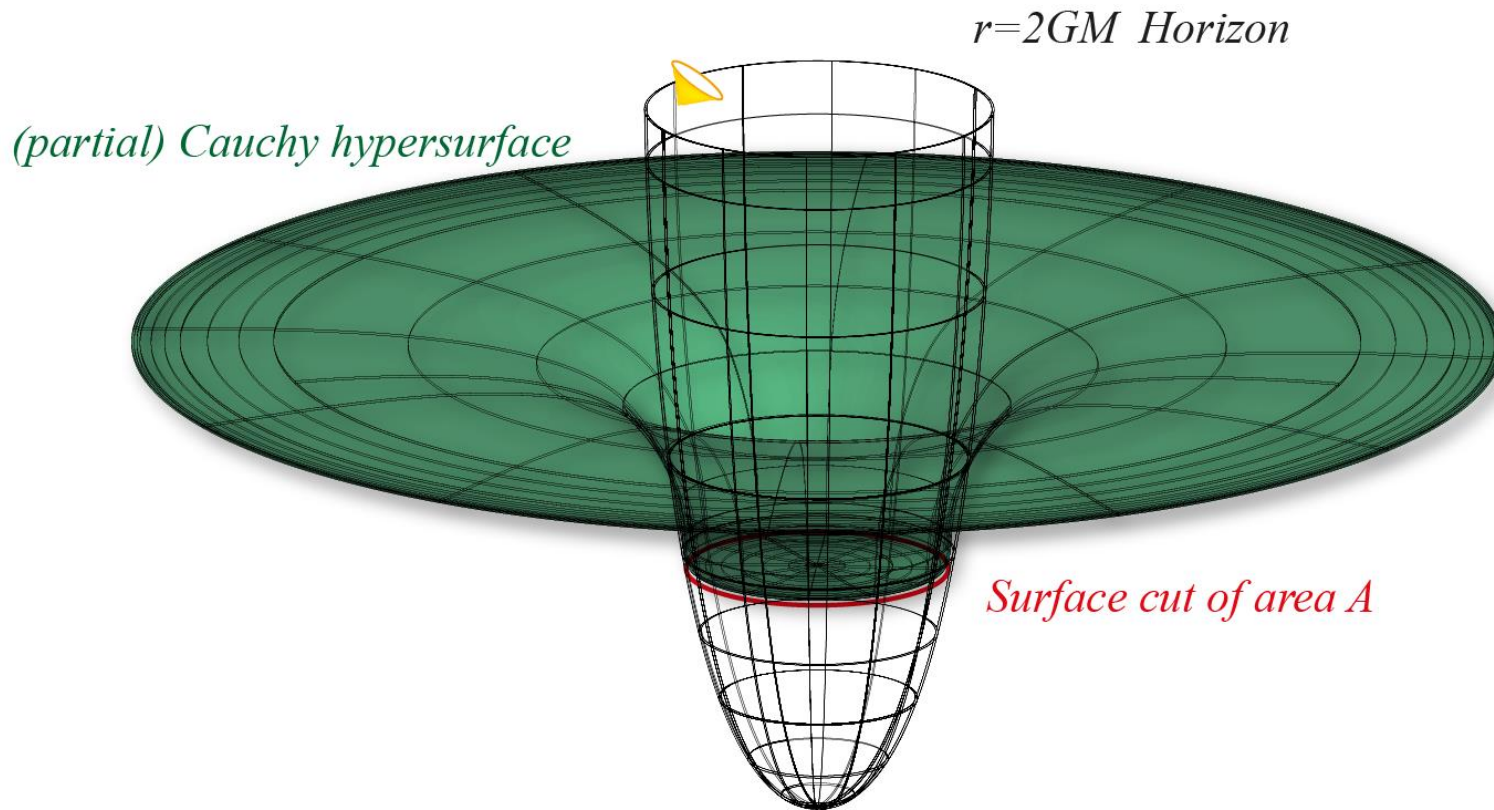


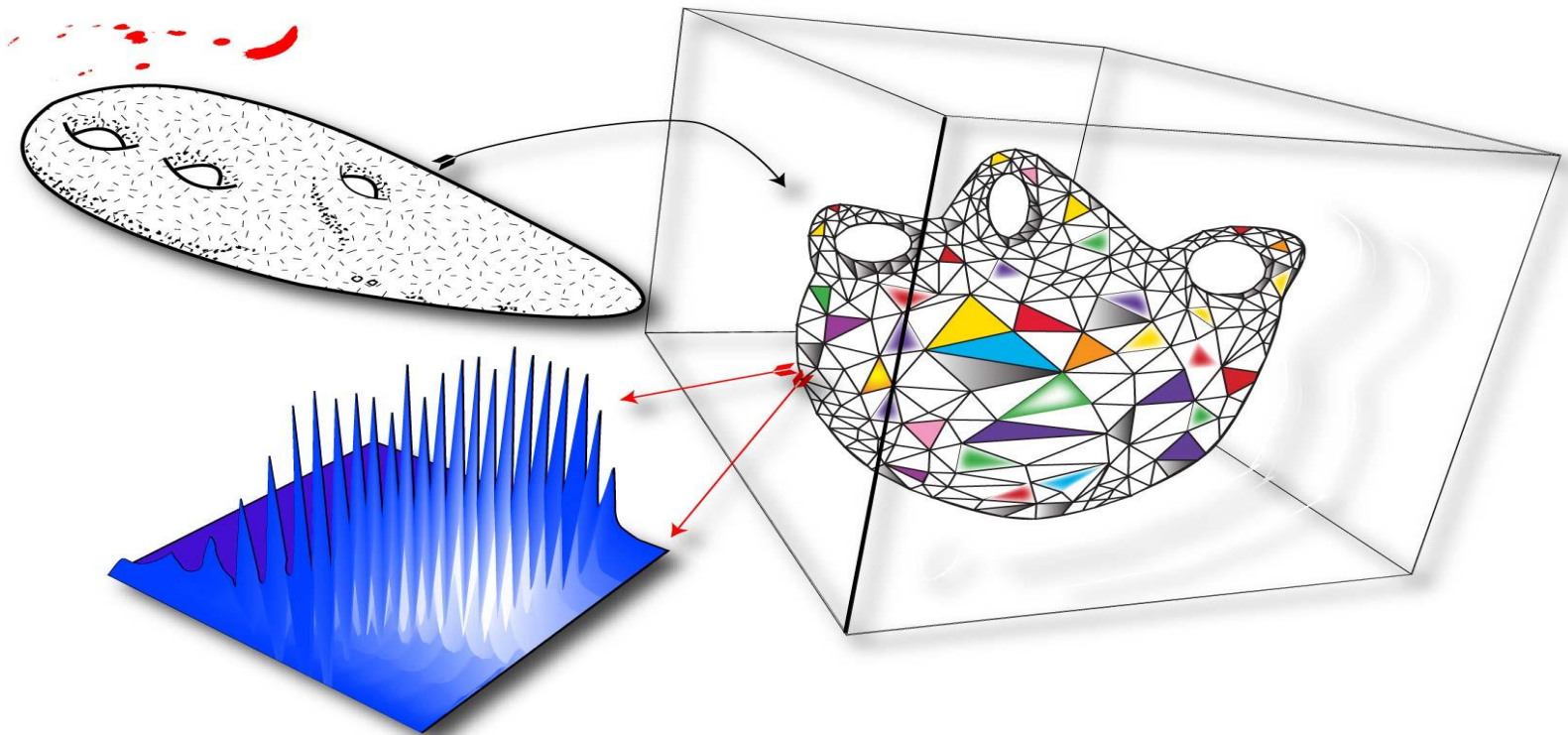
# Relativita`, Geometria e Teoria Quantistica dei Campi



