guida di mostrare direttamente ai visitatori alcune delle componenti più cruciali del rilevatore che, altrimenti, non sarebbero visibili. Questo offre un'opportunità unica per i visitatori di avere una visione tangibile di elementi fondamentali che altrimenti resterebbero invisibili o difficili da visualizzare durante la visita.

## Tunnel

Il primo luogo dell'interferometro presentato è uno dei due tunnel: strutture lunghe 3 km all'interno delle quali vi è un ampio tubo attraverso cui si viaggia il laser. Qui, la guida delinea il motivo per cui il rivelatore richiede un sistema di vuoto ultra-alto, spiegando anche i dettagli della sua realizzazione e manutenzione. Questo costituisce uno degli aspetti distintivi di Virgo, che vanta il secondo volume di vuoto più grande al mondo.

Inoltre, vengono esplorate le complessità legate alla costruzione e al mantenimento di una struttura così imponente. La guida affronta anche questioni pratiche, come la necessità di garantire una perfetta planarità orizzontale, evidenziando le sfide tecnologiche e logistiche legate a un progetto di tale portata.

Questa parte della visita è sicuramente una delle più affascinanti, poiché i visitatori restano sorpresi appena entrano nel tunnel. La visione diretta e la prospettiva reale permettono loro di apprezzare la struttura stessa, la sua estensione e la complessità. È un momento in cui la grandiosità e l'ingegnosità dell'esperimento diventano tangibili, lasciando i visitatori quasi sempre a bocca aperta.



*Figura 7: Uno dei tunnel di Virgo*



## Incrocio dei bracci

Un'altra tappa di notevole fascino è la terrazza situata sopra il punto in cui i due bracci si intersecano. Da qui è possibile osservare entrambi i bracci contemporaneamente, ammirando l'ampia estensione dell'interferometro. Questa tappa suscita particolare apprezzamento tra i visitatori, poiché consente loro di cogliere a pieno la peculiarità e l'unicità del luogo in cui si trovano. Inoltre, rappresenta un'ottima posizione per scattare una foto che conservi il ricordo di questa esperienza.



*Figura 8: Terrazza sopra l'incrocio dei bracci di Virgo*

## Edificio Centrale

Il passo successivo consiste nell'ingresso nell'edificio centrale, il cuore dell'esperimento, dove si concentrano la maggior parte dei componenti del rivelatore.

Attraverso una vetrata, i visitatori possono osservare le torri che ospitano gli attenuatori sismici con gli specchi sospesi, il tutto contenuto in un vuoto ultra-alto.

La guida, facendo uso di uno schema di un modello d'interferometro, illustra la corrispondenza tra le varie torri osservate e le componenti del modello. Qui viene spiegato che, nonostante il principio di funzionamento di base simile al modellino, Virgo va oltre l'essere un "semplice" interferometro. Infatti, presenta componenti aggiuntive che richiedono tecnologie sofisticate, rappresentando miglioramenti rispetto allo strumento di base. È

proprio l'integrazione di queste componenti avanzate che conferisce a Virgo una sensibilità tale da rendere possibile la rivelazione delle onde gravitazionali. L'insieme di tutti questi sistemi rende questa sala il cuore complesso e affascinante di Virgo.



*Figura 9: Edificio Centrale di Virgo*

## **Control Room**

L'ultima tappa della visita è la Sala di Controllo, il luogo da dove viene monitorato e controllato l'intero interferometro, al fine di assicurarsi che ogni sua componente funzioni adeguatamente e in ogni istante. Qui il visitatore può dare un'occhiata, attraverso i monitor presenti, al complesso sistema di monitoraggio necessario per tenere sotto controllo Virgo. Durante questa tappa, si racconta come viene rivelato un segnale di onda gravitazionale, con qualche accenno riguardo all'analisi dei dati, e del meccanismo che si attiva per convalidare la sua effettiva autenticità e, eventualmente, per allertare i telescopi di tutto il mondo. In questo momento, si crea un'ulteriore opportunità per parlare di come si svolge il lavoro di un ricercatore all'interno di una collaborazione internazionale, nonché l'interazione con altre collaborazioni di tutto il mondo, in questa nuova era astronomica.

Inoltre, questa tappa offre l'opportunità di condividere aneddoti sulla collaborazione, come il momento iniziale in cui nessuno credeva all'osservazione iniziale. Si raccontano anche i successi successivi, evidenziando le bottiglie di spumante stappate durante i festeggiamenti, le quali sono conservate su uno scaffale all'interno della sala di controllo.



Nella Control Room, è possibile osservare gli scienziati della Collaborazione al lavoro e, contemporaneamente, si offre l'opportunità di interagire direttamente con loro. Si possono porre domande o esprimere curiosità non solo riguardo alle tematiche scientifiche, ma anche sulla loro routine quotidiana e sulle attività svolte nel contesto lavorativo.



*Figura 10: Sala di controllo di Virgo*

## **Adattare gli spazi dell'Osservatorio**

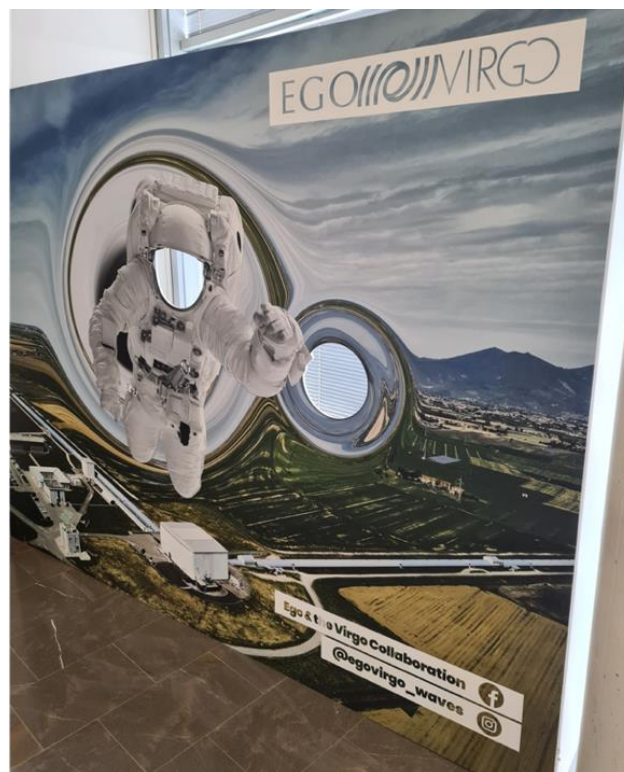
### **Installazione dello Spaziotempo e Cartonato per le foto**

L'apertura di un centro di ricerca al pubblico comporta, parallelamente, la necessità di adattare gli spazi dell'Osservatorio, introducendo nuovi elementi progettati per catturare l'attenzione dei visitatori e offrire un aspetto più ludico.

Uno di questi è l'installazione multimediale dello spaziotempo, situata in una piccola sala dell'edificio principale di EGO. Questo sistema simula in maniera molto realistica il tessuto dello spaziotempo che permea tutto l'Universo: i visitatori possono accedere in piccoli gruppi nella sala e osservare visivamente come la presenza di una massa corporea deformi lo spaziotempo. Dunque, interagendo con quest'installazione, i visitatori hanno un'esperienza viva di un concetto astratto della teoria della relatività.

Un altro elemento che fa divertire i visitatori è il cartonato per le foto. È stata realizzata una sagoma di due astronauti che sorvolano Virgo e i visitatori possono inserire il proprio volto nella sagoma per scattare una foto ricordo con Virgo come sfondo.

Sebbene questi elementi possano sembrare più tipici di un museo che di un centro di ricerca, la loro presenza sottolinea l'adattamento degli spazi e l'introduzione di nuove attrazioni come parte dell'apertura del centro di ricerca al pubblico.



*Installazione dello spaziotempo e cartonato per le foto*

## 6. Metodologia e dati

In questo capitolo verranno presentati la metodologia, le scelte riguardo gli strumenti da utilizzare al fine di ottenere i migliori risultati per il nostro obiettivo e i problemi riscontrati. Le scelte riguardo al metodo di ricerca da utilizzare sono seguite anche da diversi confronti con il team della comunicazione di EGO e hanno portato alla realizzazione dei questionari per i visitatori e del focus group con le guide.

### 5.1 Modulo di richiesta di dati dei visitatori

Prima di tutto è stata condotta un'indagine preliminare al fine di condurre analisi statistiche sulla composizione del pubblico di EGO-Virgo. Per questo è stato appositamente creato un questionario tramite Google Form nel quale si richiedevano le seguenti informazioni:

- genere
- età
- titolo di studio
- background scientifico
- provenienza geografica

Per facilitare la raccolta dei dati, l'età è stata suddivisa in 4 fasce:

- minore o uguale di 18 anni
- 19-25
- 26-59
- 60 anni o più

Con il termine "background scientifico" si intende se il visitatore possiede almeno una laurea nell'ambito STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics).

La provenienza geografica è stata registrata chiedendo il comune di residenza.

Tutte le informazioni acquisite sono state trattate in modo completamente anonimo, garantendo la privacy dei partecipanti.

Questi dati ci consentiranno di comprendere meglio le caratteristiche e gli interessi del pubblico e ci aiuteranno a sviluppare strategie più mirate per coinvolgere e soddisfare le varie categorie di partecipanti, al fine di migliorare l'esperienza complessiva.

Poiché la maggior parte dei visitatori partecipa alla visita in gruppo, abbiamo strutturato il modulo di richiesta dei dati in modo tale che per ogni domanda, il richiedente fornisca il numero di partecipanti appartenenti ad una determinata categoria.

Il modulo è stato inviato direttamente nell'e-mail di conferma; abbiamo ritenuto che presentarlo come un passo finale nella conferma della visita fosse la strategia più efficace per incentivare la compilazione.

Da notare che sono state realizzate due versioni del modulo di richiesta dei dati: una in italiano per i visitatori provenienti dall'Italia e una in inglese per coloro che arrivano dall'estero. In appendice è riportata la versione in italiano del modulo.

La raccolta dei dati relativi ai visitatori è iniziata alla fine di luglio 2023, circa un mese dopo l'avvio del tirocinio, tempistica necessaria per sviluppare e implementare il modulo di

indagine. Nell'ambito di questa tesi, verranno analizzati i dati raccolti fino al 30 novembre 2023.

## 5.2 Questionario di gradimento

Per raccogliere il feedback dei visitatori e valutare la loro esperienza, abbiamo adottato il questionario come metodo d'indagine. Questa scelta è stata guidata dalla considerazione dei numeri significativamente elevati e dalla necessità un'indagine di tipo quantitativo.

D'altra parte, affrontare un'indagine su larga scala mediante interviste sarebbe stato impraticabile per garantire un campione rappresentativo.

In questo caso, la difficoltà consisteva nel formulare domande chiare e comprensibili per assicurarsi che le domande fossero comprese in modo uniforme dal pubblico estremamente variegato a cui erano rivolte.

Per questo, la redazione del questionario ha richiesto tempo e diversi confronti con il team della comunicazione di EGO, ma questo processo è stato necessario per garantire la qualità e l'efficacia dell'indagine, assicurandoci di ottenere dati affidabili e rappresentativi del parere dei visitatori.

Inoltre, le risposte ricevute potranno fornire un'indicazione per valutare se le domande sono state comprese correttamente oppure se necessitano di eventuali aggiustamenti. Questo feedback consentirà di migliorare l'interpretazione delle domande e di apportare eventuali modifiche per renderle più chiare e comprensibili.

Il questionario di gradimento è stato trasmesso ai partecipanti via e-mail entro una settimana dalla loro partecipazione alla visita. Inoltre, è stato inviato loro un promemoria per la compilazione verso la fine di novembre.

Analogamente al modulo per la raccolta dei dati sui visitatori, il questionario di gradimento è stato distribuito a partire dalla fine di luglio 2023, con la raccolta dei dati che si è estesa fino al 30 novembre 2023.

Come per il modulo di richiesta dati, sono state create due versioni, una in italiano e una in inglese del questionario di gradimento. In appendice è riportata la versione in italiano del questionario.

## 5.3 Struttura del questionario di gradimento

Il questionario di gradimento della visita guidata è stato elaborato tramite Google Form con 22 domande di cui:

- 11 domande a scelta multipla e risposta singola
- 4 domande a scala numerica di valutazione
- 4 domande a scelta multipla e risposta multipla
- 3 domande aperte

Esaminiamo ora l'organizzazione delle domande e delle risposte nel questionario, argomentando anche la ragione dietro questa struttura.

## **Profilo dei partecipanti al questionario di gradimento**

Nell'analisi dei dati raccolti tramite il questionario, un primo passo è comprendere chi sono i visitatori che hanno partecipato e valutare se il campione riflette il profilo dei visitatori identificato nell'indagine preliminare.

Per questo motivo, nel questionario di gradimento sono state riportate come prime domande quelle relative a:

- genere
- fascia d'età
- titolo di studio

Questo passaggio è necessario per garantire che il campione sia rappresentativo del target di EGO/Virgo.

In aggiunta è stata richiesta la data della visita guidata a cui hanno partecipato.

## **Passione per la scienza, formazione universitaria e lavoro nell'ambito STEM**

Per approfondire la nostra comprensione sul profilo dei visitatori, ci siamo domandati se coloro che scelgono di visitare un'infrastruttura di ricerca scientifica avanzata siano per lo più persone coinvolte nel settore, da un punto di vista accademico e/o professionale, oppure se siano persone puramente spinte dalla passione per la scienza ma con un background differente.

Per questo è stato chiesto ai visitatori:

- *Sei una persona appassionata di scienza;*
- *Sei una persona con una formazione universitaria nelle materie STEM;*
- *Sei una persona che lavora nell'ambito STEM;*

Per ciascuna di queste tre domande, sono state fornite tre opzioni di risposta, consentendo ai partecipanti di selezionarne una sola tra "sì", "no" e "non so".

## **Fonti di informazioni sulle visite guidate a EGO/Virgo**

Il passo successivo è quello di comprendere come i visitatori abbiano appreso della possibilità di visitare EGO/Virgo e abbiamo indagato su diversi canali di comunicazione. Per questo è stata posta la seguente domanda:

*Da quale di queste fonti hai scoperto o ottenuto informazioni sulla possibilità di visitare EGO/Virgo?*

Questa analisi mira anche a identificare il canale più efficace per promuovere le attività di visita guidata.

I visitatori hanno la possibilità di selezionare una o più tra le seguenti opzioni di risposta:

- Amici o familiari
- Gita scolastica
- Siti web di EGO e/o Virgo
- Twitter
- Facebook
- Instagram
- Conferenze/mostre/eventi pubblici
- Podcast RAI Radio 3
- Altro

Questo ci aiuta anche a comprendere come le visite guidate si integrano con gli altri canali di comunicazione adottati dall'ufficio di comunicazione di EGO/Virgo. In particolare, fornisce indicazioni su quali strumenti comunicativi siano più efficaci per promuovere l'attività delle visite guidate, identificando quelli meno performanti e, nel caso, analizzando le ragioni della loro scarsa efficacia. Ciò consente al team di valutare se incrementare gli sforzi promozionali su tali canali o, in alternativa, se rivisitare la strategia promozionale.

### **Motivazioni per partecipare alla visita**

Successivamente, ci siamo dedicati a comprendere quali siano le motivazioni che spingono le persone a visitare un centro di ricerca come Virgo, ponendo una domanda molto diretta:

*Perché hai deciso di visitare Virgo?*

Le opzioni di risposta fornite sono le seguenti:

- Interesse personale per le onde gravitazionali o l'astrofisica
- Studio o lavoro nel campo scientifico e voglio approfondire le mie conoscenze
- Un familiare/amico me l'ha consigliato
- Ho già visitato Virgo e volevo ripetere l'esperienza
- Accompagno un familiare/amico
- Ero curioso/a
- Sono in gita scolastica
- Interesse verso Virgo come sito storico-scientifico rilevante
- Ero in Toscana per turismo e Virgo è stata una tappa di interesse
- Altro

### **Livello di difficoltà di seminario e visita**

Da questa sezione del questionario in poi, ci addentriamo in domande specifiche riguardanti l'esperienza della visita stessa.

Per iniziare è stato chiesto ai partecipanti:

*Valuta il livello di difficoltà del seminario e della visita*

Attraverso questa domanda, miriamo a raccogliere una valutazione da parte dei visitatori in merito alla complessità del seminario e della visita guidata. Selezionando una delle tre opzioni di risposta, "*troppo facile*", "*appropriato*", "*troppo difficile*", i partecipanti possono esprimere il proprio giudizio personale sulla percezione della difficoltà dell'esperienza.



## **Durata di seminario e visita**

Abbiamo poi invitato i visitatori a esprimere una valutazione sulla durata del seminario e della visita:

*Valuta la durata del seminario e della visita*

Fornendo tre opzioni di risposta, abbiamo consentito ai partecipanti di selezionarne una tra "*troppo breve*", "*lunghezza adeguata*" e "*troppo lungo*".

## **Valutazione delle aree visitate**

In questa sezione del questionario, abbiamo richiesto ai visitatori di assegnare un voto da 1 a 5 a diverse aree dell'interferometro visitate durante la loro esperienza, dove 1 indica "per nulla" e 5 rappresenta "moltissimo".

Le aree oggetto di valutazione sono:

- Main Hall (modellino d'interferometro, Superattenuatore, Specchio)
- Tunnel
- Central Building
- Control Room
- Installazione Interattiva dello Spaziotempo

## **Aspetti della visita che i partecipanti sentono di aver compreso meglio**

Tramite questa domanda abbiamo interrogato i partecipanti sull'aspetto della visita che sentivano di aver compreso meglio, cercando di identificare i concetti che ritenevano di aver compreso maggiormente:

*Quali sono le cose che senti di aver compreso meglio dopo la visita?*

Sono state fornite più opzioni di risposta e anche la possibilità di scrivere una risposta differente nella sezione "altro":

- Cosa sono le onde gravitazionali
- Come funziona l'interferometro
- Come Virgo "combatte" il rumore ambientale
- Quali sono i fenomeni astrofisici che generano le onde gravitazionali
- La storia della costruzione di Virgo
- Come funziona la collaborazione scientifica internazionale
- Altro



La ragione per cui è stata posta questa domanda è stata quella di ottenere indicazioni riguardo la comprensione dei visitatori riguardo gli argomenti presentati durante la visita. È importante sottolineare che queste risposte non forniscono una conferma definitiva sulla comprensione effettiva dei visitatori, ma piuttosto riflettono la percezione di ciò che essi credono di aver compreso. Tuttavia, questo mira a individuare le aree in cui i visitatori si sentono più sicuri e confortevoli nella loro comprensione e tali informazioni non solo forniscono un'idea su quali argomenti possano essere stati meglio assimilati dalla maggioranza dei visitatori, ma aiutano anche a identificare le aree che potrebbero richiedere ulteriori chiarimenti o enfasi durante le visite future. Dunque, questo feedback è essenziale per adattare e migliorare l'approccio informativo della visita, assicurando che gli aspetti più cruciali siano compresi in modo chiaro e significativo.

