

13º MEETUP - 26 JUNIO 2025

MÁS ALLÁ DE LOS (QU)BITS:
OPTIMIZACIÓN DE CARTERAS
CON COMPUTACIÓN CUÁNTICA

LUISA MARÍA MESEGUER PÉREZ

ABOUT ME

GRADUADA EN INGENIERÍA INFORMÁTICA
UNIVERSIDAD DE GRANADA - 2020/24

MÁSTER EN CIENCIA DE DATOS
UNIVERSIDAD DE GRANADA - 2024/25

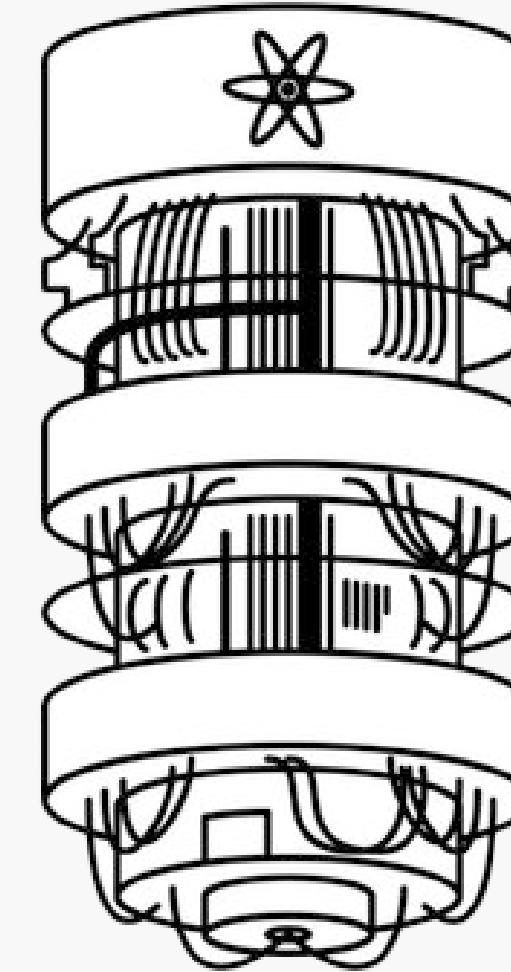
NLP DATA SCIENTIST
FUJITSU (MARZO 2024 - ACTUALIDAD)

¡ME ENCANTA LA FÍSICA Y EL ESPACIO!