Annalisa Marzuoli

# *Argomenti di Ricerca*

- (i) Teoria dei Campi Topologica e Computazione Quantistica
- (ii) Gruppo di Rinormalizzazione e Flussi Geometrici
- (iii) Cosmologia Relativistica e Energia Oscura
- (iii) Dualita' di Stringa
- (iv) Teoria dei Campi Quantizzati su Spazitempo curvi



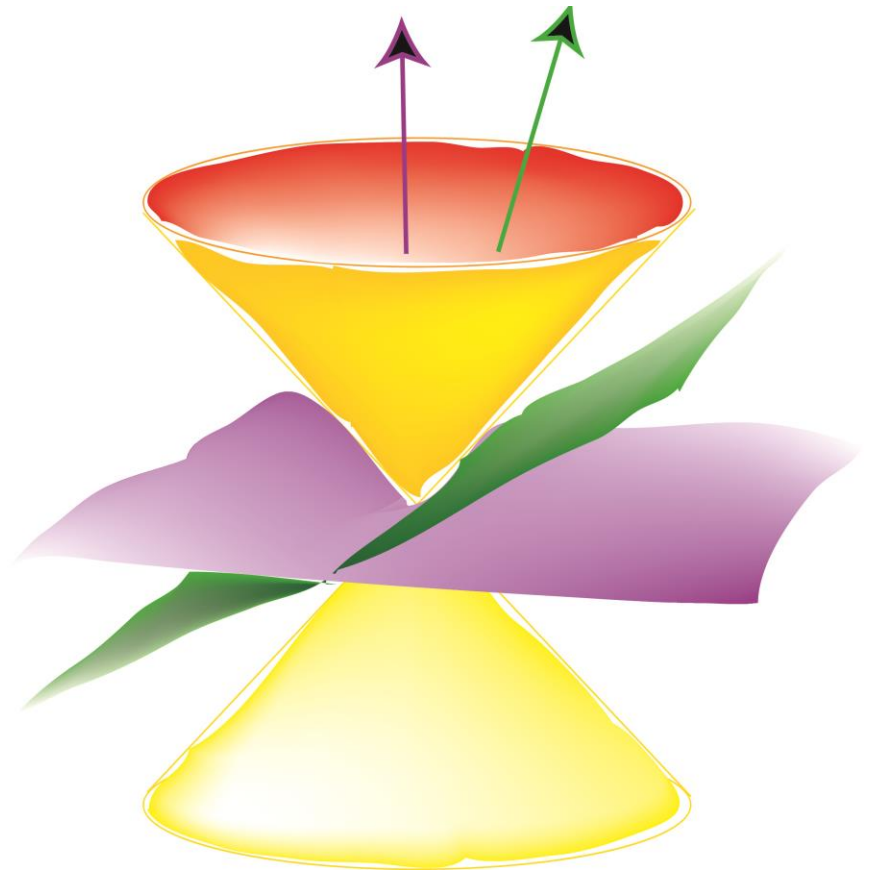
# Il gruppo

M. Carfora,  
A. Marzuoli,  
C. Dappiaggi,