### **Aspetti della visita che i partecipanti hanno apprezzato di più**

Abbiamo successivamente chiesto ai partecipanti di condividere ciò che hanno apprezzato di più durante la visita, formulando la domanda:

*Cosa ti è piaciuto di più della visita?*

È stato chiesto di selezione al massimo due risposte tra le seguenti o di scrivere una risposta differente nella sezione "altro":

- Imparare nuove cose
- Esplorare un luogo unico
- Incontrare gli scienziati
- Partecipare ad un'attività con i miei amici/familiari/compagni di classe
- Interagire con gli exhibit
- Altro

Questo feedback fornisce una panoramica sugli aspetti che hanno maggiormente contribuito a rendere l'esperienza della visita gradita per i visitatori.

### **Quanto sei d'accordo con le seguenti affermazioni?**

Per ampliare il nostro campo di ricerche, abbiamo presentato alcune affermazioni, con differenti gradi di impatto, e chiesto ai partecipanti di assegnare un voto da 1 a 5, dove 1 indica "per nulla" e 5 rappresenta "moltissimo".

Le cinque affermazioni sono le seguenti:

- *Ho compreso a pieno come funziona Virgo*
- *Ho vissuto un'esperienza divertente*
- *Il metodo di coinvolgimento dei partecipanti è stato efficace*
- *Sono stato stimolato ad avvicinarmi alla scienza o (se studente) a intraprendere studi scientifici*
- *Mi ha aiutato a conoscere il mondo della ricerca*
- *Ho scoperto cose nuove e inaspettate*
- *Ho riscontrato una comunicazione innovativa*

Lo scopo è raccogliere dati più dettagliati sull'impatto e l'efficacia della visita. Analizzando questi aspetti specifici, cercheremo di identificare gli elementi che hanno contribuito maggiormente al coinvolgimento, all'apprendimento e alla percezione positiva della visita, permettendoci di adattare e migliorare ulteriormente l'offerta per soddisfare le aspettative del pubblico.

### **Quanto conosci Virgo? Prima e dopo la visita**

Abbiamo richiesto ai visitatori di esprimere una valutazione sulla loro conoscenza di Virgo, sia prima che dopo la visita chiedendo loro di rispondere alle seguenti due domande assegnando un voto da 1 a 5, dove 1 indica "per nulla" e 5 rappresenta "moltissimo":

- *Prima di partecipare alla visita quanto pensavi di conoscere in generale Virgo?*
- *Dopo aver partecipato alla visita quanto ritieni di conoscere Virgo?*

La scelta di mantenere il termine "conoscenza" in modo generale è stata intenzionale, allo scopo di abbracciare non solo la conoscenza scientifica, ma anche la percezione complessiva che i visitatori potevano aver acquisito sul centro di ricerca nel suo insieme. Con questa domanda si vuole dunque cogliere non solo il progresso nella comprensione scientifica, ma anche il livello di familiarità e apprezzamento più ampio rispetto all'ambiente e agli obiettivi di Virgo.

### **La visita ha soddisfatto le tue aspettative iniziali?**

I visitatori, potenzialmente abituati a esperienze in musei o science center, portano con sé aspettative specifiche prima di visitare un centro di ricerca. Abbiamo cercato di comprendere in che misura il tipo di visita offerto corrisponda a tali aspettative, chiedendo loro di esprimere un giudizio su quanto ciò che è stato proposto rispecchiasse o meno le loro aspettative iniziali.

È stata dunque formulata la seguente domanda:

*La visita ha soddisfatto le tue aspettative iniziali?*

Con le seguenti possibilità di risposta:

- Decisamente sì
- Più sì che no
- Più no che sì
- Decisamente no

## Suggerimenti

L'ultima domanda del questionario è stata formulata in maniera aperta, invitando i partecipanti a esprimere eventuali aspetti che avrebbero desiderato approfondire ulteriormente durante la visita o a fornire eventuali commenti e suggerimenti:

*Quali aspetti avresti voluto approfondire di più durante la visita? Hai ulteriori commenti? Suggerimenti?*

Questo quesito mirava a cogliere le opinioni individuali dei partecipanti in modo più dettagliato, offrendo loro la possibilità di condividere liberamente le proprie percezioni e fornire ulteriori feedback sull'esperienza della visita. Questa domanda è l'unica di tutto il questionario a non essere a risposta obbligatoria.

## 5.4 Focus group

Nella nostra analisi delle visite guidate a Virgo, abbiamo adottato un approccio metodologico che integrasse sia una prospettiva quantitativa che qualitativa.

Se, da un lato, abbiamo condotto un'indagine quantitativa sui visitatori attraverso l'uso di questionari strutturati, d'altra parte, volevamo ottenere una comprensione più approfondita delle esperienze delle guide, di coloro che conducono le visite guidate. Per fare questo abbiamo scelto di utilizzare un metodo d'indagine qualitativo. Questa scelta è stata motivata dalla volontà di interagire direttamente con le guide, piuttosto che affidarci a un tradizionale questionario. Questa decisione è stata determinata anche dal fatto che il numero di guide non è alto, ma d'altra parte ogni guida porta con sé un bagaglio unico di conoscenze ed esperienze.

Considerando gli strumenti disponibili per un'indagine qualitativa, ci siamo trovati di fronte alla scelta tra l'intervista individuale e il focus group. Abbiamo optato per il focus group in quanto ritenuto il più idoneo al nostro obiettivo di stimolare un dibattito interattivo tra le guide. L'idea di riunire le guide in un contesto di gruppo aveva lo scopo di favorire un'interazione dinamica, consentendo loro di condividere riflessioni ed esperienze in modo aperto e collaborativo. Inoltre, abbiamo ipotizzato che le riflessioni di alcuni partecipanti avrebbero potuto fungere da stimolo per gli altri, creando un ambiente in cui emergono prospettive diverse e complementari.

Il focus group con le guide di Virgo è stato condotto il giorno 5 dicembre 2023 e si è svolto in un'aula dell'Osservatorio.

Al focus group hanno partecipato 11 guide di EGO, di cui 7 maschi e 5 femmine.

La traccia del focus group è la seguente:

- 1- Quali sono le ragioni che vi spingono a condurre le visite?
- 2- Quali sono secondo voi gli obiettivi primari della visita dal vostro punto di vista?
- 3- Secondo voi, che cosa si aspettano i visitatori da quest' esperienza a Virgo? Quali sono le loro aspettative prima di arrivare?

4- Durante la visita, esistono indicatori a cui prestate particolare attenzione per valutare l'attenzione e la soddisfazione dei visitatori? Se sì, quali sono?

5- Qual è la vostra percezione complessiva sulla soddisfazione dei visitatori dopo la visita? Che cosa, secondo voi, i visitatori si portano a casa, come emozioni, bagaglio culturale, idee...

6- Per come vengono svolte ora le visite guidate, quali sono gli elementi informativi della visita? Credete che ci sia anche un aspetto ludico? Se sì, che peso ha questo elemento?

7 - Abbiamo un pubblico estremamente diversificato, dagli studenti delle scuole superiori, agli universitari, astrofili e persone motivate dalla pura curiosità, oltre a turisti di passaggio a Pisa.

In generale cercate di adattare i contenuti e il linguaggio delle vostre visite (anche in corso d'opera), in base al profilo dei visitatori?

8 - Esaminando la visita, quali elementi della visita terrestre invariati e quali modifichereste?

9 - Credete che la visita debba essere più interattiva? Con esperienze scientifiche/laboratoriali più dirette?

## 7. Analisi dei dati

### 6.1 Target: Chi sono i visitatori di EGO/Virgo

Prima di poter esaminare le risposte al questionario di gradimento della visita guidata, è fondamentale comprendere chi sono i visitatori di EGO e Virgo<sup>22</sup>.

Per questo motivo, inizialmente sono stati acquisiti dati attraverso le prenotazioni delle visite guidate registrate per l'intero anno 2023, al fine di ottenere una panoramica completa dei visitatori. Successivamente, si è proceduto all'analisi dei dati raccolti mediante il modulo di richiesta dati.

#### **Analisi demografica dei visitatori: Provenienza, nazionalità e segmentazione tra Pubblico Generico e Scuole**

I dati che verranno presentati in questo paragrafo sono quelli raccolti tramite le prenotazioni delle visite guidate registrate per tutto l'anno 2023.

Durante quest'anno, Virgo ha accolto quasi 10.000 visitatori e dai dati emerge che la grande maggioranza di questi visitatori, quasi l'85%, sono italiani. Questo dato riflette la naturale attrattiva che il sito ha per il pubblico locale e le facilità d'accesso, considerando che Virgo è situato nel cuore dell'Italia.

Il restante 15% è rappresentato da visitatori stranieri provenienti da tutto il mondo.

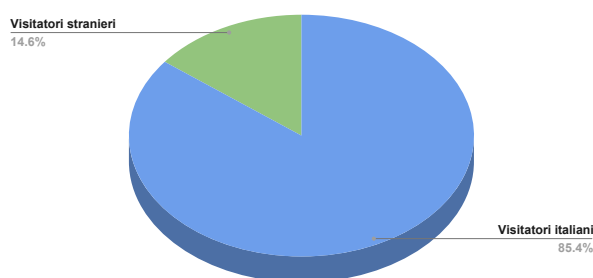
Sebbene il 15% possa apparire come una percentuale relativamente modesta, in realtà non è affatto trascurabile. Queste persone, che potrebbero venire in Italia per ragioni personali, turistiche o per la visita a Virgo, dimostrano comunque di conoscere quest'infrastruttura di ricerca e di volerla visitare, dedicando tempo e risorse per farlo. Questo dato testimonia, dunque, l'attrattiva globale di Virgo come luogo di interesse scientifico e culturale, capace di attrarre visitatori da oltre i confini nazionali. Inoltre, l'apertura a una varietà di persone provenienti da diverse parti del mondo contribuisce anche alla diversità culturale dell'audience.

La suddivisione tra visitatori italiani e quelli provenienti dall'Estero è illustrata in (Figura 11: suddivisione dei visitatori tra italiani e stranieri (dati anno 2023))

#### ***Visitatori suddivisi tra italiani e stranieri***

---

<sup>22</sup> In questo capitolo, d'ora in poi, useremo solo il termine "Virgo" per semplificare la scrittura

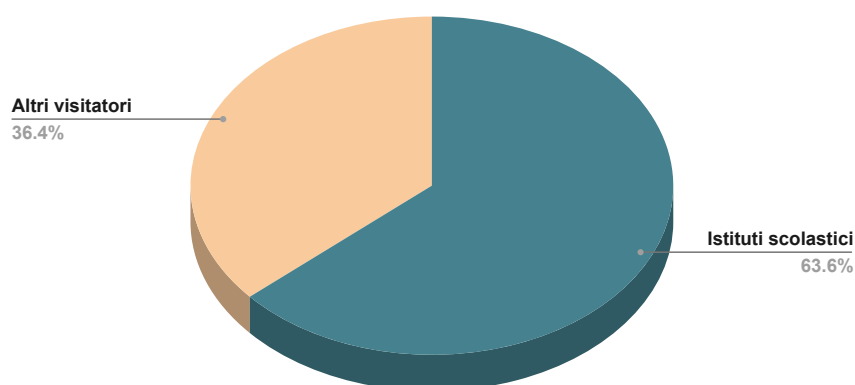


*Figura 11: suddivisione dei visitatori tra italiani e stranieri (dati anno 2023)*

Tra i visitatori italiani, il 66,3% proviene da istituti scolastici. Questa percentuale comprende scuole di ogni ordine e grado, ovvero scuole primarie, scuole superiori di primo e secondo grado, e anche le università.

Nel grafico in (Figura 12) è illustrato come si distribuiscono i visitatori provenienti dalle scuole rispetto al resto dei visitatori; mentre, in (Figura 13) viene rappresentata la distribuzione percentuale delle diverse categorie di scuole in visita a Virgo nel 2023.

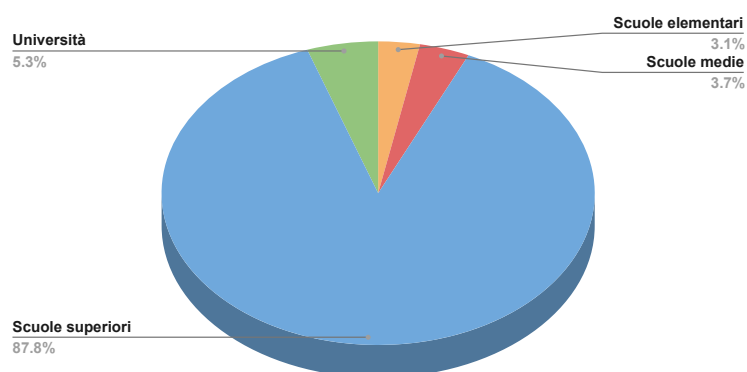
### ***Suddivisione tra gli istituti scolastici e pubblico generico***



*Figura 12: distribuzione tra i visitatori provenienti da istituti scolastici e gli altri visitatori (dati anno 2023)*

### ***Suddivisione istituti scolastici e università***





*Figura 13: distribuzione delle diverse categorie di scuole (dati anno 2023)*

Come si può osservare, la maggior parte degli istituti scolastici in visita a Virgo sono scuole superiori di secondo grado. Questo perché, come frequentemente riportato dagli insegnanti nelle note del modulo, la visita guidata a EGO/Virgo viene integrata nei programmi scolastici delle scuole superiori come un'uscita didattica. In particolare, nel caso di classi di quinta superiore, la visita a Virgo viene considerata dagli insegnanti come un momento di orientamento per gli studenti in vista dell'università.

Uno sguardo dettagliato sulla provenienza dei visitatori di EGO/Virgo in Italia è dato dalla mappa rappresentata in (Figura 14). Le regioni sono colorate con tonalità più scure in proporzione al numero di visitatori provenienti da ciascuna area, fornendo così una chiara rappresentazione visiva della distribuzione geografica dell'interesse e dell'interazione con EGO/Virgo in tutto il paese.

### ***Provenienza dei visitatori***



Figura 14: mappa della distribuzione geografica dei visitatori in Italia con indicazione dei dati relativi all'anno 2023.

Dal grafico emerge chiaramente che la maggior parte dei visitatori di Virgo (63% provenienti dalla Toscana, la restante percentuale distribuita nelle altre regioni da cui sono giunti i visitatori) proviene dalla Toscana, la regione in cui ha sede Virgo. I dati raccolti attraverso i moduli compilati dai visitatori rivelano che la concentrazione più significativa si registra nelle località strettamente legate a Pisa e Cascina, come ci si aspetterebbe, ma anche in altre città toscane quali Firenze, Pontedera, Empoli, Lucca e Viareggio.

Un'osservazione interessante è che la maggior parte dei visitatori proviene dal centro-nord dell'Italia, evidenziando una distribuzione geografica ben definita. Al contrario, l'affluenza dal sud risulta essere bassa, se non nulla. Questo fenomeno può essere razionalizzato considerando le connessioni geografiche e infrastrutturali più efficienti tra le regioni del centro e del nord con la sede di Virgo a Pisa.

Inoltre, considerando che la maggioranza dei visitatori sono scuole, un ulteriore motivo potrebbe essere attribuibile al fatto che le scuole settentrionali hanno maggiori opportunità di organizzare gite fuori porta. Infatti, secondo i dati dell'ISTAT, il reddito familiare totale annuo medio nel Nord è di 36.069, nel Centro è di 34.555, rispetto ai 27.467 del Sud e ai 26.409 nelle isole <sup>23</sup> (ultimo aggiornamento dell'anno 2021). Questi dati potrebbero suggerire una maggiore disponibilità economica da parte delle famiglie nell'organizzare gite scolastiche verso la Toscana.

Per quanto riguarda i visitatori provenienti dall'estero, secondo i dati ottenuti dal modulo, i Paesi di provenienza includono Grecia, Francia, Regno Unito, Germania, Slovenia, Austria, Portogallo, Danimarca, Finlandia, Repubblica Ceca e Polonia. Il paese da cui provengono maggiormente le visite è la Grecia, fenomeno attribuibile al coinvolgimento significativo di un membro della collaborazione Virgo di nazionalità greca nell'ambito delle attività di divulgazione e didattica, il quale promuove attivamente le visite a Virgo nelle scuole.

<sup>23</sup> <http://dati.istat.it/Index.aspx?QueryId=22919#>

## Genere, fascia d'età, titolo di studio e formazione scientifica

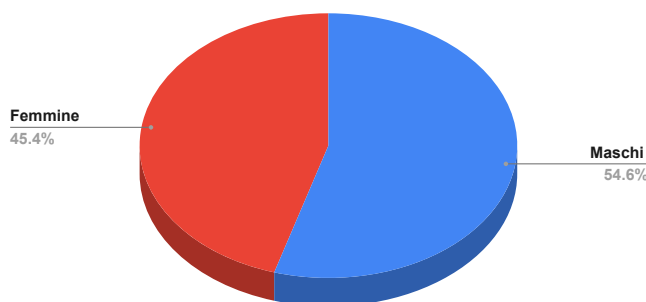
Procediamo ora con l'analisi dei dati raccolti tramite il modulo di richiesta, descritto nella sezione (5.1), inviato ai visitatori via e-mail sia ai visitatori italiani che quelli provenienti dall'Estero.

Nel periodo in cui si focalizzano le analisi di questo lavoro, ovvero da fine luglio fino al 30 novembre 2023, sono stati inviati 168 moduli di richiesta dei dati.

Il tasso di compilazione è pari al 66,2%. Va notato che alcune persone registrate per la visita potrebbero non aver ancora compilato il modulo, forse pianificando di farlo nelle vicinanze dell'evento.

La (Figura 15) illustra la distribuzione di genere tra i visitatori, evidenziando un equo bilanciamento tra il genere femminile e maschile.

### **Suddivisione per genere**



*Figura 15: distribuzione del genere dei visitatori (dati anno 2023)*

La (Figura 16) e la (Figura 17) illustrano la distribuzione dei visitatori in relazione all'età, evidenziando che la maggioranza ha meno di 18 anni, coerentemente con il fatto che la maggior parte dei partecipanti sono studenti delle scuole superiori.