LUISA MARÍA MESEGÜER PÉREZ

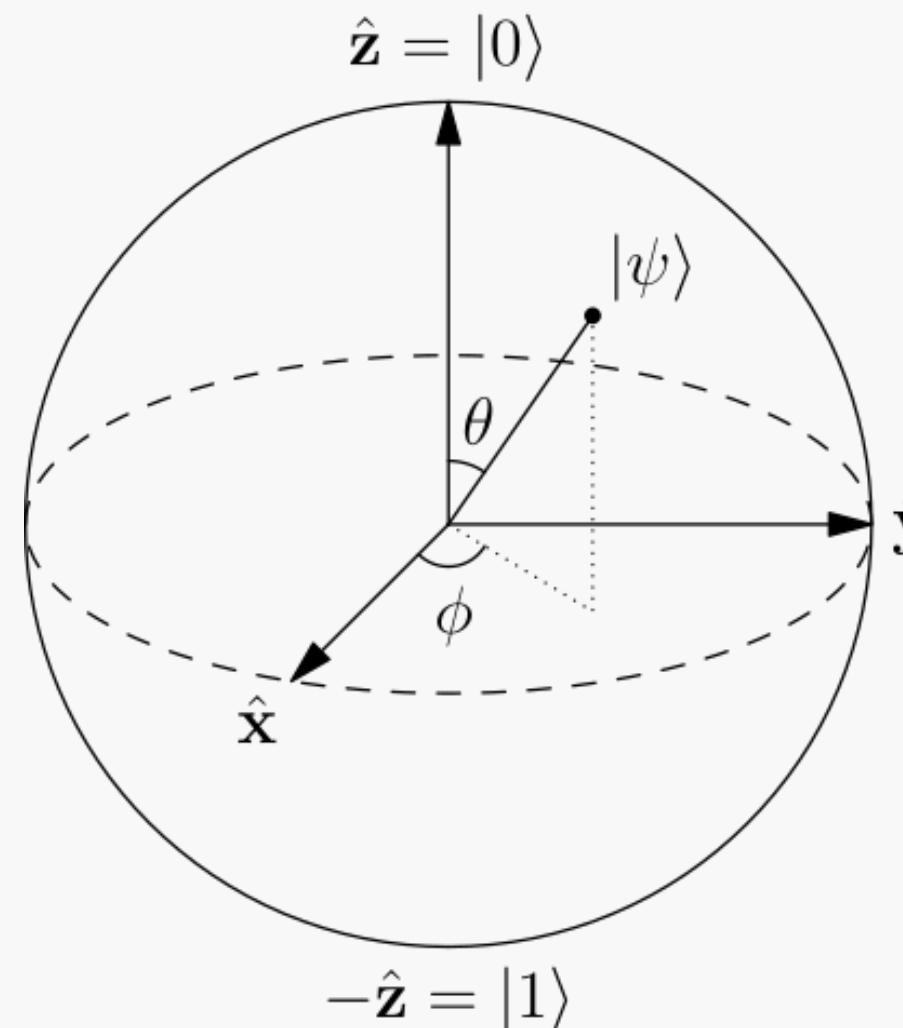
ÍNDICE



QUÉ ES LA COMPUTACIÓN CUÁNTICA	01
AVANCES ACTUALES	02
PYTHON EN COMPUTACIÓN CUÁNTICA	03
QISKit	04
EJEMPLO PRÁCTICO: OPTIMIZAR CARTERAS DE INVERSIÓN	05

COMPUTACIÓN CUÁNTICA

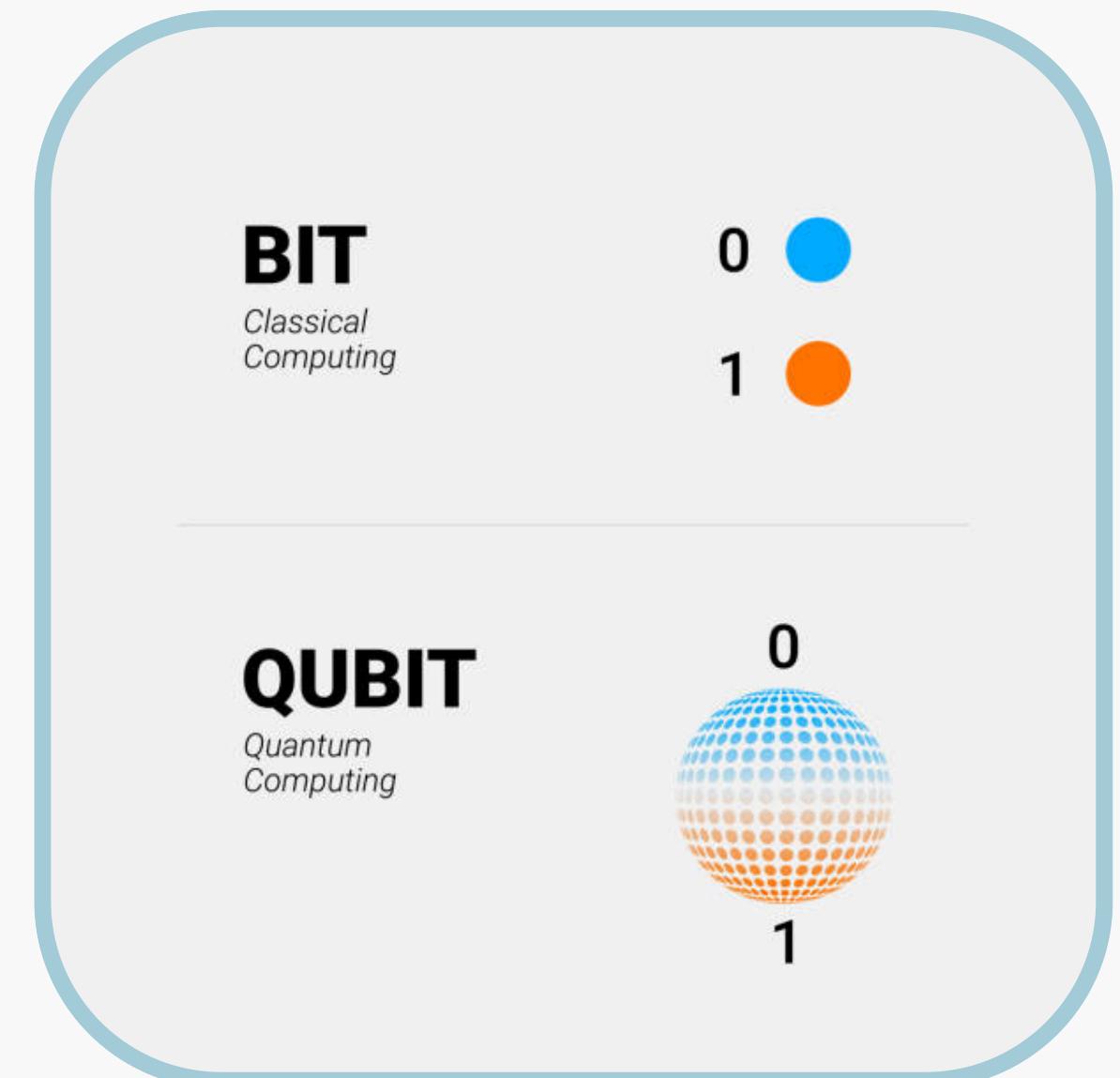
¿En qué consiste?