Dottorandi:  
G. Nosari,  
S. Rutili

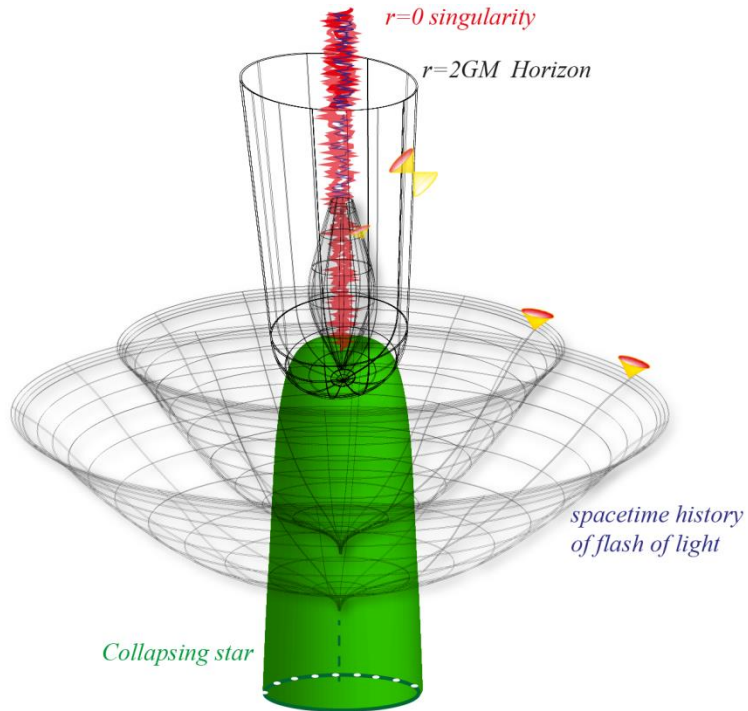
Post-Doc:  
H. Ferreira

Vasta rete di collaborazioni  
internazionali.

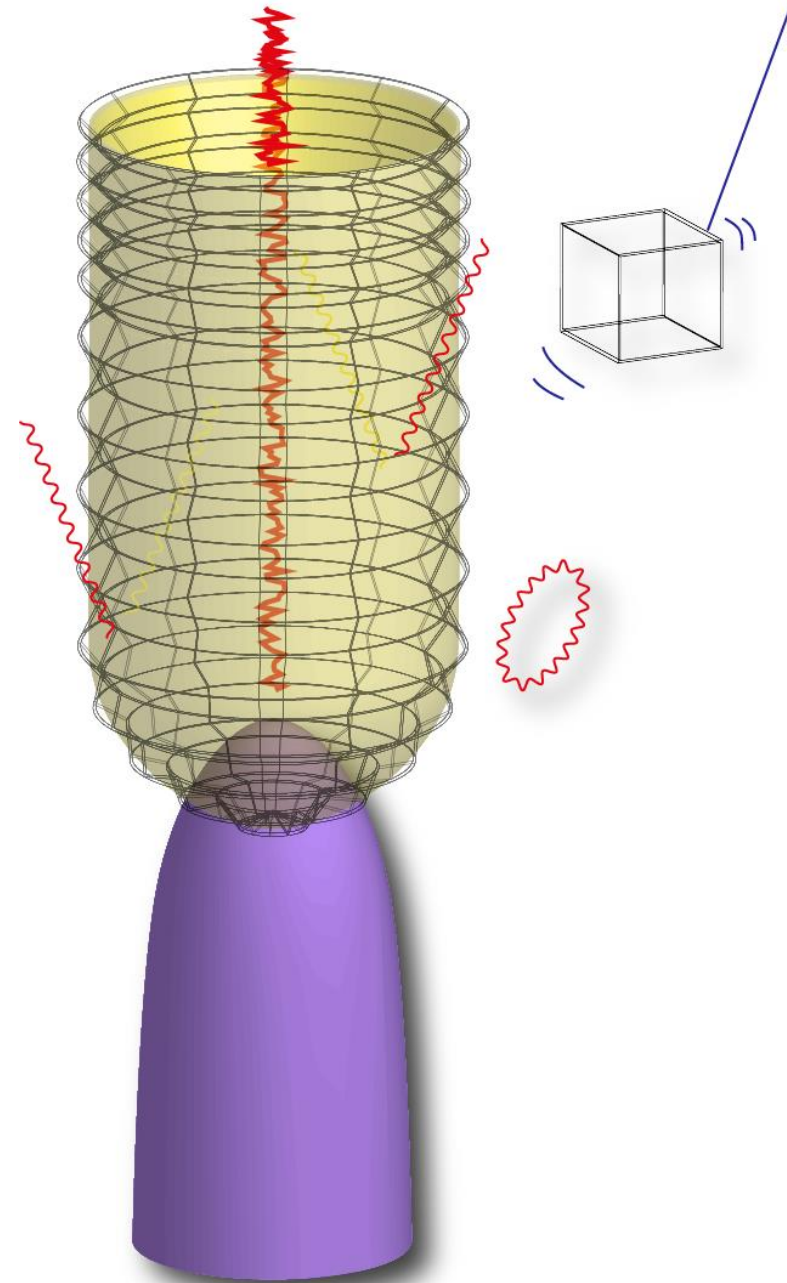


# Ricerche legate al tentativo di formulare una teoria quantistica della Gravitazione

Il campo gravitazionale non e' un campo di forze, e' piuttosto la manifestazione di una geometria spaziotemporale dinamica.