### **Suddivisione per fasce d'età**

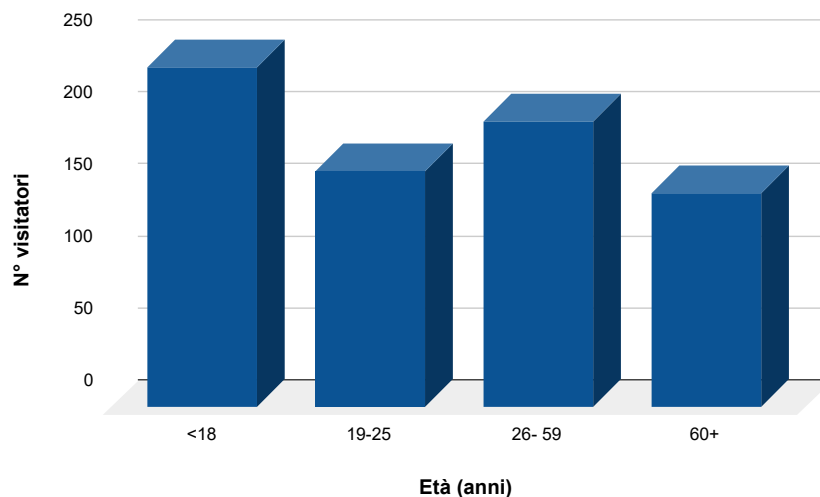


Figura 16

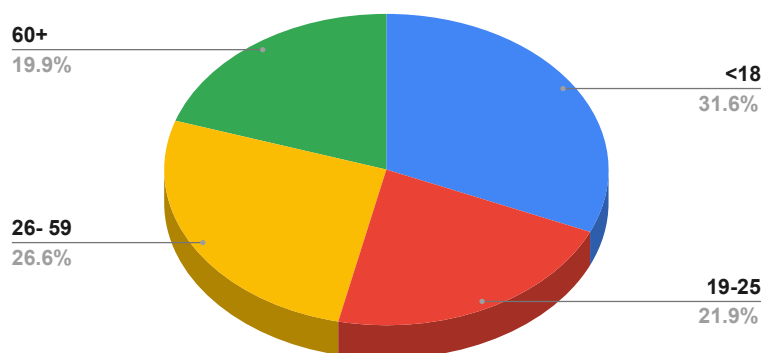


Figura 17

Distribuzione dei visitatori in relazione all'età (dati anno 2023)

I diagrammi in (Figura 18) e (Figura 19) evidenziano il livello di istruzione dei visitatori, suggerendo un profilo complessivamente medio-alto. Dall'analisi dei dati emerge che quasi il 70% dei visitatori è in possesso di almeno un diploma di scuola superiore, mentre il 32.3% ha raggiunto una laurea o titoli post-laurea

### **Suddivisione per titolo di studio**

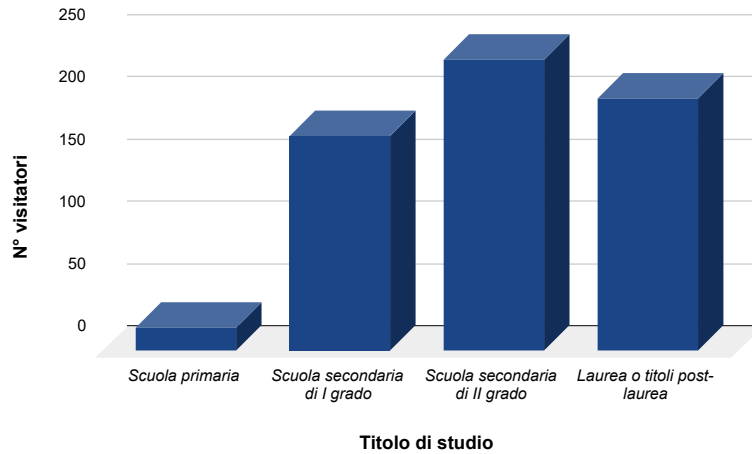


Figura 18

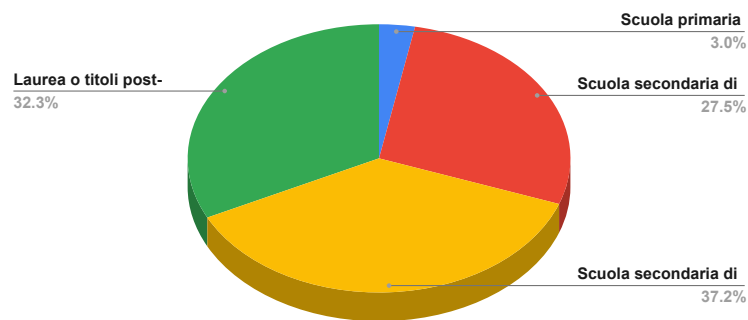


Figura 19

*Distribuzione del livello di istruzione dei visitatori (dati anno 2023)*

Tuttavia, considerando che il 65% dei visitatori proviene dalle scuole, ci si aspettava una percentuale più elevata di titoli di studio a livello di diploma di scuola media. Questo potrebbe essere attribuito al fatto che gli insegnanti, i quali inviano la richiesta, compilano il modulo in prossimità della visita. Dunque, le scuole, che prenotano con largo anticipo e hanno visite pianificate più avanti nel tempo, potrebbero non aver ancora completato il modulo.

Il grafico in (Figura 20) mostra la percentuale di visitatori con una formazione scientifica, ovvero che abbiano almeno una laurea nell'ambito STEM. In contrasto con l'aspettativa che un centro di ricerca fisica attiri persone del settore, con competenze o coinvolgimento nel mondo scientifico, si nota che una percentuale significativa di visitatori non possiede un background scientifico.

### **Suddivisione per formazione scientifica**

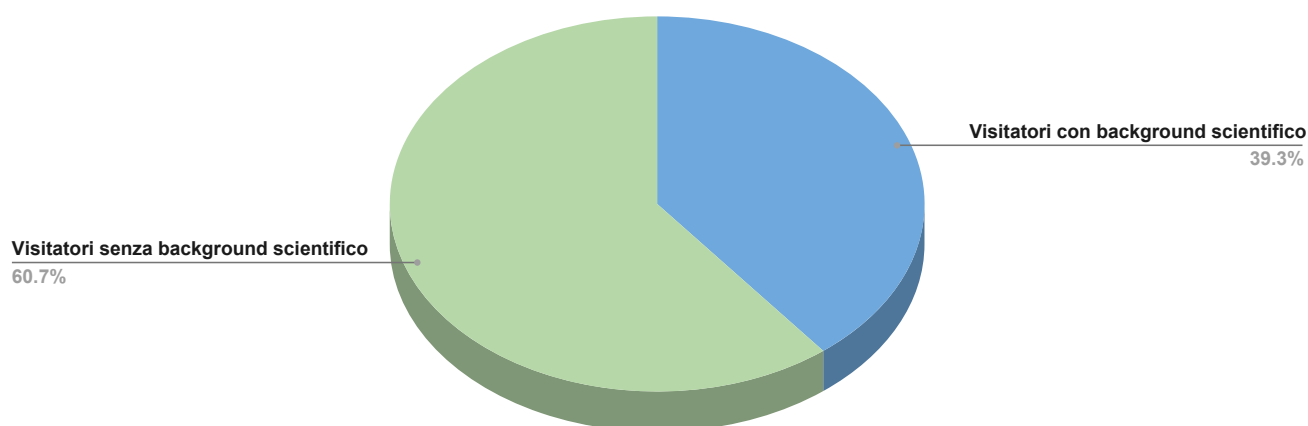


Figura 20: Suddivisione dei visitatori con e senza formazione scientifica

Questo dato riveste un'importanza fondamentale poiché deve essere considerato nella progettazione del formato della visita. È essenziale tenere presente che parte dei visitatori non ha una formazione scientifica, e di conseguenza, la visita deve essere strutturata in modo da essere accessibile e interessante anche per chi non ha una conoscenza specialistica nel campo scientifico.

Questa considerazione si allinea al fatto che il 60,2% dei visitatori totali è rappresentato da scuole di secondo grado e gradi inferiori, per cui non è possibile che abbiano una formazione scientifica avanzata.

Questi dati preliminari offrono una panoramica sulla partecipazione dei visitatori, rappresentando elementi chiave per una comprensione del profilo dei frequentatori di Virgo. Acquisire conoscenze sul proprio target rappresenta il punto di partenza per un'istituzione che intende organizzare attività di public engagement in modo efficace. Infatti, comprendere chi sono i visitatori fornisce le basi per sviluppare e adattare le proprie iniziative, al fine di ottimizzare l'impatto delle attività proposte.

### 6.3 Risultati del questionario di gradimento

Ora procederemo all'analisi delle risposte ottenute dal questionario di gradimento. Il totale delle risposte ricevute si attesta al 26%. Nonostante questa percentuale sia inferiore rispetto alle risposte ottenute attraverso il modulo di richiesta dati, può comunque essere considerata soddisfacente. Diversi studi su metodologie di indagine, come i questionari, indicano che i tassi di risposta ai sondaggi via e-mail sono notoriamente



variabili e solitamente si collocano nell'intervallo del 25% al 30%<sup>24</sup>. Le ragioni di questa variabilità includono la stanchezza derivante dai sondaggi, le richieste concorrenti e le preoccupazioni relative alla privacy.

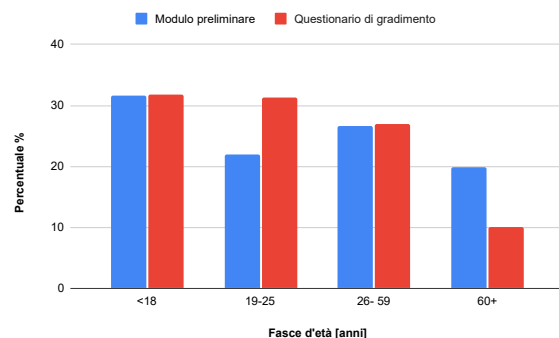
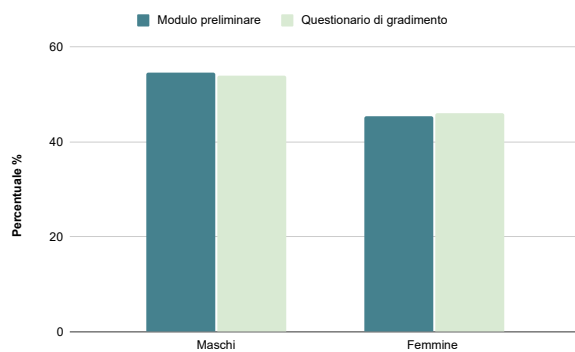
## Profilo dei partecipanti al questionario di gradimento

Dalle risposte ottenute, risulta che i partecipanti al questionario si distribuiscono in modo equilibrato tra maschi e femmine, con il 53,9% di maschi e il 46,1% di femmine.

Spostandoci sull'età, emerge un'eterogeneità significativa. Il gruppo più consistente è quello dei partecipanti con età inferiore ai 18 anni, che costituisce il 31,8% del campione. Subito dopo, il 31,3% rientra nella fascia di età compresa tra i 19 e i 25 anni, mentre il 27% appartiene alla fascia 26-59 anni. Infine, il 10% dei partecipanti è nella fascia con un'età superiore ai 60 anni.

Riguardo all'istruzione formale, la maggioranza dei partecipanti, pari al 54%, possiede un diploma di scuola superiore, il 17,7% un diploma di scuola media; infine, il 28,3% dei partecipanti ha raggiunto un livello di istruzione più avanzato, possedendo una laurea o titoli post-laurea.

I grafici sottostanti mostrano il confronto tra questi dati provenienti dal questionario di gradimento e quelli raccolti in fase preliminare.



<sup>24</sup> V.Menon, Muraleedharan A., *Internet-based surveys: relevance, methodological considerations and troubleshooting strategies*, <<Gen Psychiatr. Aug 1;33(5)>>, 2020

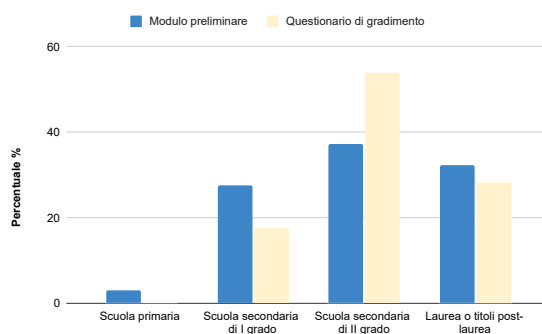


Figura 21: confronto tra i dati raccolti dal questionario di gradimento e quelli in fase preliminare.

Iniziamo con alcune riflessioni sul profilo dei partecipanti che hanno risposto al questionario, confrontandolo con quello emerso nella fase preliminare attraverso il modulo di raccolta dati.

La distribuzione di genere è sostanzialmente equa in entrambi i casi.

Per quanto riguarda l'età dei partecipanti al questionario, le prime tre fasce d'età sono distribuite in modo pressoché uniforme, mentre la fascia più anziana risulta essere numericamente inferiore.

Se confrontiamo questi dati con quelli del modulo, notiamo una maggiore partecipazione della fascia 19-25 anni nel compilare il questionario di gradimento e una carenza significativa di contributi provenienti dalla fascia sopra i 60 anni. Questo può essere attribuito al metodo di distribuzione digitale del questionario, in quanto i giovani, abituati alle tecnologie digitali, potrebbero sentirsi più a loro agio nell'utilizzare questi strumenti rispetto agli individui più anziani. Quindi, il fatto che il questionario sia stato distribuito digitalmente potrebbe aver influito sulla partecipazione nelle diverse fasce d'età.

Per quanto riguarda il livello di studio, si nota una discrepanza nel dato relativo al diploma di scuola superiore. Dai dati preliminari raccolti sul target era emersa una prevalenza di studenti delle scuole superiori tra i visitatori e, pertanto, ci si aspetterebbe un numero più elevato di coloro che indicano di aver conseguito il diploma di scuola media rispetto a quanto ottenuto dalle risposte del questionario. Questa discrepanza potrebbe derivare da due possibili motivi: alcuni studenti delle scuole superiori potrebbero aver risposto selezionando l'opzione del diploma di scuola superiore, nonostante non abbiano ancora completato il percorso di studi; altrimenti, gli studenti delle superiori hanno compilato in minor numero il questionario rispetto alle altre categorie di pubblico.

Si può concludere che, nonostante la percentuale di risposte sia inferiore, il campione di pubblico che ha partecipato al questionario mantiene comunque una rappresentatività significativa del target di Virgo identificato attraverso l'indagine preliminare. Pertanto, il feedback che sarà oggetto di analisi proviene da un campione che riflette in modo adeguato il pubblico di riferimento.

## Passione per la scienza, formazione universitaria e lavoro nell'ambito STEM

Le risposte rivelano che il 70.1% degli intervistati dichiara di essere appassionata di scienza. Solo un esiguo 11,4% afferma di non condividere questa passione, mentre il rimanente si astiene dalla risposta.

La grande maggioranza dei visitatori (83,1%) non ha una formazione universitaria nelle materie STEM. Questo dato si riflette anche nelle professioni, dove la stessa percentuale afferma di lavorare al di fuori dell'ambito STEM.

Questo risultato si correla perfettamente con il dato che la maggioranza dei visitatori è rappresentata da studenti delle scuole superiori, i quali non hanno una formazione scientifica avanzata né lavorano nell'ambito STEM. Questo suggerisce un'importante considerazione riguardo al target a cui generalmente ci si rivolge.

Le risposte ottenute per ciascuna domanda sono mostrate in percentuali nei seguenti tre grafici a torta.

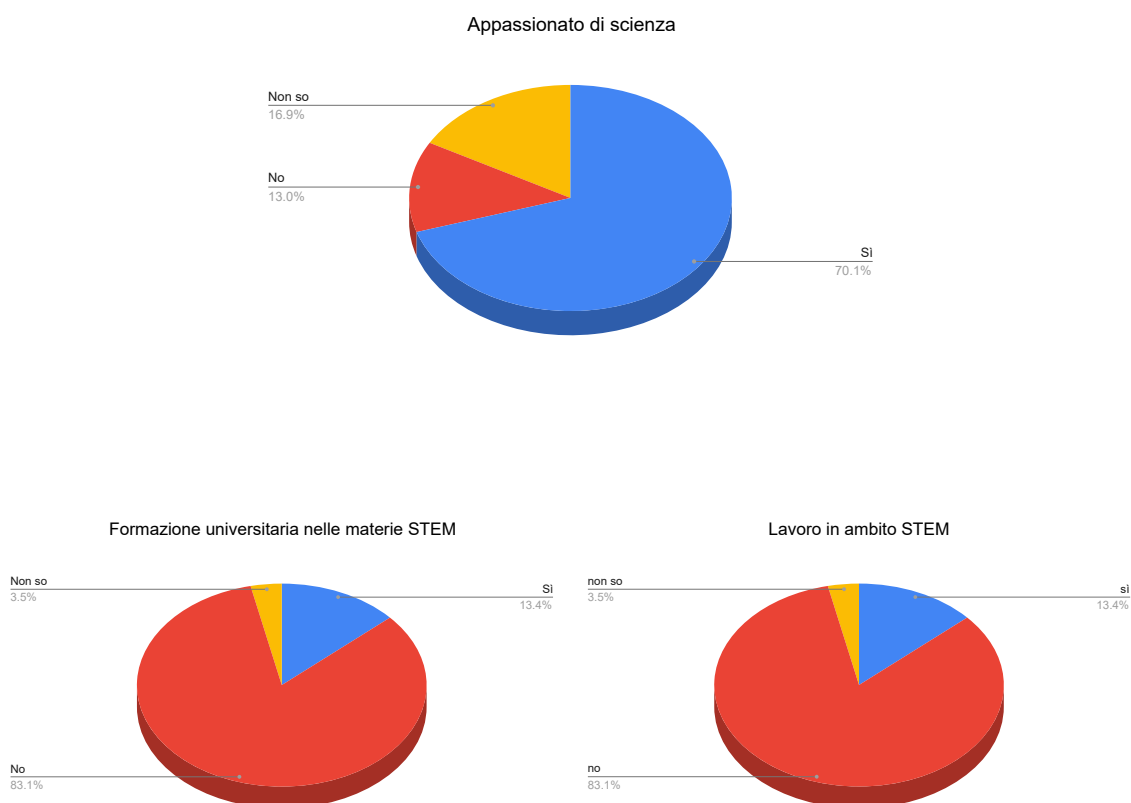


Figura 22: percentuali delle risposte ottenute dai visitatori riguardo alla loro passione per la scienza, formazione universitaria nelle materie STEM e lavoro in ambito STEM

I risultati evidenziano che quest' istituzione scientifica, alla ricerca di frontiera in un ambito, la fisica fondamentale, molto lontano dalla nostra vita quotidiana e considerato spesso troppo astratto e complicato, non attira solo individui del settore scientifico. Al contrario, la maggioranza dei partecipanti proviene da contesti completamente diversi, ma condivide una passione per la scienza.