- Suele sonar a ciencia ficción o magia
- Aprovecha las leyes de la **física cuántica**
- Procesa la información de una manera distinta

BITS VS. QUBITS

	Computación clásica	Computación cuántica
Unidad básica	Bit: 0 ó 1	Qubit: 0 ó 1 ó ambos a la vez
Información	Lineal	Exponencial
Procesamiento	Puertas lógicas clásicas	Operaciones unitarias cuánticas



COMPUTACIÓN CUÁNTICA

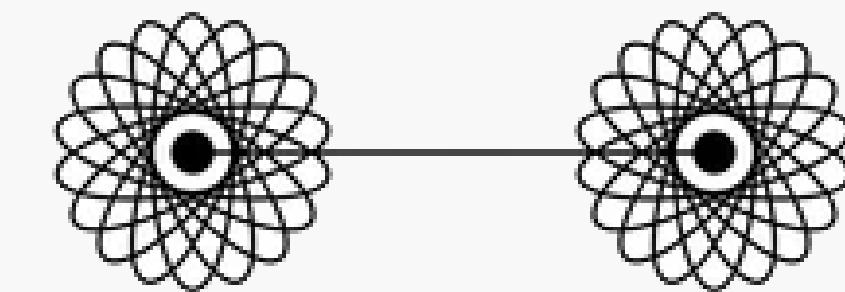
Se apoya en 3 propiedades fundamentales:

SUPERPOSICIÓN



3 ESTADOS

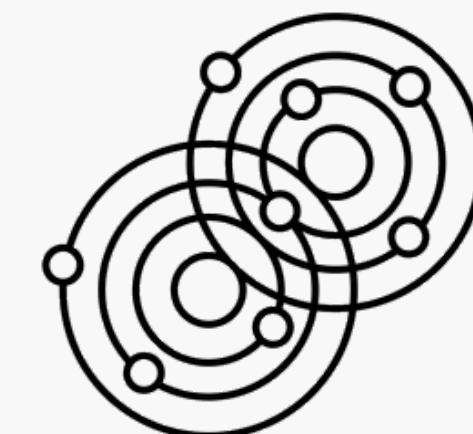
ENTRELAZAMIENTO



QUBIT 1

QUBIT 2

INTERFERENCIA



CONSTRUCTIVA VS
DESTRUCTIVA

SUPERPOSICIÓN

- “Un qubit puede estar en múltiples estados a la vez”
- Cada qubit adicional → capacidad de representación exponencial

Qubits	Combinaciones posibles
2	4
3	8
10	1024

¿Qué nos dicen los gatos con su lenguaje corporal?