La costante di Newton  $G$ , caratterizza una scala fondamentale **La scala di Planck**: esiste un' unica combinazione,  $l_P = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}}$ , di  $\hbar$ ,  $c$ , e  $G$  con le dimensioni di una lunghezza: ( $l_P \simeq 10^{-33} \text{cm.}$ ).



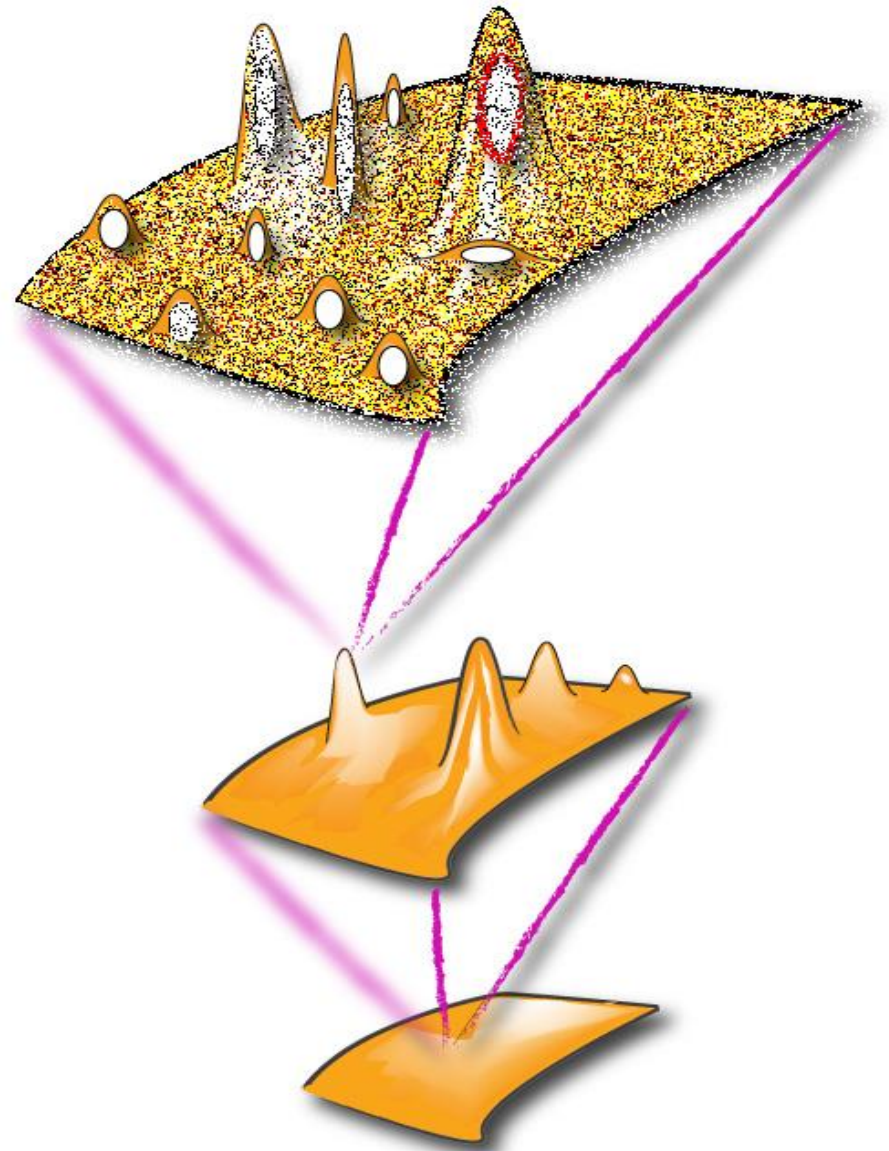
Abbiamo ragione di credere che,  
all' **Energia di Planck**, entri in gioco una  
**nuova descrizione della Fisica:**  
**La Gravita' Quantistica.**