La discrepanza tra l'alto interesse e la bassa percentuale di formazione e lavoro nelle materie STEM indica dunque che il pubblico è composto da individui che, pur non essendo esperti o non avendo una formazione specifica in questi settori, sono profondamente interessati al mondo scientifico. L'entusiasmo per la scienza tra i visitatori di EGO/Virgo è un elemento positivo nella promozione della cultura scientifica, ma va accompagnato da una consapevolezza: l'assenza di conoscenze scientifiche pregresse nel pubblico a cui ci si rivolge va considerato nella progettazione di visite guidate. La visita guidata deve risultare accessibile a un pubblico variegato, garantendo che le spiegazioni siano chiare, comprensibili e adatte a coloro che potrebbero non essere specializzati nelle discipline STEM. Questo implica anche la necessità di una guida che sia in grado di comunicare chiaramente, senza dare nulla per scontato, soprattutto nei concetti legati agli aspetti fisici, tecnologici e ingegneristici.

D'altro canto, non si dovrebbe trascurare la presenza di una parte di visitatori che possiede una formazione scientifica avanzata o appartiene all'ambito, caratterizzati da esigenze e interessi diversi.

## **Fonti di informazioni sulle visite guidate a EGO/Virgo**

Il 58,1% dei visitatori dichiara di aver scoperto della possibilità di visitare EGO/Virgo attraverso le gite scolastiche.

Il sito web di EGO e/o Virgo emerge come il secondo canale più efficace (17.0%) per la promozione delle visite.

In percentuale quasi simile (16.7%), un parte dei visitatori ha affermato di aver appreso dell'opportunità attraverso amici e parenti.

In piccole percentuali troviamo la diffusione fatta tramite eventi pubblici, quali mostre di scienza o arte e scienza, conferenze organizzate dalla collaborazione (3.1%) e l'utilizzo dei social media come Instagram, Facebook e Twitter di EGO/Virgo (2.6%).

Vi è anche una piccola percentuale di visitatori (2.4%) che afferma di aver scoperto di quest'opportunità in quanto la visita è stata organizzata dalle aziende o associazioni a cui sono affiliati.

Il diagramma mostra la distribuzione percentuale delle differenti risposte.

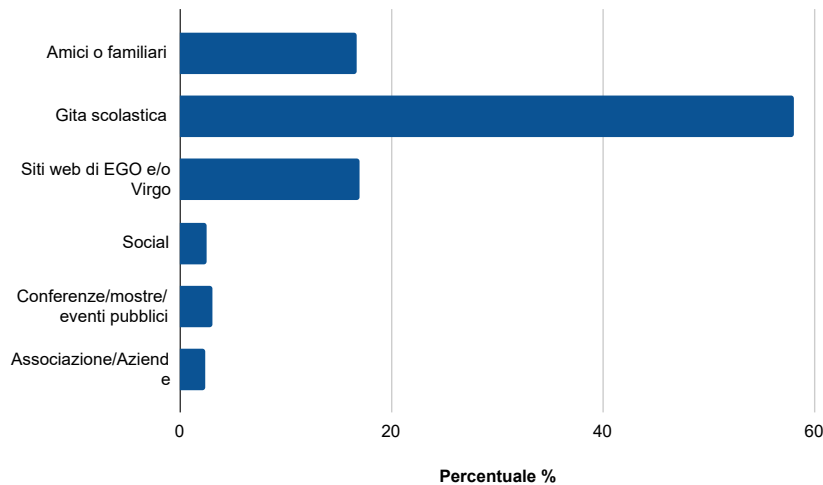


Figura 23: distribuzione percentuale delle differenti risposte sulle fonti d'informazione

L'emergere delle gite scolastiche come la principale fonte di informazioni è in linea con il fatto che il 63% dei partecipanti è rappresentato da istituti scolastici.

Per quanto riguarda il pubblico generale, l'efficacia del passaparola di amici e familiari risulta evidente. Questo si correla strettamente con l'importanza di offrire un'esperienza positiva, che spinge alla condivisione spontanea e influenza la diffusione delle informazioni. Percentuali notevolmente più basse provengono da eventi pubblici, come mostre scientifiche o artistiche, conferenze organizzate in collaborazione e l'utilizzo dei social media come Instagram, Facebook e Twitter di EGO/Virgo. I canali di promozione dell'istituzione che si rivelano più efficace per la promozione sono i siti web di EGO e Virgo (17%). Per quanto riguarda i social media, il risultato non sorprende, poiché, come evidenziato nel Capitolo 4, attualmente non è attiva una promozione attiva delle visite attraverso questi canali, vista la "coda d'attesa" per le prenotazioni. Infine, la testimonianza di visitatori che hanno scoperto l'opportunità grazie a visite organizzate dalle loro aziende rivela la presenza di astrofili tra i partecipanti, poiché in diverse risposte specificate nella sezione "Altro" si fa riferimento a questa categoria.

## Motivazioni per partecipare alla visita

Come ci si aspetterebbe, in seguito a quanto emerso precedentemente, la risposta predominante è legata alle scuole (45.3%). La seconda motivazione più comune è l'interesse personale per le onde gravitazionali o l'astrofisica (20.8%). A seguire, troviamo i visitatori spinti dalla curiosità (12%). Una percentuale quasi paritaria di visitatori ha espresso interesse nei confronti di Virgo come sito storico-scientifico rilevante (6.0%) e di essere stati incoraggiati da familiari o amici (6.2%). Un'altra percentuale simile (5.8%) comprende coloro che studiano o lavorano nel campo scientifico e desiderano approfondire le proprie conoscenze. Alcune persone sono attratte a ritornare dopo un'esperienza precedente oppure di accompagnare un familiare o amico. Una percentuale piccola (0.2%) afferma di visitare Virgo per scopi puramente turistici.

Il diagramma mostra la distribuzione percentuale delle differenti risposte.

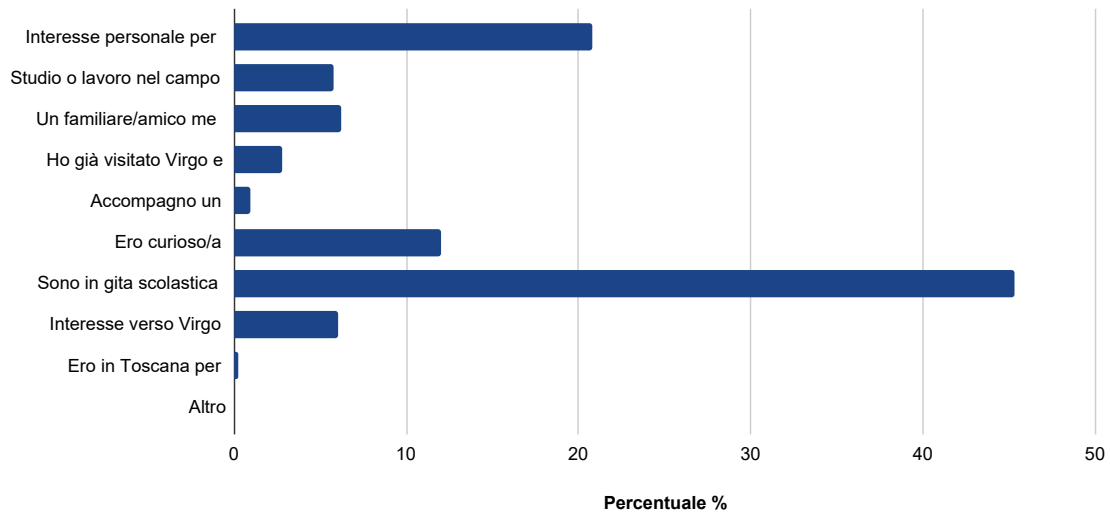


Figura 24: distribuzione percentuale delle differenti risposte dei visitatori riguardo la loro motivazione

Dunque, andando ad esplorare le ragioni che spingono le persone a visitare Virgo, emerge la predominanza di coloro che indicano di trovarsi in gita scolastica. Questo dato fornisce un'indicazione sulla percentuale di studenti e insegnanti in uscita didattica che hanno compilato il questionario. Da ciò possiamo inferire che gli studenti hanno compilato il questionario in misura inferiore, suggerendo che coloro che partecipano all'esperienza non volontariamente, ma come in questo caso sono in gita scolastica, potrebbero essere meno inclini a compilare il questionario e fornire feedback.

È comunque importante considerare questo equilibrio: i feedback che si andranno ad analizzare provengono per il 45.3% dalle scuole e il restante 54.7% da tutte le altre categorie di visitatori.

È interessante notare che una percentuale significativa dimostra un interesse personale verso le onde gravitazionali e una curiosità intrinseca. Queste risposte sembrano in linea con quanto emerso in precedenza riguardo al fatto che i visitatori di Virgo sono perlopiù degli appassionati di scienza.

## Livello di difficoltà di seminario e visita

Le valutazioni relative al livello di difficoltà del seminario e della visita evidenziano un notevole grado di coerenza: più dell'85% dei partecipanti ha valutato il livello di difficoltà come appropriato sia per il seminario che per la visita guidata. Questo dato suggerisce una congruenza di percezione tra i due elementi dell'esperienza, indicando che la maggioranza dei visitatori ha ritenuto che la complessità degli argomenti trattati e la presentazione delle informazioni siano state adeguate al loro livello di comprensione.



Questa valutazione suggerisce che il livello complessivo di difficoltà della visita è stato tarato per soddisfare la maggioranza dei visitatori. Tuttavia, una piccola percentuale la trova ancora troppo complicata, mentre altri la ritengono troppo semplice, indicando che queste persone potrebbero avere background formativi molto diversi. Questa varietà nel pubblico, già evidenziata in precedenza, si riflette naturalmente anche nella percezione che le persone hanno dell'esperienza di visita.

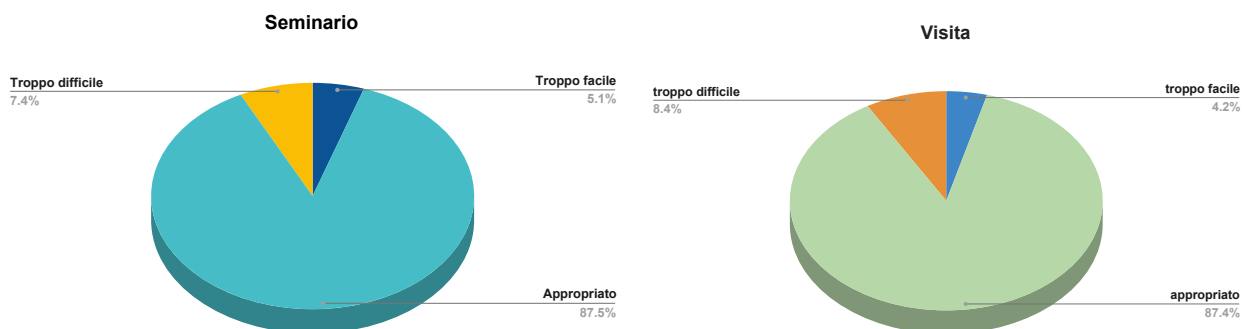
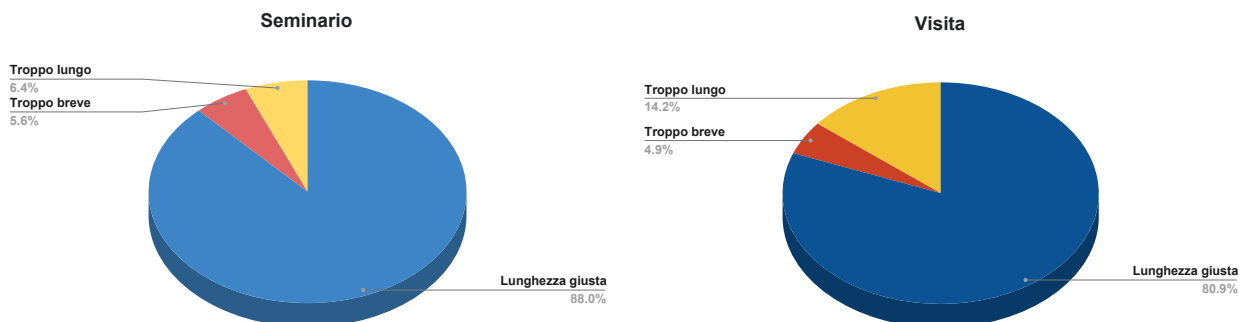


Figura 25: grafici relativi al livello di difficoltà del seminario (a sinistra) e della visita (a destra)

## Durata del seminario e della visita

Anche per quanto riguarda la durata del seminario e della visita, emerge una coerenza nei dati. Per il seminario, l'88% dei partecipanti ha giudicato adeguata la sua durata, mentre per la visita, l'80.9% ha espresso la stessa opinione sulla lunghezza appropriata dell'esperienza. Questi dati convergenti mostrano risultati positivi riguardo la gestione dei tempi, fattore importante per poter valutare se vi è un equilibrio tra informazioni fornite e tempo dedicato all'esperienza.



## Valutazione delle aree visitate

I grafici sottostanti illustrano le valutazioni ottenute per tappa della visita.

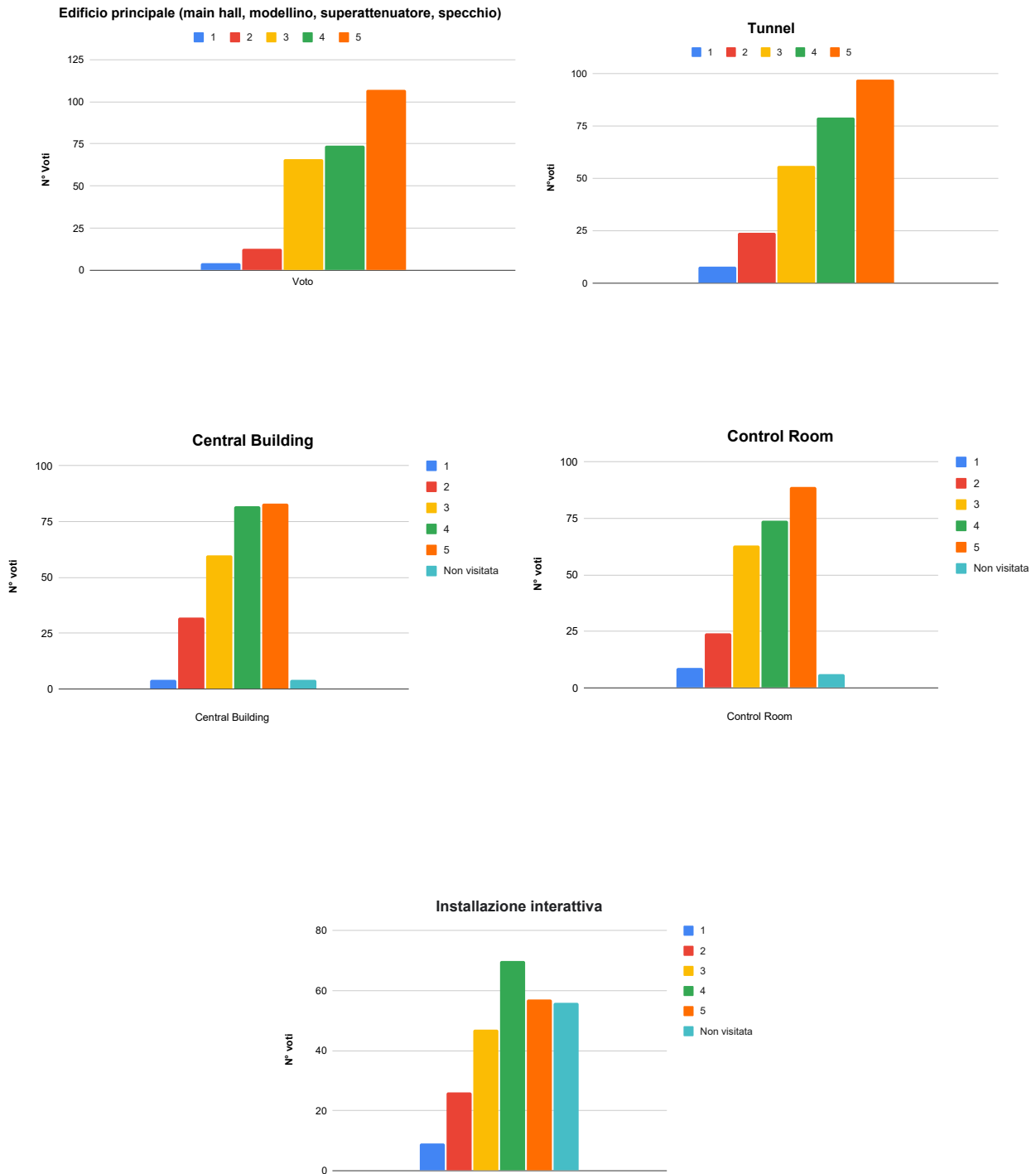


Figura 26:

Come si osserva chiaramente da questi istogrammi, i risultati riflettono un apprezzamento complessivamente positivo di tutte le aree visitate.

Dalle risposte risulta anche che alcune aree non sono state visitate. In particolare, per quanto riguarda il Central Building, come descritto nella sezione dedicata alle visite, l'accesso è sempre possibile il martedì, poiché l'esperimento è in pausa per attività di manutenzione. In altri giorni di visita, come il sabato, questa zona potrebbe non essere visitabile se l'esperimento è attivo in quel momento. È importante notare che attualmente Virgo si trova in una fase di *commissioning*, durante la quale gli scienziati lavorano agli aggiornamenti della macchina e quindi l'esperimento non sempre è attivo. Una volta completata questa fase, Virgo inizierà un nuovo ciclo osservativo, durante il quale l'interferometro sarà costantemente attivo nella raccolta dei dati, e di conseguenza quest'area non sarà più accessibile in nessun altro momento, a eccezione del periodo di manutenzione del martedì mattina.

Anche la Control Room è stata visitata in alcune occasioni. Nella sala di controllo, gli scienziati sono costantemente impegnati a monitorare il corretto funzionamento dell'interferometro e ad intervenire in caso di eventuali problemi. Ci sono momenti critici in cui gli scienziati sono coinvolti in operazioni delicate, discussioni interne o riunioni, e l'ingresso con un gruppo di visitatori in questi casi è possibile poiché interferirebbe con queste attività.

Questi risultati consentono di mettere in luce una delle sfide principali nell'organizzazione di visite in un laboratorio di ricerca scientifica. L'accesso a determinate aree potrebbe non essere sempre possibile a seconda dello stato dell'esperimento in corso. Inoltre, l'interazione degli scienziati potrebbe essere limitata se la visita di un gruppo interferisce con il loro lavoro in quel preciso momento.

In fine, l'installazione interattiva non è stata visitata in diverse occasioni. In questo caso specifico, va detto che, nel periodo preso in considerazione per questo studio, l'installazione è rimasta spenta per circa un mese a causa di aggiornamenti e sostituzione del computer, per cui non era visitabile.

## **Quali aspetti della visita i partecipanti sentono di aver compreso meglio?**

I risultati fanno emergere chiaramente due tematiche che risultano essere maggiormente comprese dalla maggioranza dei partecipanti: "*Che cosa sono le onde gravitazionali*" (64.1%) e "*Come funziona l'interferometro*" (65.4%).