Estoy feliz



Estoy asustado

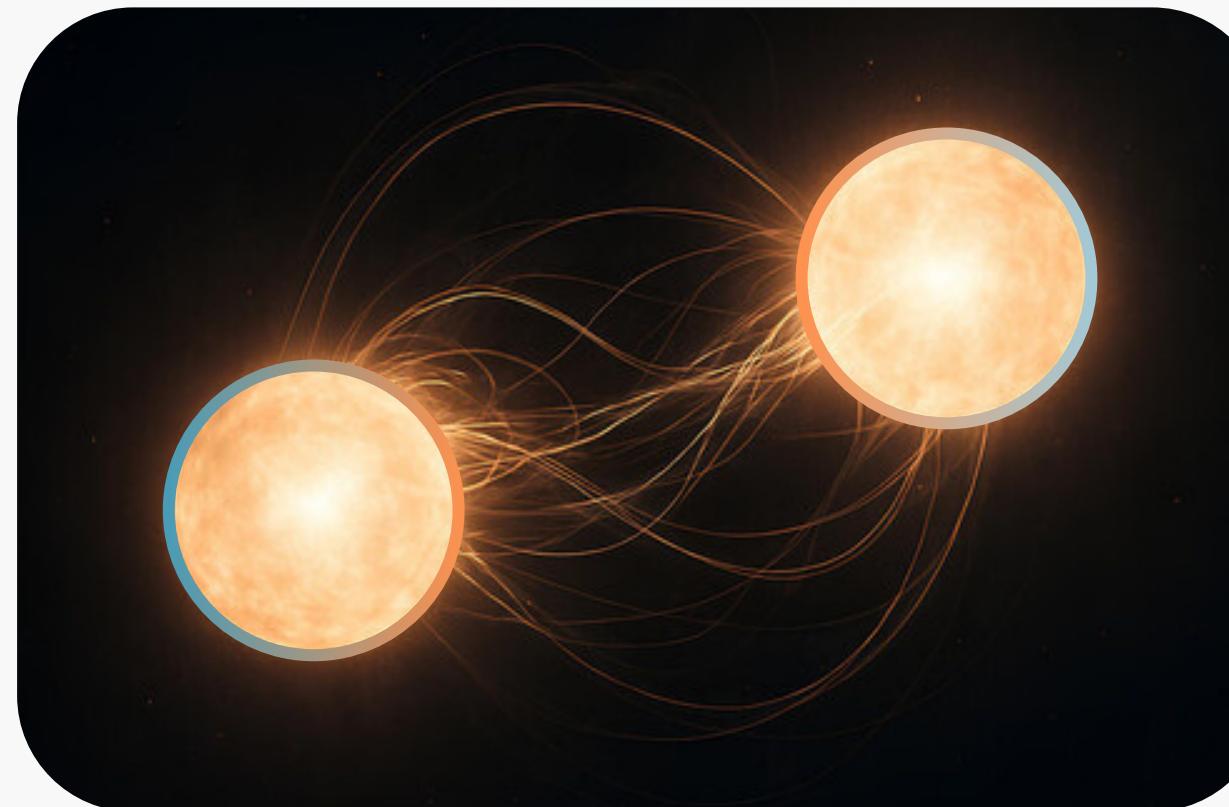


Quiero jugar



Estoy vivo y muerto
al mismo tiempo, en un estado
de superposición cuántica

ENTRELAZAMIENTO



- “*Qubits conectados entre sí, incluso a distancia*”
- Funcionamiento:
 - El estado de un qubit afecta al otro
 - Medir uno define al otro

Aplicaciones: transmisión cuántica, corrección de errores, etc.