La fisica delle alte energie sperimenta  
lo spaziotempo a scale  $\gg l_p$  ,  
dove un **continuo regolare**  
fornisce un'ottima descrizione della  
**Geometria Spaziotemporale.**

**DOMANDE:**

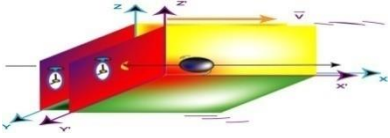
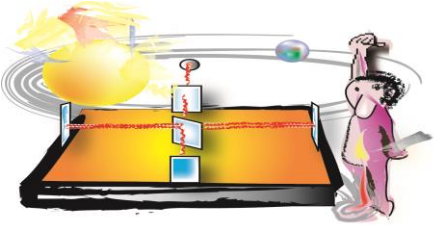
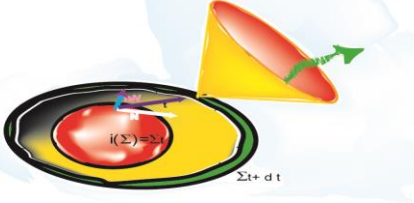
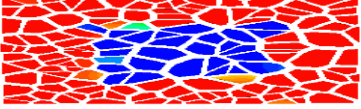

L'ipotesi di un continuum geometrico  
regolare viene violata alla scala di Planck?  
E, nell'ipotesi che lo sia, possiamo  
pensare al continuum spaziotemporale  
come ad una *coarse-grained approximation*?  
E se si, di cosa?

**LA GEOMETRIA SPAZIOTEMPORALE  
E'  
QUANTIZZATA?**



**Cosa e' lo spaziotempo  
alla scala di Planck ?**

# A Short History of Spacetime and Quantum Theory

<p><b>Newtonian Physics</b></p> 	<p>Fixed 3-d space and a single universal time <math>t</math>.</p>	<p><b>Non-relativistic Quantum Theory:</b> The Schrödinger equation</p> $i\hbar(\partial\Psi/\partial t) = H\Psi$ <p>holds between measurements in the Newtonian time <math>t</math>.</p>
<p><b>Special Relativity</b></p> 	<p>Fixed flat, 4-d spacetime with many different timelike directions.</p>	<p><b>Relativistic Quantum Field Theory:</b> Choose a Lorentz frame with time <math>t</math>. Then (between measurements)</p> $i\hbar(\partial\Psi/\partial t) = H\Psi .$ <p>The results are unitarily equivalent to those from any other choice of Lorentz frame</p>
<p><b>General Relativity</b></p> 	<p>Fixed, but curved spacetime geometry</p>	<p><b>Quantum Field Theory in Curved Spacetime:</b> Choose a foliating family of spacelike surfaces labeled by <math>t</math>. Then (between measurements)</p> $i\hbar(\partial\Psi/\partial t) = H\Psi .$ <p>But the results are <i>not</i> generally unitarily equivalent to other choices.</p>
<p><b>Quantum Gravity</b></p> 	<p>Geometry is <i>not</i> fixed, but rather a quantum variable</p>	<p><b>The Problem of Time:</b> What replaces the Schrödinger equation when there is no fixed notion of time(s)?</p>
<p>String theory, Loop quantum gravity, Random manifolds, etc.</p>	<p>Spacetime is not even a fundamental variable</p>	