Circa la metà dei partecipanti ha affermato di aver compreso bene anche concetti relativi a "*Come Virgo 'combatte' il rumore ambientale*" (49.8%) e "*Quali sono i fenomeni astrofisici che generano le onde gravitazionali*" (54.1%).

Percentuali inferiori sono state ottenute per quanto riguarda la comprensione della "*Storia della costruzione di Virgo*" (25.5%) e di "*Come funziona la collaborazione scientifica internazionale*" (30.3%).

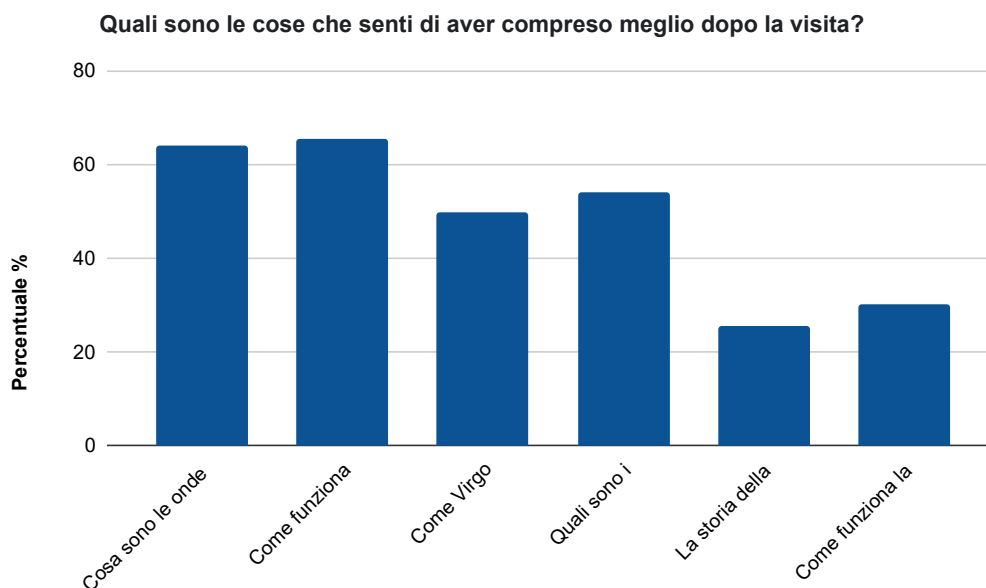


Figura 27: distribuzione percentuale degli aspetti che i partecipanti sentono di aver compreso meglio dopo la visita

È importante considerare che queste valutazioni rappresentano la percezione dei visitatori e potrebbero non necessariamente riflettere una comprensione dell'esperienza.

Questi risultati sono utili per l'istituzione poiché consentono di confrontare le percezioni del pubblico con gli argomenti principali trattati durante la visita, verificando se si allineano tra di loro. Inoltre, forniscono una visione più completa sull'impatto percepito dal pubblico in relazione alla trasmissione di informazioni avvenuta durante l'esperienza. Questo confronto può anche aiutare l'istituzione ad individuare punti di forza e debolezza nei contenuti proposti, consentendo una valutazione orientata al costante miglioramento dell'offerta di visite.

Tuttavia, nell'ambito di questo lavoro, ciò che risulta particolarmente interessante è che questi risultati indicano che il pubblico percepisce di aver arricchito la propria comprensione informativa su vari temi rilevanti legati a Virgo e alle onde gravitazionali.

## Che cosa i partecipanti hanno apprezzato di più?

I risultati mostrano una netta predominanza, con il 71% dei voti, della risposta riguardante l'esplorazione di un luogo unico.

Un'altra percentuale significativa (62.8%) è stata riscontrata nell'aspetto dell'apprendimento, con un alto interesse a imparare nuove informazioni.

Un terzo dei partecipanti (33.8%) ha affermato di aver apprezzato la partecipazione ad un'attività di gruppo.

D'altra parte, una percentuale relativamente bassa è stata assegnata all'incontro con gli scienziati (18.2%) e l'interazione con gli exhibit (1.8%).

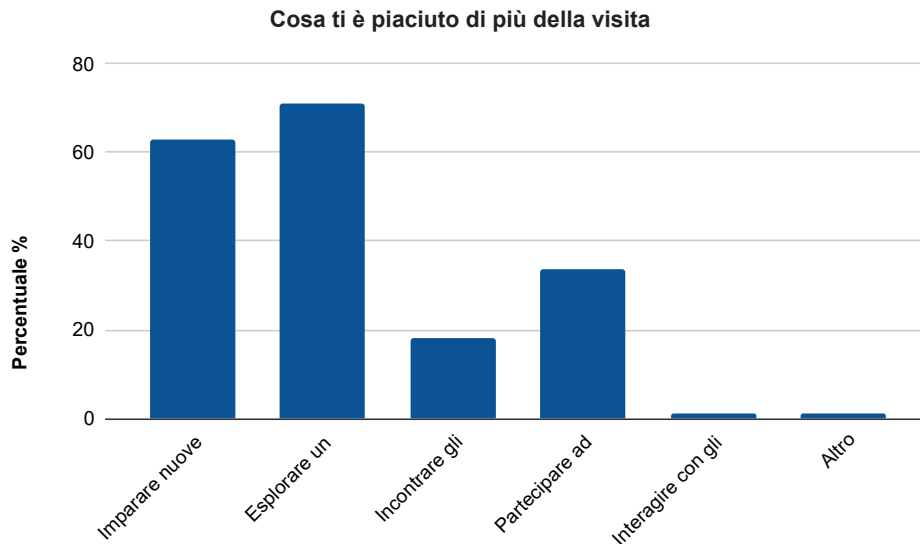


Figura 28: distribuzione percentuali degli aspetti della visita che i partecipanti hanno apprezzato di più

In testa alle preferenze vi è dunque l'esplorazione di un luogo unico. Questo enfatizza notevolmente l'importanza del contesto fisico: il solo fatto di essere nell'unico Osservatorio di onde gravitazionali europeo è un valore aggiunto per le persone. L'esperienza di poter vedere ed entrare personalmente in questi luoghi, come i due enormi tunnel che si estendono nella campagna pisana, rappresenta un elemento intrinseco ma distintivo di questa visita, differenziandola da qualsiasi altra esperienza di visita guidata.

Una percentuale comparabile è stata attribuita alla soddisfazione nell'apprendere nuove informazioni, indicando chiaramente l'importanza dell'aspetto informativo della visita.

L'esperienza di attività di gruppo ha ottenuto una discreta percentuale e questo potrebbe suggerire una riflessione su come creare un'esperienza di visita in cui i visitatori si sentano maggiormente coinvolti e partecipi.

Le risposte meno favorite, come "incontrare gli scienziati" e "interagire con gli exhibit", evidenziano alcune criticità nella visita. La bassa percentuale relativa agli exhibit solleva interrogativi e suggerisce la necessità di una revisione o di un miglioramento nella valorizzazione di tali elementi. Ci sono esser stati diversi fattori che potrebbero aver influito. Innanzitutto, come detto precedentemente, uno degli exhibit, l'installazione dello spaziotempo, è stato inattivo per circa un mese. Inoltre, è anche possibile che la comprensione della domanda sia stata un altro fattore; ad esempio, coloro che hanno compilato il questionario potrebbero non aver chiaro il significato specifico di "exhibit", come riferito all'installazione dello spaziotempo, ai modellini d'interferometro, e cartonati per foto, ecc. Pertanto, potrebbe essere utile rivedere la formulazione della domanda per esplicitare meglio il concetto di exhibit. In alternativa, può darsi che semplicemente questi exhibit hanno suscitato poco interesse e pertanto è essenziale considerare una revisione o esplorare strategie per renderli più accattivanti.

## Quanto sei d'accordo con le seguenti affermazioni?

I grafici seguenti illustrano le valutazioni ottenute per ciascuna dichiarazione.

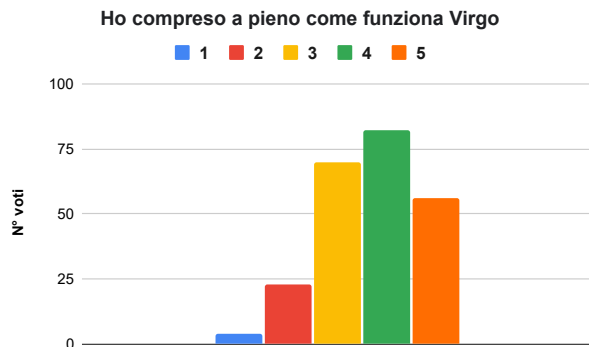


Figura 29:

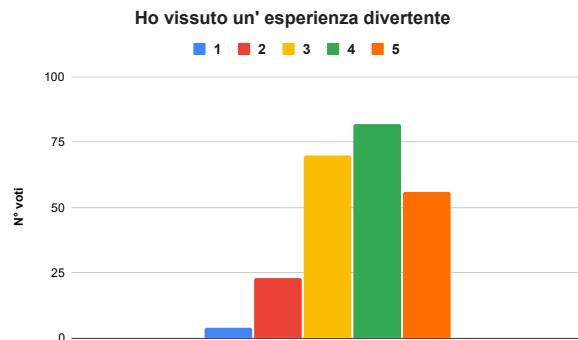


Figura 30:

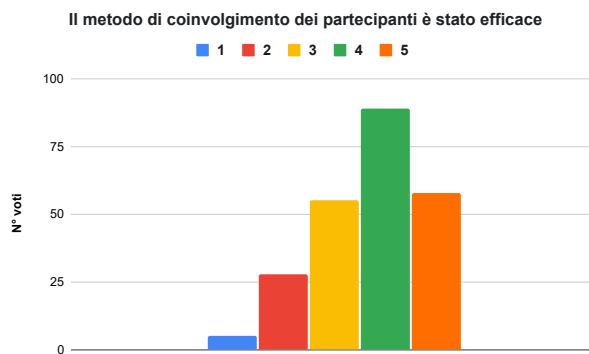


Figura 31

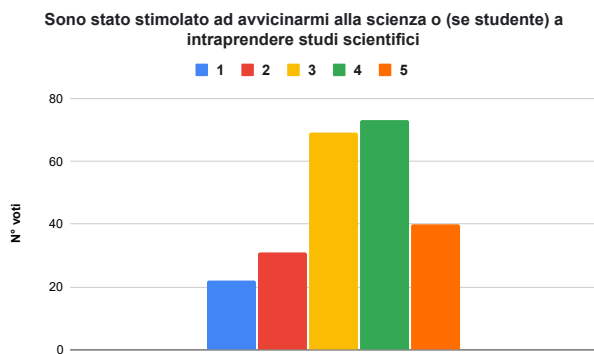


Figura 32

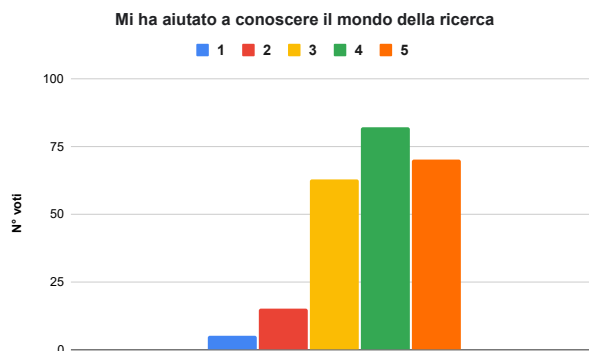


Figura 33



Figura 34

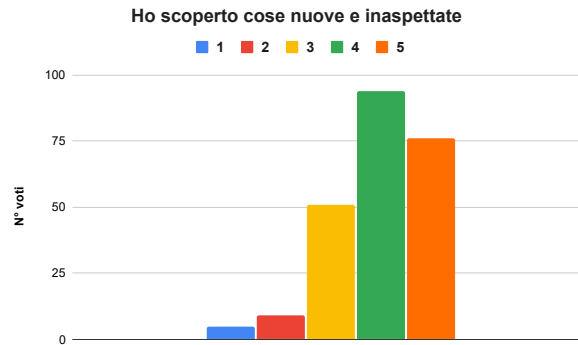


Figura 35

I grafici mostrano i voti ottenuti per ciascuna affermazione.

Come si osserva chiaramente da questi istogrammi, i risultati di questa sezione del sondaggio riflettono un apprezzamento complessivamente positivo dell'esperienza offerta. Per una comprensione più approfondita, procederemo ad analizzarli dettagliatamente, suddividendoli nelle tre distinte categorie di approcci di visita, come definite nel piano di comunicazione di EGO/Virgo riguardo al ruolo delle visite guidate.

Al fine di ottenere una panoramica più completa delle risposte e consolidare alcuni concetti, questi risultati saranno anche correlati con quelli ottenuti nelle due sezioni precedenti.

## Informativo

L'affermazione che ha ottenuto la valutazione più alta, con media dei voti pari a 3.97 è "*Ho scoperto cose nuove e inaspettate*", evidenziando che la sorpresa e l'elemento di novità sono stati aspetti chiave dell'esperienza.

Inoltre, incorporando i risultati ottenuti nella sezione dedicata a ciò che i partecipanti hanno maggiormente apprezzato (Figura 28) che fanno emergere l'interesse per l'apprendimento, si può sottolineare ulteriormente l'importanza attribuita dai visitatori nel ricevere nuove conoscenze.

Anche l'affermazione "*Ho compreso a pieno come funziona Virgo*" è stata valutata positivamente, con media di 3.69, indicando una percezione di comprensione soddisfacente del funzionamento dell'interferometro Virgo. Questo risultato è significativo poiché il racconto centrale della visita guidata riguarda il funzionamento di Virgo e l'intera esplorazione delle aree sperimentali di è orientata verso questo obiettivo.

L'analisi congiunta di queste due informazioni, insieme ai risultati precedenti riguardanti le percezioni dei visitatori sulle tematiche meglio comprese (Figura 27), evidenzia chiaramente che la visita presenta una rilevante componente informativa.

L'affermazione "Sono stato stimolato ad avvicinarmi alla scienza o, se studente, a intraprendere studi scientifici" ha ottenuto una valutazione media inferiore rispetto alle altre (3.33), ma che rivela pure sempre una maggioranza di adesione a un'affermazione 'forte' in termini di engagement positivo verso i temi, la proposta culturale e addirittura nel caso degli studenti mediante la proposta educativa/professionale suggerita.



## **Esperienziale (turistica/culturale)**

L'affermazione "*Mi ha aiutato a conoscere il mondo della ricerca*" ha ricevuto una valutazione media di 3.84, sottolineando l'efficacia della visita nel fornire al pubblico una migliore comprensione del mondo della ricerca. Questo è un altro risultato significativo in quanto dimostra che i visitatori sono stati avvicinati a una realtà distante dalla loro vita quotidiana, aprendo loro le porte di un mondo nuovo.

Unendo questi dati a quelli ottenuti nella sezione precedente, in cui è emerso che l'aspetto più apprezzato dai visitatori è trovarsi in un luogo unico (Figura 28), si evidenzia chiaramente l'importanza di vivere un'esperienza unica e diversa. Questo aspetto esperienziale si pone su un piano paritario rispetto a quello informativo, confermando l'equilibrio tra i due elementi nella percezione complessiva dei visitatori.

La dichiarazione "*Ho riscontrato una comunicazione innovativa*" ha ottenuto una valutazione media di 3.38, indicando che la maggioranza dei visitatori ha percepito un approccio comunicativo innovativo in questo tipo di esperienza. Ciò evidenzia come, dal punto di vista della comunicazione, una visita guidata possa differenziarsi significativamente da ciò che è tipico in un museo, uno science center o un evento di divulgazione/comunicazione esterno al contesto del centro di ricerca.

## **Edutainment (Intrattenimento)**

La dichiarazione "*Ho vissuto un'esperienza divertente*" ha ottenuto una media dei voti pari a 3.73, indicando che la maggior parte ha trovato l'esperienza divertente, evidenziando un impatto positivo sull'engagement dei visitatori.

La valutazione media di 3.71 per l'efficacia del metodo di coinvolgimento conferma che esso ha funzionato complessivamente bene, sebbene possa essere migliorato per favorire un coinvolgimento ancora più dinamico.

Sebbene queste valutazioni siano positive, collegandole alle risposte della sezione riguardante gli aspetti della visita più apprezzati, emerge che questo approccio potrebbe essere meno rilevante rispetto ad altri aspetti. Infatti, dai risultati precedenti è chiaro che migliorare e valorizzare gli exhibit, oltre a coinvolgere maggiormente i partecipanti in attività di gruppo, può potenziare l'aspetto ludico e l'"imparare divertendosi" della visita.

## Quanto conosci Virgo? Prima e dopo la visita

Nel grafico abbiamo rappresentato il conteggio di ciascun voto assegnato. I voti prima della visita sono indicati in rosso, mentre quelli dopo sono in blu. Questo confronto diretto permette di osservare l'andamento e le differenze prima e dopo la visita.

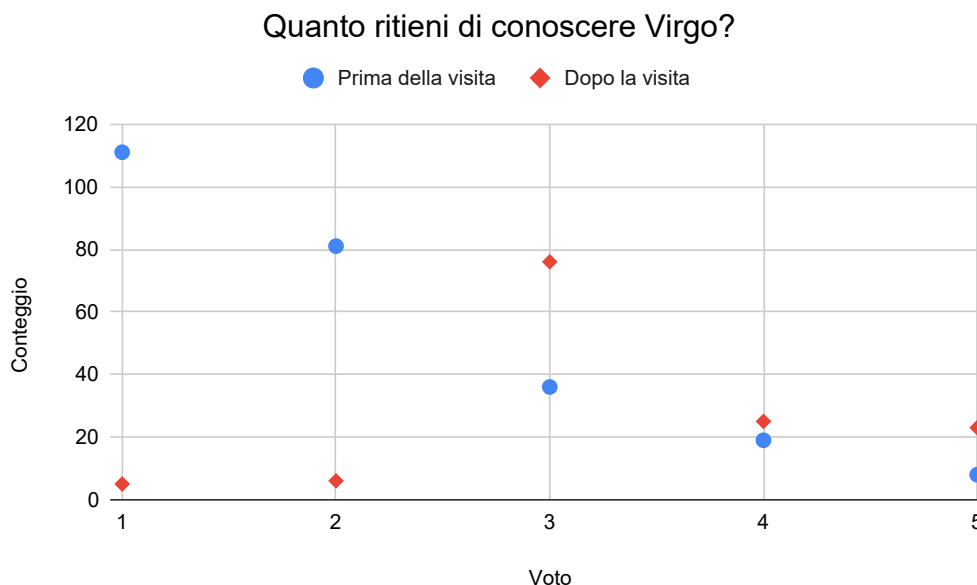


Figura 36 : grafico che mostra l'andamento della percezione dei visitatori di conoscere Virgo prima (in blu) e dopo (in rosso) la visita.