INTERFERENCIA

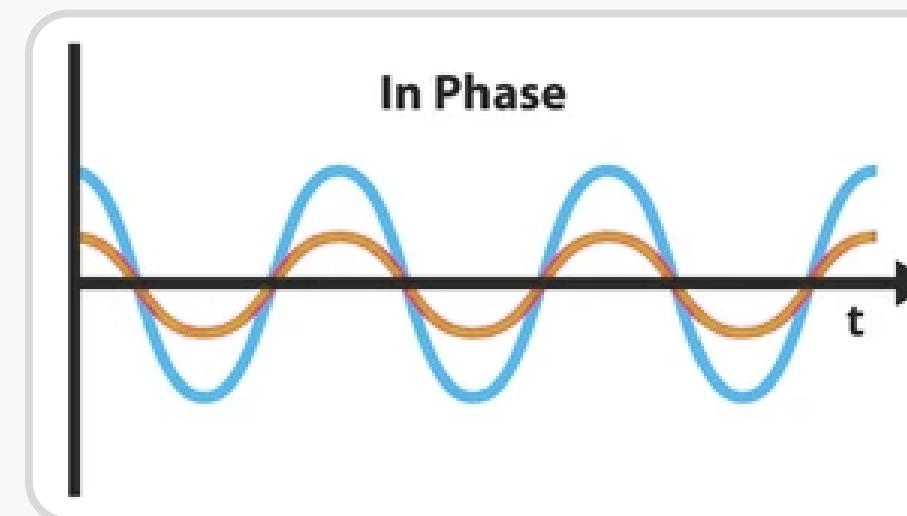
Probabilidades en un sistema cuántico



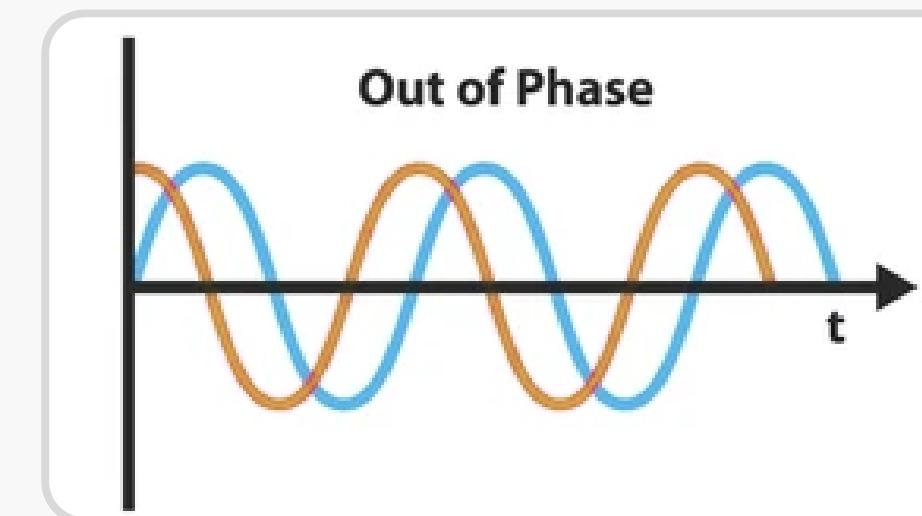
AMPLITUDES DE PROBABILIDAD
 \cong ONDAS

"Las ondas pueden interferir entre si":