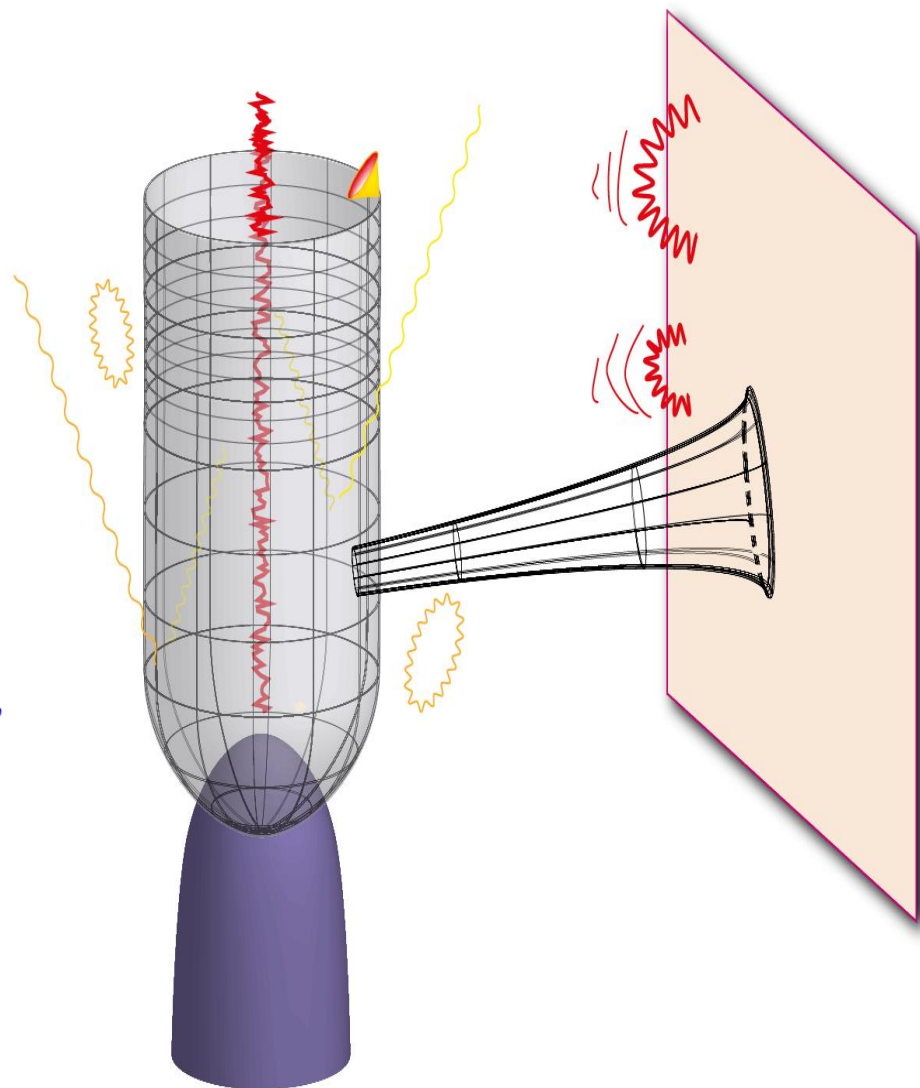
Una generalizzazione della  
Teoria Quantistica dei Campi  
si rende necessaria per formulare  
la Gravita' Quantistica:

TEORIA DELLE STRINGHE?  
LOOP QUANTUM GRAVITY?  
PRINCIPIO OLOGRAFICO?

.....

Nessuno lo sa ancora bene!

E, nel tentativo di capirci qualche cosa,  
si scoprono molte cose sorprendenti!...



Alcune sono legate agli argomenti di ricerca che vi ho elencato: *e.g.*,

La Teoria Quantistica dei Campi su spazitempo curvi, Spazitempo discretizzati, Topological Quantum Field Theory e la Computazione Quantistica, oppure il legame

fra il Gruppo di Rinormalizzazione, Flussi Geometrici, e le equazioni di Einstein,

.....molte altre ancora attendono la vostra curiosità'.