L'analisi globale del livello di conoscenza di Virgo evidenzia un chiaro cambiamento prima e dopo la visita. Tale andamento suggerisce chiaramente che la visita ha giocato un ruolo significativo nell'incremento della conoscenza di Virgo da parte dei partecipanti. Pur non essendo possibile specificare esattamente gli ambiti in cui si è manifestato questo arricchimento, poiché si tratta di una valutazione complessiva, la variazione positiva indica che la visita ha o ha influenzato positivamente la percezione dei partecipanti rispetto alle proprie conoscenze su temi trattati e al centro di ricerca. Questo cambiamento post-visita costituisce un promettente indicatore dell'impatto positivo della visita stessa.

## La visita ha soddisfatto le tue aspettative iniziali?

Il 58.1% dei partecipanti ha espresso un alto grado di soddisfazione, affermando che la visita ha decisamente soddisfatto le loro aspettative, mentre il 36.9% ha indicato un livello positivo di soddisfazione con un "più sì che no". Le risposte negative sono risultate nettamente inferiori, con solo un 4.2% che ha affermato "più no che sì" e lo 0.8% che ha indicato "decisamente no". Questi risultati sono riportati nel grafico a torta.



*Figura 37: Distribuzione percentuale delle risposte dei visitatori in merito alla soddisfazione delle proprie aspettative durante la visita.*

I risultati riflettono un livello significativo di soddisfazione da parte della maggioranza dei visitatori, con una percentuale considerevole che ha indicato una chiara soddisfazione. La presenza di risposte negative è relativamente bassa ma comunque è importante tenerla in considerazione e questo potrebbe essere oggetto di ulteriori indagini per comprendere meglio la loro natura.

Si conclude comunque che la valutazione complessiva riguardo la soddisfazione delle aspettative iniziali della visita è riuscita globalmente a incontrare le aspettative della maggior parte dei partecipanti.

## Suggerimenti

Le risposte provenienti da questa domanda aperta possono essere classificate in diverse categorie, ognuna delle quali svela macrotemi chiaramente distinti. Di seguito sono riportate alcune delle risposte più dettagliate e rappresentative, che sintetizzano le osservazioni più ricorrenti.

### **Visualizzare le tecnologie avanzate dietro lo strumento**

*“Avrei voluto scendere nell' area beamsplitter e fotodiodi di rilevamento.”*

*“Sarebbe bello poter vedere gli array del rivelatore, anche se non direttamente.”*

Emerge il desiderio dei visitatori di poter esplorare più a fondo le aree sperimentali, evidenziando al contempo la notevole sfida che sorge nel consentire l'accesso a un laboratorio. In un centro di ricerca, dove sono in corso esperimenti attivi, alcune zone non sono accessibili durante le visite a causa della natura stessa dell'attività in corso. Tuttavia, dalle risposte ricevute si evince che i visitatori potrebbero aspettarsi di poter osservare le aree centrali in cui prende vita l'esperimento. Questo rappresenta una problematica intrinseca alle visite guidate in laboratori scientifici, costituendo una delle sfide più complesse da affrontare.

### **Visita più “hands-on” e più interattive**

*“Aggiungerei qualche modellino/modello 3D anche virtuale dei sistemi usati per isolare le vibrazioni e dei sistemi ottici magari enfatizzandone evoluzione e miglioramenti nel tempo.”*

*“Sarebbe stato interessante, se disponibile, vedere la registrazione della rilevazione strumentale di almeno un episodio di manifestazione di onde gravitazionali.”*

*“Sarebbe “giocare” con la fisica: per esempio usare il telo nero e la massa per capire la curvatura dello spaziotempo oppure usare un interferometro (sotto opportune guide) per fare una misura, oppure provare ad elaborare dei dati veri per sperimentare il lavoro del ricercatore.”*

I visitatori manifestano chiaramente il desiderio di una visita più interattiva. Non solo la visita ha suscitato la loro curiosità, ma vogliono anche essere protagonisti dell'esperienza, desiderando mettere le mani nella pratica e immergersi nella prospettiva del ricercatore. Inoltre, esprimono l'interesse per il supporto di materiale interattivo che consenta loro di visualizzare concetti o fenomeni che non sono direttamente osservabili durante la visita. Ad esempio, chiedono la possibilità di accedere a simulazioni del rivelamento di un segnale gravitazionale, andando oltre il racconto.

## **Incontrare gli scienziati e comprendere il lavoro nel campo della ricerca**

*“Mi sarebbe piaciuto incontrare ed interloquire con dei ricercatori.”*

*“Visitare più a lungo la control room, per visualizzare insieme agli scienziati gli strumenti di analisi, i softwares utilizzati, i dati raccolti e chiedere loro ulteriori domande tecniche sul rilevamento delle onde.”*

*“Ho accompagnato una classe e come insegnante mi sarebbe piaciuto che i miei studenti avessero avuto modo di conoscere interagire maggiormente con i ricercatori di Virgo perché questa esperienza desse modo ai ragazzi di capire anche come si svolge la ricerca oggi in un laboratorio internazionale, quali studi e quali prospettive ci sono per chi sceglierà le materie STEM.”*

*“Sarebbe stato utile (per le esigenze di un ragazzo in dubbio sull'università come me) vedere esattamente come si svolge il lavoro sul campo.”*

Alcuni visitatori mostrano un interesse esplicito nell'instaurare una connessione più diretta con gli scienziati della collaborazione, desiderando ampliare la loro percezione di questo nuovo mondo della ricerca attraverso un'interazione più approfondita con diversi esperti. In particolare, è degno di nota il focus su commenti provenienti da insegnanti e studenti, in quanto rappresentano un target particolarmente significativo. Emerge da parte loro una necessità ben precisa: comprendere cosa significhi lavorare nel campo della ricerca, con uno sguardo orientato verso una possibile scelta per il loro futuro universitario.

## 6.2 Analisi del focus group

### Motivazioni per condurre le visite guidate

Il primo tema che ho voluto esplorare riguarda le motivazioni personali che spingono questi scienziati a dedicare parte del loro impegno e tempo all'outreach, in particolare all'attività di visite guidate.

La maggioranza dei partecipanti ha espressamente condiviso la propria soddisfazione personale derivante dal coinvolgimento in quest'attività:

*"È una cosa piacevole. Per me è una soddisfazione personale, soprattutto quando ci sono gruppi che ascoltano e a cui trasmetti qualcosa. Anche il fatto di aver imparato a comunicare e trasmettere informazioni in modo semplice, per me è una soddisfazione personale." (I. femmina, ricercatrice)*

*"Sento di fare qualcosa di utile, non solo a Virgo, ma anche a livello sociale. Sento che sto donando qualcosa a persone che non avevano queste informazioni prima, apprezzo particolarmente questo tipo di scambio empatico. Lo trovo molto energizzante anche per il mio lavoro: torno a lavorare più motivata e carica." (L. femmina, dottoranda)*

Altri partecipanti, unendosi a queste risposte, hanno aggiunto:

*"Mi diverto a farlo e lo faccio anche per il training. Le cose che so adesso sono molto di più di quelle che sapevo all'inizio. Fare la guida mi spinge ad avere un'idea più chiara dell'interferometro e del sistema in generale. Quindi, nel complesso, è interessante farlo." (P. maschio, ricercatore)*

*"Anch'io la vedo come un training. In particolare, visto che ho cominciato anche da poco il dottorato, la considero un allenamento a parlare in pubblico e a imparare a esprimermi." (M. maschio, dottorando)*

Da queste risposte si evince che la soddisfazione delle guide deriva sia dal senso di realizzazione nell'offrire nuove conoscenze a chi non le possiede, specialmente quando si tratta di giovani ragazzi, sia dalla gratificazione personale di imparare a comunicare concetti complessi in modo accessibile. Inoltre, alcuni considerano questa attività come un metodo interessante per mantenersi costantemente informati sullo stato complessivo dell'interferometro.

### Obiettivi primari della visita guidata

Dopo aver esplorato le motivazioni personali, mi sono dedicata a indagare quali siano, secondo le guide, gli obiettivi principali e fondamentali per i quali vengono offerte le visite guidate.

Ecco la prima risposta ottenuta che è stata condivisa all'unanimità:

*"Diffondere il pensiero scientifico nella società in senso generale, non solo per affascinare gli studenti, ma anche per cercare di promuovere una cultura scientifica." (P. maschio, ricercatore)*

Tutti i membri concordano che l'obiettivo primario consista nella promozione della cultura scientifica a livello sociale.

Inoltre, tutti i partecipanti concordano sull'importanza di svolgere le visite guidate presso il centro di ricerca per promuovere la visibilità di Virgo:

*"Penso anche che sia un'attività importante per far conoscere Virgo alle scuole." (C. femmina, ricercatrice)*

*"La motivazione generale è dare visibilità alle nostre attività e agli esperimenti attuali." (V. maschio, ricercatore).*

In particolare, quest'ultimo ricercatore afferma che uno degli obiettivi è anche quello di avvicinare i giovani a questo ambito di ricerca:

*"L'altro motivo è cercare di coinvolgere persone in questo settore di ricerca, chiaramente il più possibile. Vogliamo soprattutto incentivare i giovani a studiare fisica, iscriversi a fisica e magari dar loro la spinta a lavorare nel nostro campo." (V. maschio, ricercatore).*

### **Aspettative dei visitatori**

In questa fase del focus group, l'attenzione è stata rivolta verso i visitatori.

È stato chiesto alle guide di esprimere le loro opinioni riguardo le aspettative che i visitatori potrebbero nutrire prima di quest'esperienza a Virgo.

*"Credo che abbiano aspettative diverse, in base al pubblico: i ragazzi delle superiori avranno sicuramente delle aspettative diverse rispetto agli astrofili. Immagino che gli astrofili avranno estremo interesse e tante curiosità a capire come funziona lo strumento, e alla fisica che c'è dietro. Invece, i ragazzi delle scuole superiori, che sono trascinati quasi alla visita dalle insegnanti, possono avere anche meno interesse." (M. A., femmina, dottoranda)*

*"Tutti si aspettano di rimanere stupiti, di veder cose che non hanno mai visto. Hanno la curiosità verso qualcosa di esotico." (V. maschio, ricercatore)*

*"Penso che le persone vogliono vedere il luogo dove gli scienziati mettono mano, vedere l'ambiente scientifico. Si aspettano di capire le cose che vengono fatte. Di trovare qualcuno che gli spieghi le cose, magari cose che hanno sentito, video che hanno visto." (L. femmina, dottoranda)*

*"Sono anche curiosi di sapere come vive uno scienziato e di conoscere e parlare con gli scienziati stessi. Magari si aspettano di trovare tutti Einstein e poi scoprono che gli scienziati sono persone normali." (I., femmina, ricercatrice)*

Le guide presentano dunque opinioni variegata e prospettive interessanti. Molti manifestano una forte consapevolezza sull'importanza del luogo fisico, riconoscendo che tutti i visitatori, indipendentemente dalla motivazione che li ha spinti a visitare l'Osservatorio, giungono con l'aspettativa di rimanere stupiti. Affermano che il senso di



fascino è attribuibile anche alla presentazione di una realtà diversa dalla quotidianità e dalla possibilità di mostrare l'ambiente scientifico, soddisfacendo la curiosità dei visitatori riguardo ai luoghi dove si svolge la ricerca e alle dinamiche della pratica scientifica in diretta. Altri aggiungono che gli ospiti arrivano anche con l'aspettativa di incontrare gli scienziati e osservare una loro tipica giornata lavorativa.

### **Indicatori d'attenzione e soddisfazione dei visitatori**

Proseguendo, ho indagato se esistessero segnali ai quali le guide prestano attenzione per comprendere se i visitatori sono coinvolti, stanno comprendendo e sono soddisfatti. In caso affermativo, quali sono tali segnali?

I ricercatori attribuiscono particolare importanza alle domande e alla curiosità, considerandoli fattori molto indicativi.

*"Un indicatore significativo è quanto partecipano con domande e curiosità." (I. femmina, ricercatrice)*

Anche la disposizione fisica dei visitatori attorno alla guida è considerata un elemento indicativo da molti:

*"Noto la distanza tra i vari membri del gruppo. Alcuni sono vicini, altri devi chiamarli. Questo è anche un feedback per capire se sono interessati." (R. maschio, ricercatore)*

Inoltre, c'è chi sostiene di osservare attentamente se i visitatori partecipano quando vengono coinvolti:

*"Capita che li coinvolgo a fare qualcosa tutti insieme, come ad esempio saltare intorno al modellino per creare rumore, e vedo se partecipano volentieri." (P. maschio, ricercatore)*

I dottorandi propongono una prospettiva diversa, soprattutto per quanto riguarda le visite di scuole. Per loro, le domande sono indicative solo se vengono poste ma, al contrario, se assenti, non le interpretano come segnali di disinteresse. Questo forse perché conservano un ricordo più recente della scuola e si sentono più vicini agli studenti, specialmente a coloro che, sebbene interessati, potrebbero evitare di fare domande per timidezza. Per queste giovani guide, uno degli indicatori più significativi è rappresentato dagli sguardi e affermano che attraverso il contatto visivo cercano di percepire se i visitatori sono attenti, coinvolti o, al contrario, annoiati.

*"L'assenza di domande non significa necessariamente disinteresse. Personalmente, al liceo, non avevo il coraggio di fare domande a uno sconosciuto ma ero comunque interessato." (M. maschio, dottorando).*

*"Una classe che ho avuto ha posto un numero di domande molto più basso rispetto alla media. Tuttavia, notavo comunque un atteggiamento equamente partecipe, forse attraverso gli sguardi. Di solito presto molta attenzione a quanti mi osservano attentamente." (L. femmina, dottoranda)*

Dopo aver ricevuto queste risposte, è sorto spontaneo inserire un'ulteriore domanda nel corso del focus group, chiedendo come le guide si impegnano per attirare l'attenzione dei visitatori:

*“L' ironia è potente, ma va usata con saggezza, non è facile. Le nostre storie non sono naturalmente umoristiche. Se racconto una storia, ad esempio, è più facile trovare aneddoti e situazioni divertenti. Ma nel caso delle nostre tematiche scientifiche è più complicato, quindi non è altrettanto efficace. Tuttavia, una frase ironica può essere potente nel catturare l'attenzione della gente.”* (V. maschio, ricercatore)

*“Vedo che è efficace quando coinvolgi fisicamente le persone, come nel caso di farli saltare. Funziona bene con le persone che sembrano distanti. Anche quando fai gesti o, ad esempio, sistemi il modellino dell'interferometro, riporti l'attenzione.”* (P. maschio, ricercatore)

*“Cerco un feedback attivo, magari pongo loro una domanda, ma non con l'intenzione di interrogarli. Ad esempio, chiedo: "Vi è chiaro questo concetto, oppure ho bisogno di spiegarlo meglio? E vedo se reagiscono.”* (L. femmina, dottoranda)

### **Percezione complessiva sulla soddisfazione dei visitatori a fine visita**

Successivamente, è stato domandato alle guide quale fosse la loro impressione generale sulla soddisfazione dei visitatori al termine della visita e in particolare, cosa pensano che i visitatori portino con sé, in termini di emozioni, bagaglio culturale, idee, dopo questa visita.

*“La risposta varia molto. A volte ci sono persone entusiaste e altre la reazione è totalmente piatta. Ci sono casi in cui le persone sembrano entusiaste ma non dimostrano una reale comprensione del racconto, altri in cui potrebbero essere affascinati semplicemente dall'impresa. C'è anche chi rimane estasiato perché aspira a capire un giorno: "Non so niente adesso, ma devo cercare libri per capire qualcosa in questa materia", evidenziando che non avevano conoscenza iniziale del tema.”* (P. maschio, ricercatore)

*“Dall'atteggiamento sveglio a fine visita, se magari discutono tra di loro di quanto hanno appreso. Questa è la mia percezione personale, poiché è difficile fornire una valutazione oggettiva su cosa si portino a casa, ma le espressioni di ringraziamento alla fine riflettono il loro livello di soddisfazione.”* (S. femmina, ricercatrice)

Invece, c'è chi esprime perplessità riguardo a tali risposte, contraddicendo:

*“Difficile distinguere tra i complimenti di cortesia e la verità. In generale, è un po' difficile capire se sono davvero soddisfatti quando termina la visita.”* (V. maschio, ricercatore)

### **Approcci della visita: informativo, culturale, intrattenimento**

In questa fase del focus group ho approfondito la mia indagine sulla percezione delle guide riguardo all'attuale svolgimento delle visite guidate e nello specifico, sui tre approcci precedentemente definiti: informativo, culturale e intrattenimento. Ho chiesto loro di riflettere su come le visite guidate vengano attualmente condotte, identificando gli elementi informativi, se ritenuto presente, valutando l'importanza dell'aspetto ludico.

*“Riguardo all'aspetto ludico, penso che dipenda molto dalla guida e dalla sua capacità di rendere divertente la visita. Questo è importante, specialmente quando si tratta di ragazzi che potrebbero non essere interessati inizialmente, ma che possono scoprire l'argomento*

*in modo interessante e curioso. L'aspetto informativo è sicuramente presente, anche pensando alle motivazioni che abbiamo menzionato all'inizio, cioè che durante la visita si ha l'opportunità di parlare di scienza e far conoscere questo campo alle persone.” (M. A. femmina, dottoranda)*

*“Spesso ci troviamo a offrire entusiasmo generale senza fornire qualcosa di concreto e utilizzabile. La vastità e la complessità degli argomenti, come le onde gravitazionali e il tessuto spazio-temporale, rendono difficile la trasmissione di contenuti informativi chiari. Inserire elementi più pratici e utilizzabili potrebbe aggiungere valore, specialmente per le scuole. Altrimenti, il contenuto informativo risulta basso, così come l'aspetto ludico. È un'esperienza culturale, simile a un'uscita a teatro come tipo di esperienza culturale, più o meno.” (V. maschio, ricercatore)*

*“Quanto è importante l'aspetto ludico? Secondo me, è essenziale. Personalmente, imparo molto meglio quando posso sperimentare giocando. Cerco sempre di inserire elementi ludici nelle visite, come inviti a esplorare l'ambiente in modo divertente, utilizzando i sensi per sperimentare una cosa. È essenziale, non è solo importante.” (M. maschio, dottorando)*

*“Cerco di trasmettere il mio divertimento in quel momento, è il mio approccio alla situazione e al mio modo di essere. Cerco di rendere l'esperienza divertente, focalizzandomi su concetti semplici che la gente può portare a casa. Se stai insegnando, devi farlo bene, altrimenti rischi di allontanare le persone che pensano di aver capito qualcosa che in realtà non hanno capito. Certamente, non cerco di fornire una chiara comprensione di tutto, ma cerco di far percepire loro di aver appreso qualcosa su due o tre concetti.” (P. maschio, ricercatore)*

*“Le parti più informative sono quelle in cui si interagisce con oggetti reali, come i modellini, il pendolo e il tubo. Permettendo alle persone di toccare e vedere, si creano momenti informativi che rimangono con loro. L'aspetto ludico è importante soprattutto per i giovani.” (L. femmina, dottoranda)*

Come emerge da queste risposte, la discussione sugli approcci differenziati alle visite risulta estremamente interessante, promuovendo un dibattito costruttivo e stimolando tutti i partecipanti a una riflessione approfondita su questi tre aspetti. Emergono anche atteggiamenti distinti tra le guide più giovani e quelle più esperte.

Alcuni ricercatori considerano l'esperienza di visita più un'occasione culturale, dove i visitatori acquisiscono un'idea generale di ciò che hanno osservato, anche comprendendo qualche di concetti di fisica, ma non per questo la considerano un'esperienza informativo in cui stanno effettivamente insegnando la fisica in modo formale. In generale, attribuiscono maggiore peso alla visita dal punto di vista esperienziale, mettendo in secondo piano gli elementi informativi e ludici.

D'altra parte, le guide più giovani attribuiscono maggiore importanza agli aspetti informativi, ritenendo che siano presenti anche solo per il fatto che nella si parla di scienza e si offre l'opportunità di osservare e toccare parti dell'esperimento. Tuttavia, ritengono di cruciale importanza l'aspetto ludico, soprattutto per i ragazzi che partecipano in gita scolastica e non in modo volontario. Per loro, imparare divertendosi può risultare più efficace.

## Elementi da Conservare e Modificare nell'Esperienza di Visita

In questo contesto, il dottor Napolano ha sollevato il seguente interrogativo: *“C'è qualcosa che avvertite come assente durante la visita? Vi è qualche elemento che non vorreste mai eliminare? Qualcosa che ritenete fondamentale e che, nella struttura attuale della visita, non rinuncereste mai ad includere?”*

Le guide, in particolare quelle con una lunga esperienza e anni di attività, concordano sull'importanza di poter esplorare le parti del rivelatore. Come descritto nella sezione dedicata allo svolgimento delle visite guidate, le componenti di Virgo sono collocate all'interno delle torri in un vuoto ultra-alto, rendendo impossibile una visione diretta.

Riportiamo di seguito la seguente risposta che è condivisa da tutte le guide, comprese quelle con minore esperienza in quest'attività:

*“Per quanto riguarda ciò che non vorrei mai eliminare, ci sono diverse cose. Ad esempio, nella visita al detector vero e proprio, forse manca la possibilità di vedere i dettagli ottici. Ad esempio, vedere il laser da fuori attraverso una finestra con un filtro farebbe una grande differenza. Questo potrebbe essere migliorato permettendo loro di vedere le vere componenti dell'Interferometro, come i cilindri e i prototipi, senza dover fare un grande salto concettuale tra ciò che vedono e la realtà. Magari potrebbero essere incluse immagini delle telecamere interne su uno schermo vicino, permettendo loro di capire meglio come sono fatte le parti interne. Questo renderebbe l'esperienza più interattiva e informativa. Inoltre, la possibilità di vedere cosa accade all'interno del tubo durante la visita potrebbe essere una preziosa aggiunta.”* (V. Uomo, ricercatore)

### Visita più interattiva?

La risposta precedente fornisce una transizione naturale per porre alle guide la successiva domanda riguardo la loro opinione sulla possibilità che la visita diventi più interattiva, incluso l'introduzione di esperienze laboratoriali guidate direttamente dai visitatori.

Riportiamo di seguito le loro risposte:

*“Sì, sarebbe meglio se ci fossero momenti interattivi, anche se non è facile farli rientrare nei tempi della visita soprattutto se la visita supera le due ore, diventa difficile per noi guide e anche per loro”* (S. femmina, ricercatrice)

L'unanimità tra tutti è che l'idea di rendere la visita più interattiva potrebbe essere interessante e apportare un valore aggiunto, ma vi è consapevolezza del potenziale problema, considerando che l'aggiunta di attività interattive o laboratori potrebbe prolungare la durata già di due ore della visita, rendendola eccessivamente impegnativa.

Per tale ragione, alcuni membri avanzano alcune proposte, suggerendo l'inserimento di elementi interattivi come l'installazione spaziotemporale:

*“Un'idea potrebbe essere quella della saletta con la simulazione dello spaziotempo. Quella è considerata un'esperienza interattiva e rientra nella categoria di laboratorio, poiché i visitatori vi partecipano attivamente. Anche proposte più semplici, ma coinvolgenti, possono funzionare.”* (C. femmina, ricercatrice)

Anche se non si tratta di un vero e proprio laboratorio, secondo le guide, un exhibit come l'installazione spaziotemporale risulta comunque interattivo poiché coinvolge attivamente i visitatori, i quali deformano con i loro corpi il tessuto dello spaziotempo e ne osservano gli effetti. Sugeriscono dunque di pensare ad introdurre qualche altro exhibit interattivo simile.

### **Adattare i contenuti e il linguaggio delle visite al profilo dei visitatori**

Nell'ultima domanda, ho chiesto ai partecipanti di condividere se, in generale, cercano di personalizzare i contenuti e il linguaggio delle loro visite, adattandoli in corso d'opera in base al profilo dei visitatori. Questo perché molto spesso la guida si ritrova a dover gestire un pubblico estremamente variegato, che comprende studenti delle scuole superiori, universitari, appassionati di astronomia e persone motivate dalla pura curiosità, oltre a turisti di passaggio a Pisa.

*“Ciò sarebbe auspicabile, ma nella pratica, all'interno della stessa visita, è una sfida complessa.” (V. maschio, ricercatore)*

*“Se i visitatori sono più esperti e presentano domande che conducono a argomenti specifici, ci adattiamo in modo naturale. Tuttavia, la variazione del linguaggio in base all'età è complicata, poiché non sempre è chiaro quali termini utilizzare.” (C. femmina, ricercatrice)*

*“A volte ci sono domande non pertinenti, altre volte ci sono persone con competenze specifiche che fanno domande più avanzate. I contenuti e i linguaggi non sono facilmente adattabili a un ampio range di persone.” (I. femmina, ricercatrice)*

Le guide riconoscono che adattare il linguaggio e i contenuti delle visite in base al profilo dei visitatori rappresenta una sfida complessa. Il range di diversità è ampio, portandole a offrire sostanzialmente la stessa esperienza di visita a tutti, differenziandosi eventualmente solo quando si pongono domande specifiche. Considerano questo problema come un ostacolo presente, ma non di facile soluzione e infatti non propongono idee o suggerimenti su come affrontarlo.

### **Considerazioni emerse dal focus group**

In linea generale, durante il focus group è emerso che le guide dimostrano una consapevolezza generale sia degli obiettivi che dei punti di forza di questa attività, ma anche e soprattutto sulle problematiche e le sfide ancora aperte. Inoltre, il focus group si è rivelato un momento di dibattito costruttivo. Non solo ha contribuito a consolidare una consapevolezza generale, ma ha anche generato idee e suggerimenti interessanti da parte delle guide, proiettandosi verso possibili sviluppi futuri.

## 8. Conclusioni

Questa tesi si è focalizzata sull'esplorazione del significato intrinseco di visitare un grande laboratorio scientifico, studiando in particolare il caso di Virgo, l'interferometro di onde gravitazionali europeo.

I risultati di questo studio hanno messo in luce diversi aspetti che di seguito illustriamo in modo sintetico

### Conoscere il proprio pubblico

Quando un'istituzione di ricerca decide di impegnarsi nell'attività di public engagement, come l'organizzazione di visite guidate, la prima sfida che deve affrontare è quella di comprendere chi è il suo pubblico di riferimento. Questo è il punto di partenza per la scelta e la definizione del formato delle visite da offrire.

Nel caso di EGO e Virgo, il formato di visita guidata è stato tarato su un pubblico di non esperti, quali studenti delle scuole superiori e un pubblico generico non esperto, come delineato nel piano di comunicazione dell'istituzione.

I dati raccolti sui visitatori, attraverso le loro registrazioni e i moduli appositamente creati (Figura 12), confermano questo come target principale. Ulteriori informazioni emerse dal questionario di gradimento indicano che i visitatori sono perlopiù interessati alla scienza, ma non hanno una formazione specifica nel campo STEM né sono persone esperte di questo ambito (Figura 22). Tuttavia, anche questo pubblico di non esperti può presentare comunque una significativa diversificazione in termini di background formativo che di interessi. D'altra parte, emergono, seppur in percentuali minori, altre comunità, come gli studenti universitari (Figura 13) e gli astrofili (Figura 23), insieme a coloro che hanno dichiarato di voler visitare Virgo poiché sono coinvolti in studi e lavori relativi a questa ricerca, dimostrando così una competenza esperta nel campo (Figura 24). Target evidentemente diversi sono anche i gruppi scolastici delle scuole secondarie di primo grado o delle primarie. Anche le guide durante il focus group hanno segnalato di avere a che fare con target molto differenti tra loro.

Nel caso di EGO e Virgo, al momento sono stati realizzati formati di visita "ad hoc" per le scuole elementari e le scuole secondarie di primo grado, organizzando visite appositamente per questo specifico target.

In un contesto ideale, sarebbe vantaggioso sviluppare formati di visita diversificati, adattati a tutti i differenti tipi di target. Questo consentirebbe di personalizzare le modalità di comunicazione e l'offerta informativa in base alle specifiche esigenze del pubblico. Tuttavia, implementare quest'idea richiede uno sforzo notevole da parte dell'istituzione che organizza le visite, nonché un adeguato processo di formazione per le guide.

La nostra analisi sostanzialmente ha aperto a una riflessione più approfondita su una differenziazione ulteriore dei target delle visite e a una problematizzazione del tema di declinare o meglio interpretare un formato più o meno standard per pubblici con background e interessi diversi, per quanto tutti in qualche modo classificabili come pubblico generico di "non esperti". Durante il focus group, è stata esplorata anche la possibilità che le guide adattino il formato delle visite in corso d'opera, che al momento però risulta una sfida piuttosto complessa.

Emerge, ad ogni modo, con chiarezza l'importanza della costante raccolta di dati relativi alle visite al fine di valutare se l'attività proposta rimane coerente con il target principale di riferimento così come la necessità di un costante e aggiornato confronto e dialogo con le guide.

## **Complessità logistico-organizzative**

Aprire le porte di un grande laboratorio scientifico al pubblico significa anche dover affrontare continuamente problematiche da un punto di vista logistico-organizzativo. L'ingresso in un ambiente in cui la scienza è attivamente praticata implica vincoli logistici sia nell'organizzazione delle visite guidate che nella tipologia dei formati di visita offerti dall'istituzione. Infatti, le limitazioni di accesso a specifiche aree, i vincoli di movimento e la necessità di adattare le visite alle restrizioni operative dell'esperimento definiscono in gran parte la natura delle visite guidate, influenzando anche il tipo di attività che possono essere organizzate. Infatti, la natura delle attività offerte ai visitatori durante la visita è limitata, rendendo complessa l'implementazione di visite più "hands-on" o laboratoriali, come richiesto sia dai suggerimenti dei visitatori nei questionari che dalle guide durante il focus group.

Inoltre, la possibilità di gestire un flusso di persone nelle aree sperimentali è limitata e questo determina anche il numero di visitatori che possono essere accolti.

Il fatto che alcune parti delle aree sperimentali potrebbero non essere visibili per ragioni legate agli esperimenti in corso può impattare sull'esperienza complessiva dei visitatori (Figura 26).

Si conclude, dunque, che implementare le visite guidate significa per l'istituzione di ricerca affrontare tutti questi vincoli e richiede all'istituzione stesso un approccio attento e strategico al fine di garantire che i visitatori possano apprezzare la loro esperienza nonostante le problematiche logistiche e operative. Per fare ciò, è essenziale innanzitutto che il management abbia consapevolezza riguardo a tali problematiche. Dagli scambi avuti con l'Ufficio di Comunicazione e i ricercatori il caso di EGO e Virgo mostra una chiara condivisione di intenti tra il Management del Centro, i ricercatori e il gruppo di comunicazione che pianifica e gestisce le attività di visita. E questo rappresenta un punto di forza e un'indicazione positiva per analoghe esperienze.

## **Elementi della visita e impatto sui visitatori**

### **Esplorazione di un luogo unico**

Aprire le porte di un'infrastruttura di ricerca come Virgo attraverso le visite guidate significa poter offrire ai visitatori l'opportunità di vivere un'esperienza unica, perché consente loro di immergersi fisicamente nel luogo in cui la scienza è messa in atto.

Questo è uno dei risultati più evidenti emersi dal questionario di gradimento (Figura 28), nel quale i visitatori sottolineano che uno degli aspetti più apprezzati dell'esperienza sia l'opportunità di esplorare questo laboratorio scientifico unico.

Aprire le porte del laboratorio ai visitatori significa anche aprire le porte di un nuovo mondo, distante dalla loro quotidianità. Come emerso dai risultati dei questionari, le visite guidate aiutano il pubblico a conoscere il mondo della ricerca scientifica (Figura 33). Questo risultato riveste un'importanza significativa per l'istituzione, confermando che l'organizzazione di visite guidate rappresenta un efficace mezzo per avvicinare il pubblico alla sua ricerca.



Questa posiziona le visite guidate come un'attività unica nell'ambito di public engagement, differente da qualsiasi altro tipo di attività di comunicazione dell'istituzione, che potrebbero tenersi anche altrove. Questa distinzione, inoltre, consente all'Osservatorio di comunicare in modo innovativo la propria ricerca, come indicato nei questionari compilati dai partecipanti.

Il centro di ricerca può quindi contare grazie a quest'attività nella possibilità di rendere la comunicazione delle proprie ricerche più tangibile, consentendo agli ospiti di osservare direttamente strumenti e fenomeni che possono essere apprezzati solo in tale contesto. Pertanto, nel caso specifico di EGO e Virgo, si conclude che l'approccio esperienziale della visita riveste notevole rilevanza e anche nell'ottica di sviluppi futuri dell'attività proposta va tenuto in considerazione.

### Scoprire cose nuove

Dai risultati del questionario emerge chiaramente che i visitatori, oltre all'esplorazione di questo nuovo mondo, apprezzano di aver appreso informazioni su tematiche scientifiche (Figura 27) e che la visita gli ha fatto scoprire cose nuove e inaspettate. Non solo, alcuni visitatori dichiarano di essere motivati a partecipare a questa esperienza per il loro personale interesse e curiosità verso le onde gravitazionali (Figura 24).

Si può affermare, dunque, che le visite guidate hanno anche un impatto di tipo informativo sulla fetta di popolazione che partecipa all'esperienza e per questo si configurano come strumento di comunicazione efficace per raccontare la scienza delle onde gravitazionali e dell'esperimento Virgo.

D'altro canto, il focus group ha fatto emergere che le guide attribuiscono maggiore rilevanza all'approccio esperienziale delle visite rispetto a quello informativo. Mentre i questionari indicano un impatto informativo positivo per i visitatori, quest'aspetto non viene percepito allo stesso grado dalle guide.

Va sottolineato che il livello informativo della visita è tarato al target principale e commisurata al loro grado di formazione e questa calibrazione è stata giudicata adeguata dalla maggior parte dei visitatori (Figura 25). Questo stesso risultato è indicatore anche del fatto che, naturalmente, la presenza di visitatori con un background più avanzato, richiederebbe un livello informativo/ più elevato. Quest'ultimo aspetto è direttamente correlato ad una considerazione già emersa, che per soddisfare le diverse esigenze di un ampio pubblico uno dei modi possibili sarebbe quello di offrire formati di visite guidate diversificati.

Ciò che è interessante è che, complessivamente, si conclude che il pubblico che partecipa a quest'attività percepisce di aver aumentato in maniera significativa e positiva le proprie conoscenze e informazioni (Figura 27), (Figura 29). Questo testimonia la soddisfazione dell'esperienza, al di là della eventuale volontà, che in questo lavoro non si ha, di quantificare l'effettivo 'apprendimento' di nuove conoscenze.

Del resto, come delineato negli obiettivi delle visite, queste non sono concepite come momenti didattici o addirittura lezioni di fisica, piuttosto, come attività che l'Osservatorio implementa come mezzo di condivisione e coinvolgimento del pubblico.

## Esperienze interattive

Un altro elemento che completa e accompagna l'esperienza di visita e l'azione di comunicazione e di *engagement*, oltre all'esplorazione del luogo e la condivisione di nuove conoscenze, sono quell'ampia gamma di esperienze che possiamo definire *interattive*, sia che prevedano un ingaggio ludico, sia cognitivo o si configurino come 'attività di laboratorio.' a Organizzare una visita guidata in un centro di ricerca significa anche mettere i visitatori nel ruolo di soggetti attivi e protagonisti di una vera e propria "esperienza".

I visitatori stessi esprimono il desiderio di includere più elementi interattivi durante la visita, come visto nelle risposte della sezione "Suggerimenti" del questionario. L'importanza di integrare elementi interattivi è condivisa anche dalle guide durante il focus group, soprattutto quando ci si rivolge al pubblico principale, quali studenti delle superiori, che non vengono volontariamente in visita e per questo è ancora più importante per loro rendere quest'attività non noiosa. Le guide stesse hanno poi suggerito alcune idee, derivanti anche dalla considerazione che l'esplorazione delle varie parti dell'interferometro è un elemento fondamentale dell'esperienza, ma è accompagnato dalla mancanza di possibilità di vedere alcuni aspetti ottici, l'interno del tunnel o delle torri. Secondo loro, l'uso di prototipi di strumenti e l'integrazione di immagini delle telecamere che mostrano parti interne dell'esperimento potrebbero colmare questa mancanza.

Nel caso di EGO e Virgo, sono arrivati anche diverse risposte da parte dei visitatori, sempre nella sezione del questionario relativa ai suggerimenti (vedi pag.61), che esprimono il desiderio di partecipare ad attività pratiche per immergersi nel lavoro dello scienziato e sperimentare con giochi e modellini che mostrano alcuni fenomeni narrati durante la visita. Dal focus group è emerso che le guide, pur riconoscendo il valore aggiunto di laboratori pratici, soprattutto per le scuole, sono consapevoli della sfida nel realizzarli principalmente a causa delle limitazioni degli spazi della durata complessiva della visita.

Infatti, introdurre momenti laboratoriali o attività "hands-on" durante le visite guidate in un centro di ricerca richiederebbe la creazione di uno spazio dedicato all'interno del centro. Tale iniziativa comporterebbe anche un prolungamento dei tempi della visita, rappresentando un ulteriore impegno per le guide ma anche per i visitatori, i quali dovrebbero dedicare più tempo a un'esperienza più estesa.

Al di là della fattibilità, in termini di risorse finanziarie, umane e tempi, di uno sviluppo ulteriore della visita in questa direzione, la nostra analisi fa emergere una chiara indicazione dell'esistenza di questa esigenza (e aspettativa) da parte dei visitatori e, in un certo senso, anche dei ricercatori che guidano le visite.

Alla luce di questi risultati, l'istituzione, nell'ottica di sviluppo di possibili formati futuri per le visite, dovrebbe considerare come integrare elementi più interattivi per arricchire il racconto.

## Aspettative e soddisfazione

Abbiamo esplorato le sfide e i vantaggi connessi alle visite guidate in un centro di ricerca scientifico ma ci siamo anche interrogati sull'effettivo impatto di queste visite sui visitatori.

Nel caso di EGO e Virgo, le risposte dei visitatori, raccolte attraverso il questionario di gradimento (Figura 36), hanno indicato chiaramente che le visite hanno un impatto complessivamente positivo sulla percezione della propria conoscenza di EGO e Virgo.

Alla luce di questo risultato, possiamo concludere che le visite guidate rappresentano uno strumento di comunicazione efficace per accrescere il livello in cui il pubblico percepisce di

conoscere di EGO e Virgo. Nel quadro di questa valutazione, non abbiamo indagato i termini e i modi specifici in cui questa conoscenza viene sentita, ma abbiamo mirato a comprendere se, nonostante le sfide connesse alle visite guidate in un centro di ricerca, il loro impatto fosse globalmente positivo.

L'effetto positivo di tali visite emerge chiaramente anche dalla soddisfazione manifestata dai visitatori, la maggioranza dei quali dichiara che la visita ha soddisfatto le loro aspettative iniziali (Figura 37).

Inoltre, emerge un altro risultato significativo riguardante l'impatto sui visitatori. La maggioranza ha manifestato un'accettazione significativa di un'affermazione forte in termini di coinvolgimento, ovvero quella di sentirsi più vicina alla scienza dopo l'esperienza di visita. Tra coloro che hanno espresso questa percezione, vi sono anche gli studenti che hanno dichiarato di essere stati stimolati ad avvicinarsi agli studi scientifici (Figura 32)

Questo è senz'altro uno degli indicatori utili al centro per determinare l'impatto, l'efficacia e in generale il valore strategico delle attività legate alla visita, che può essere integrato anche dalle considerazioni più generali relative al posizionamento (sul territorio, nel contesto socioeconomico e culturale) che le visite contribuiscono a garantire al centro di ricerca, come descritto di seguito.

### **Impatto e posizionamento rispetto alle comunità locali/nazionali**

I dati raccolti indicano che il numero di visitatori di EGO e Virgo si avvicina alla soglia dei 10.000. Dai dati è emerso che la maggior parte dei visitatori di EGO e Virgo proviene dalla Toscana, specialmente dalle località limitrofe a Cascina e dalla provincia di Pisa (Figura 14). Questo dato non solo conferma il ruolo chiave delle visite del sito come strumento di coinvolgimento diretto ma porta anche una conseguenza: la comunicazione associata a questo flusso di visitatori potrebbe assumere rilevanza anche dal punto di vista turistico per il territorio che ospita EGO e Virgo.

In generale un flusso di questa natura posiziona il centro tra i soggetti rilevanti nell'ambito dell'offerta culturale, turistica e di "intrattenimento" del territorio: un posizionamento che ha un chiaro valore strategico nella comunicazione pubblica e nelle relazioni di Virgo con gli stakeholders e decisori politici a livello comunale, regionale, ma anche nazionale (l'85% dei visitatori proviene dall'Italia, (Figura 11), di questi il 63% proviene dalla Toscana). Ciò rientra perfettamente negli obiettivi prefissati, come descritto in Capitolo 4: i centri di ricerca, in quanto parte integrante di un ecosistema sociale, economico e culturale complesso a diversi livelli, devono costruire un legame significativo con il territorio ospitante. In questa prospettiva, rendere il centro di ricerca accessibile attraverso visite guidate ha non solo un impatto diretto sulla frazione di popolazione che partecipa alla visita, ma anche, un impatto indiretto, ma altrettanto rilevante sulla percezione e, come detto, sul posizionamento del centro negli ecosistemi già menzionati. Tanto più se i numeri relativi alla visite cominciano, in prospettiva, a rivestire un interesse e dare un contributo non irrilevante in termini di flussi turistici.

## Prospettive e sviluppi future

Guardando al *case study* di EGO e Virgo, che abbiamo analizzato, concludiamo quindi che le visite guidate in un centro di ricerca offrono notevoli vantaggi, consentendo di narrare la ricerca direttamente nel luogo in cui viene condotta, attraverso le voci dei ricercatori e la presentazione degli strumenti utilizzati. L'impatto positivo su chi partecipa è evidente, e la natura di tale impatto dipende dagli obiettivi prefissati. Tuttavia, ci sono delle sfide significative associate a queste visite, come quelle logistiche, organizzative e legate alla gestione di diversi target di visitatori. Inoltre, l'emergere da più parti dell'esigenza di affiancare la visita con attività interattive, anche di tipo quasi "laboratoriale", che approfondiscono e sviluppano i temi scientifici collegati all'esperienza di visita.

L'Osservatorio si sta già impegnando in diversi progetti, finalizzati all'introduzione di elementi interattivi durante le visite. Tra questi, spicca lo sviluppo di un'applicazione di realtà aumentata che consente di esplorare virtualmente l'interno delle torri dell'edificio principale. Alla luce dei risultati qui emersi, si aprono nuove prospettive per ulteriori sviluppi futuri, come la produzione di video esplicativi con simulazioni del processo di rilevamento di un segnale gravitazionale e l'impiego di modelli 3D e virtuali per illustrare il funzionamento di componenti specifiche dell'interferometro. Tali materiali interattivi saranno progettati con lo scopo di ridurre il divario concettuale tra le informazioni fornite ai visitatori e la loro osservazione diretta, soprattutto in riferimento a elementi dell'interferometro non visibili direttamente.

L'analisi di questo *case study* ha evidenziato che uno dei principali vincoli è rappresentato dagli spazi all'interno del centro di ricerca, con laboratori operativi e personale impegnato in attività scientifiche. Di conseguenza, il tipo di visita offerta è intrinsecamente modellato da tali vincoli strutturali. Un'opzione per superare queste sfide potrebbe consistere nella creazione di uno spazio appositamente dedicato all'interno del centro di ricerca, concepito come un Visitor Center. Questa soluzione potrebbe consentire una gestione più agevole delle visite guidate, garantendo un'esperienza coinvolgente per i visitatori e rispondendo alle esigenze logistiche del centro di ricerca.

Una specificità rilevante del Visitor Centre consiste nella possibilità di affiancare una fruizione mediata da esperienze interattive attività laboratoriali, alla visita degli spazi della ricerca e all'osservazione *live* della scienza in azione. È in questo solco la crescente tendenza a sviluppare Visitor Center, collegati ai grandi centri di ricerca: si guardi allo Science Gateway del CERN, al centro l'ESO Supernova Visitor Center di Monaco, ai laboratori nazionali di Frascati e Catania dell'INFN e altri. Il Visitor Center rappresenta una soluzione per coinvolgere il pubblico nella scienza di frontiera, sviluppando pratiche di inclusione attraverso l'educazione all'esplorazione multisensoriale della realtà. Nel Visitor Center si immaginano nuove forme di comunicazione che abbiano come obiettivo lo stimolo del pensiero critico, creando un ponte innovativo tra scienza e arte, o altri ambiti e ricerche culturali. Questo approccio non solo democratizza l'accesso alla conoscenza scientifica, ma rende anche l'esperienza più coinvolgente e accessibile a una gamma più ampia di visitatori.

Questi centri naturalmente oltre a offrire una finestra sulla ricerca scientifica, fungono sempre di più da catalizzatori per le sinergie tra la comunità scientifica e società, nella direzione delle considerazioni già sviluppate. Creare in futuro un Visitor Center presso EGO e Virgo rappresenterebbe quindi un passo avanti significativo nel promuovere l'interazione tra la scienza e la società a diversi livelli, contribuendo alla formazione di una comunità informata e partecipativa.

## Bibliografia

Abbott, B. P., and et al., *Observation of gravitational waves from a binary black hole merger*, in <<Physical review letters>>, 116(6), 2016.

Abbott, B. P. and et. al. *GW170817: observation of gravitational waves from a binary neutron star inspiral*, in <<Physical review letters>>, 119(16), 2017.

Bailey K. D., *Metodi della ricerca sociale. Vol. I. I principi fondamentali*, il Mulino, Bologna, 2006

Baggott Jim, *Origini. La storia scientifica della creazione*, Adelphi, 2015

Bauer, M. W., & Jensen, P *The mobilization of scientists for public engagement in <<Public understanding of science>>*, (2011), 3-11.

Castelfranchi, Yuriij, and Nico Pitrelli. *Come si comunica la scienza?* , GLF editori Laterza, 2007

Diamond, J., Horn, M., & Uttal, D. H. *Practical evaluation guide: Tools for museums and other informal educational settings*. Rowman & Littlefield, 2016

Frechtling J. *The 2002 User Friendly Handbook for Project evaluation*, National Science Foundation, 2002

Menon V, Muraleedharan A., *Internet-based surveys: relevance, methodological considerations and troubleshooting strategies*, <<Gen Psychiatr. Aug 1;33(5)>>, 2020

Miller M.Coleman, Yunes N., *The new frontier of gravitational waves*, <<Nature>>, DLXVIII, 2019, 469–476

Patitucci D., “Intervista ad Adalberto Giazotto, ricercatore INFN, padre di Virgo”, *INFN*, <https://home.infn.it/it/feed-news/2645-nella-vita-di-adalberto-giazotto-padre-di-virgo>

Pitrelli N., *La crisi del “Public Understanding of Science” in Gran Bretagna*, <<JCOM 2 (1)>>, 2003

Redazione, “About EGO”, *About EGO* Consultato 15 dicembre 2023  
<https://www.virgo-gw.eu/it/about/ego/>

Redazione, “Virgo Scientific Collaboration”, *Scientific Collaboration*, (Consultato 15/12/2023)  
<https://www.virgo-gw.eu/it/about/scientific-collaboration/>

Redazione, “Gravitational Waves Universe”, *Science*, (Consultato 15/12/2023)  
<https://www.virgo-gw.eu/it/science/gw-universe/>

Redazione, “Impact on Society”, *About EGO*, <https://www.virgo-gw.eu/about/impact-on-society/>, (Consultato 15/12/2023)

Redazione, “Detector”, *Science*, <https://www.virgo-gw.eu/science/detector/> (Consultato 15/12/2023)

Redazione, “Introducing Public Engagement”, *Exploring Engagment*, <https://www.publicengagement.ac.uk/introducing-public-engagement> (Consultato 15/12/2023)

Russell N., *Public engagement with science and technology (PEST): good principle, difficult practice*, <<Communicating Science: Professional, Popular, Literary. Cambridge University Press>>; 2009, 83-98



# Appendice A

Di seguito è riportato il modulo di richiesta dati dei visitatori

## Aiutaci a conoscere il nostro pubblico

Il questionario ci serve per condurre indagini statistiche sulla composizione del pubblico in visita. Insieme al questionario di gradimento ci aiuta ad offrire un servizio sempre migliore. I dati verranno trattati in forma completamente anonima.

### 1. Giorno della visita

\_\_\_\_\_

*Example: January 7, 2019*

### Indicare il numero di persone di cui è composto il gruppo

#### 2. Maschi:

\_\_\_\_\_

#### 3. Femmine:

\_\_\_\_\_

#### 4. Altro:

\_\_\_\_\_

### Indicare il numero di persone per ciascuna fascia d'età

#### 5. Meno di 18:

\_\_\_\_\_

[https://docs.google.com/forms/u/2/d/1YJW4v4Eqo2AemUQRR1GtsQSw95WXzCLGUleJ2c\\_1bg/printform](https://docs.google.com/forms/u/2/d/1YJW4v4Eqo2AemUQRR1GtsQSw95WXzCLGUleJ2c_1bg/printform)

Pagina 1 di 4

Aiutaci a conoscere il nostro pubblico

20/12/23, 23:15

#### 6. Tra 19 e 25:

\_\_\_\_\_

#### 7. Tra 26 e 59:



6. Tra 19 e 25:

---

7. Tra 26 e 59:

---

8. 60 o più:

---

**Indicare il numero di persone per ciascuna categoria di titolo di studio**

9. Scuola primaria (elementare):

---

10. Scuola secondaria di I grado (media):

---

11. Scuola secondaria di II grado (superiori):

---

12. Laurea o titoli post-laurea:

---

13. **Indicare il numero di persone con un background scientifico:**

---

14. **Indicare la città di provenienza (una o più per i gruppi):**

---

## Appendice B

Di seguito è riportato il questionario di gradimento inviato ai visitatori.

# Questionario visite

\* Indicates required question

## Questionario visite- parte 1

### 1. Genere \*

Mark only one oval.

- Femminile
- Maschile
- Altro
- Other: \_\_\_\_\_

### 2. Quanti anni hai? \*

Mark only one oval.

- 3-12
- 13-17
- 18-25
- 26-59
- 60+

### 3. Paese di residenza \*

Mark only one oval.

- Italia
- Other: \_\_\_\_\_

<https://docs.google.com/forms/u/2/d/1Ad-BmXgmqZUyeXZ3vYZ9G2i0Fd4ARY20sF44ZC474bkj/printform>

Pagina 1 di 10

Questionario visite

20/12/23, 23:06

### 4. Qual è il tuo livello di educazione formale? \*

Mark only one oval.

- Scuola Elementare
- Scuola Media
- Scuola Superiore
- Laurea Triennale
- Laurea Magistrale
- PhD/Dottorato
- Other: \_\_\_\_\_

5. Sei... (per questa domanda STEM significa scienza, tecnologia, ingegneria e matematica) \*

Mark only one oval per row.

	sì	no	non so
Una persona appassionata di scienza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Una persona con una formazione universitaria nelle materie STEM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Una persona che lavora nell'ambito STEM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Giorno della visita a EGO-Virgo \*

Example: January 7, 2019

<https://docs.google.com/forms/u/2/d/1Ad-BmXgmqZUyeXZ3vYZ9G2i0Fd4ARY20sF44ZC474bk/printform>

Pagina 2 di 10

Questionario visite

20/12/23, 23:06

7. Qual è la tua lingua madre? \*

Mark only one oval.

- Italiano  
 Inglese  
 Francese  
 Spagnolo  
 Tedesco  
 Other: \_\_\_\_\_

8. Che lingua ha parlato la guida durante la tua visita? \*

Mark only one oval.

- English  
 Italiano  
 Français  
 Other: \_\_\_\_\_

Questionario visite - Parte 2

9. Da quale di queste fonti hai scoperto o ottenuto informazioni sulla possibilità di visitare EGO/Virgo?

Check all that apply.

- Amici o familiari
- Gita scolastica
- Siti web di EGO e/o Virgo
- Twitter
- Facebook
- Instagram
- Conferenze/mostre/eventi pubblici
- Podcast RAI Radio 3
- Other: \_\_\_\_\_

10. Perché hai deciso di visitare Virgo? \*

Check all that apply.

- Interesse personale per le onde gravitazionali o l'astrofisica
- Studio o lavoro nel campo scientifico e voglio approfondire le mie conoscenze
- Un familiare/amico me l'ha consigliato
- Ho già visitato Virgo e volevo ripetere l'esperienza
- Accompagno un familiare/amico
- Ero curioso/a
- Sono in gita scolastica
- Interesse verso Virgo come sito storico-scientifico rilevante
- Ero in Toscana per turismo e Virgo è stata una tappa di interesse
- Other: \_\_\_\_\_

11. Valuta il livello di difficoltà di seminario e visita \*

Mark only one oval per row.

	Troppo facile	Appropriato	Troppo difficile
<b>Seminario</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Visita</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Valuta la durata di seminario e visita \*

Mark only one oval per row.

	Troppo breve	Lunghezza giusta	Troppo lungo
<b>Seminario</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Visita</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. Come valuteresti il linguaggio utilizzato dalla guida \*

Mark only one oval.

- Eccessivamente semplice
- Chiaro e accessibile
- Tecnico e difficile
- Other: \_\_\_\_\_

14. Quanto ti sono piaciute le seguenti aree visitate in una scala da 1 a 5 dove 1 è "Per nulla" e 5 è "Moltissimo"? (vota solo per le aree che hai visitato):

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5	Non visitat
<b>Edificio principale (specchio, interferometro, superattenuatore)</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Tunnel</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Central building</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Control room</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Installazione interattiva</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Quali sono le cose che senti di aver compreso meglio dopo la visita? \*

Check all that apply.

- Cosa sono le onde gravitazionali
- Come funziona l'interferometro
- Come Virgo "combatte" il rumore ambientale
- Quali sono i fenomeni astrofisici che generano le onde gravitazionali
- La storia della costruzione di Virgo
- Come funziona la collaborazione scientifica internazionale
- Other: \_\_\_\_\_

16. Cosa ti è piaciuto di più della visita (max 2) \*

Check all that apply.

- Imparare nuove cose
- Esplorare un luogo unico
- Incontrare gli scienziati
- Partecipare ad un'attività con i miei amici/familiari/compagni di classe
- Interagire con gli exhibit
- Other: \_\_\_\_\_

17. Per ciascuna delle seguenti affermazioni indica quanto sei d'accordo in una scala da 1 a 5 dove 1 è "Per nulla" e 5 è "Moltissimo":

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
Ho compreso a pieno come funziona Virgo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ho vissuto un'esperienza divertente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Il metodo di coinvolgimento dei partecipanti è stato efficace	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sono stato stimolato ad avvicinarmi alla scienza o (se studente) a intraprendere studi scientifici	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mi ha aiutato a conoscere il mondo della ricerca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ho scoperto cose nuove e inaspettate	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ho riscontrato una comunicazione innovativa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. Prima di partecipare alla visita quanto pensavi di conoscere in generale Virgo? Dai un voto da 1 a 5 dove 1 è "Per nulla" e 5 è "Moltissimo"

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

19. Dopo aver partecipato alla visita quanto ritieni di conoscere Virgo? Dai un voto da 1 a 5 dove 1 è "Per nulla" e 5 è "Moltissimo"

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

19. Dopo aver partecipato alla visita quanto ritieni di conoscere Virgo? Dai un voto da 1 a 5 dove 1 è "Per nulla" e 5 è "Moltissimo"

*Mark only one oval.*

1   2   3   4   5

---

---

20. La visita ha soddisfatto le tue aspettative iniziali? \*

*Mark only one oval.*

- Decisamente sì
- Più sì che no
- Più no che sì
- Decisamente no

21. Quali Istituti, Enti o strutture di ricerca conosci o hai visitato?

---

22. Quali aspetti avresti voluto approfondire di più durante la visita? Hai ulteriori commenti? Suggerimenti?

---

---

---

---

---

---

---