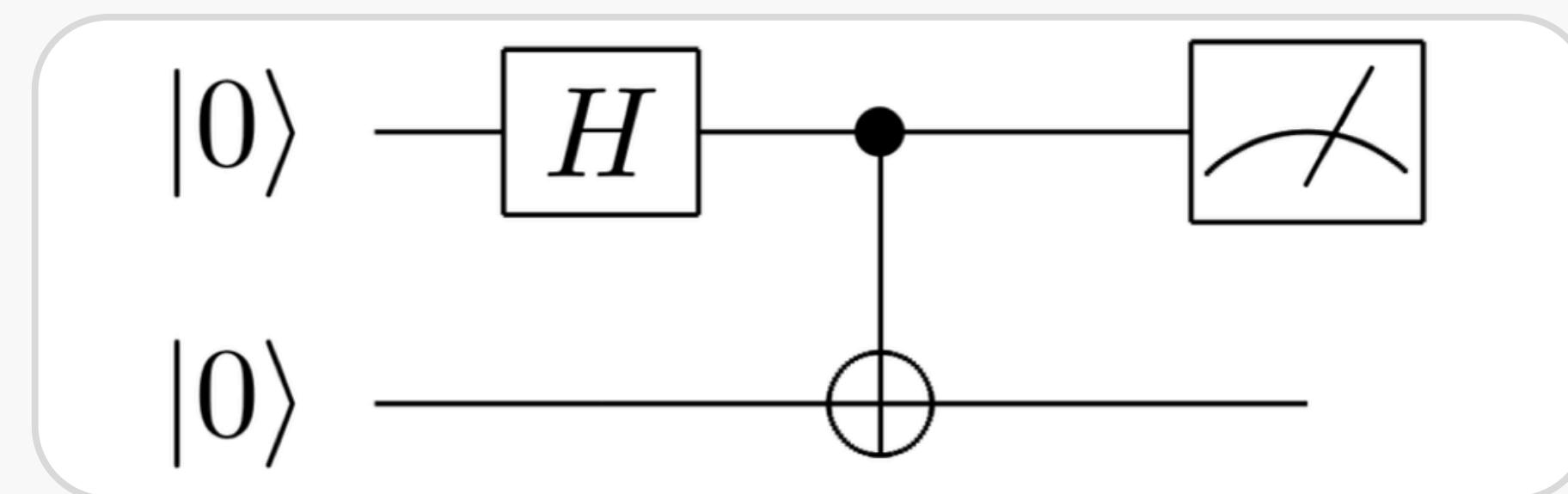
SI ESTÁN EN FASE SE
REFUERZAN



SI ESTÁN DESFASE SE
CANCELAN



MEDICIÓN Y COLAPSO



*Se mide muchas veces

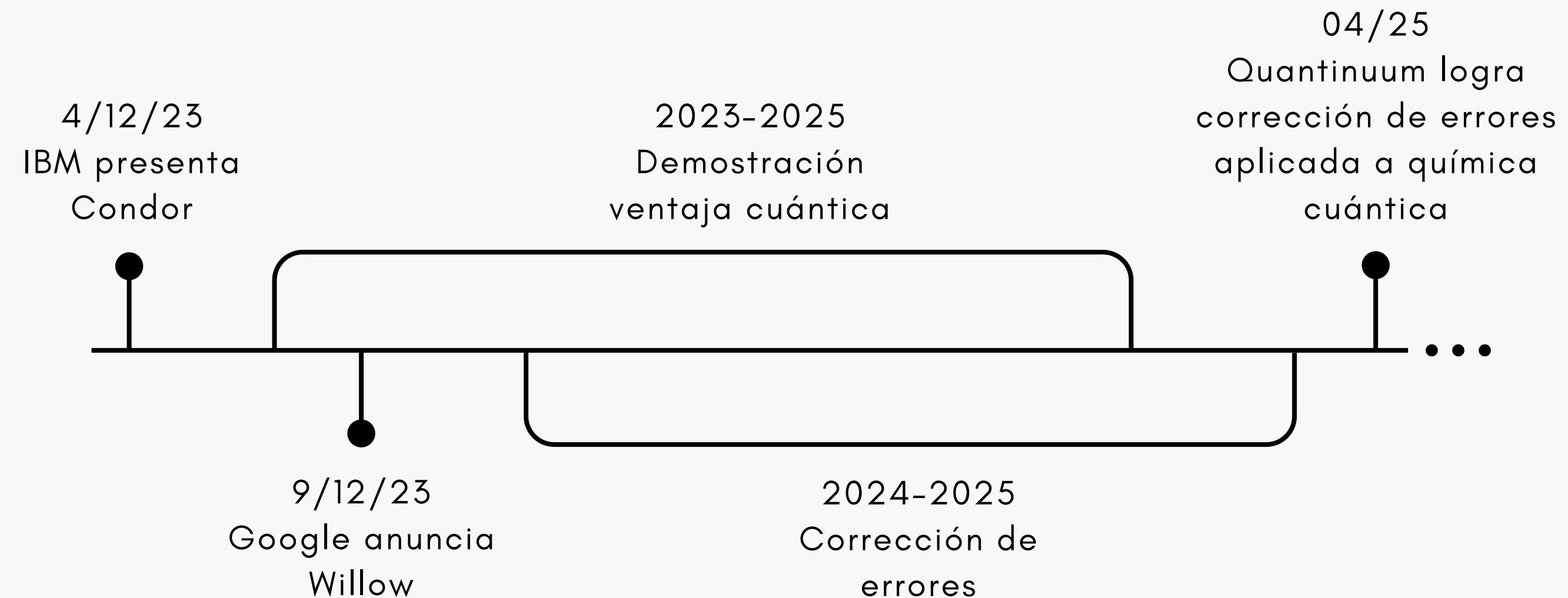


- 1 Qubits superconductores → MÁS USADOS
- 2 Trampas de iones
- 3 Fotónica
- 4 Qubits de silicio

HARDWARE CUÁNTICO

AVANCES RECIENTES

¿Qué ha sucedido entre 2023 y 2025?

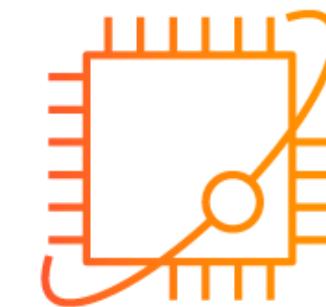


ECOSISTEMA

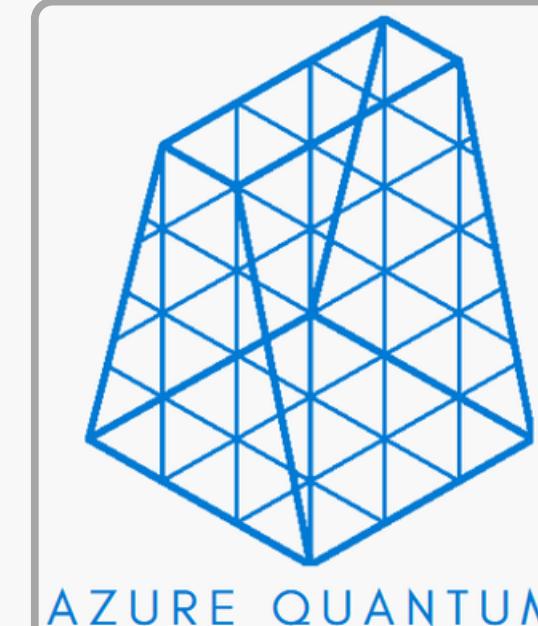


Carrera tecnológica:

IBM Quantum



Amazon Braket
Get started with
quantum computing



Google AI
Quantum

PRINCIPALES LIBRERÍAS

QISKit (IBM)



PENNYLANE (XANADU)



CIRQ (GOOGLE)



BRACKET SDK (AMAZON)



**Amazon
Braket**

QIS KIT

- Mejor opción para empezar, permite:

Diseñar circuitos cuánticos con una API sencilla y visual.

Simular localmente el comportamiento de los algoritmos.

Lanzar experimentos reales en los ordenadores cuánticos de IBM desde tu cuenta gratuita

Acceder a módulos especializados.

Y lo mejor de todo...

QIS KIT

¡Es Open Source!



see release notes

Open-Source
Quantum
Developer



Qiskit

Qiskit is a collection of software for executing programs on quantum computers. - Qiskit

GitHub

Qiskit [quiss-kit] is an open source SDK for working with quantum computers at the level of pulses, circuits and algorithms.

<https://github.com/Qiskit/>

Get started →

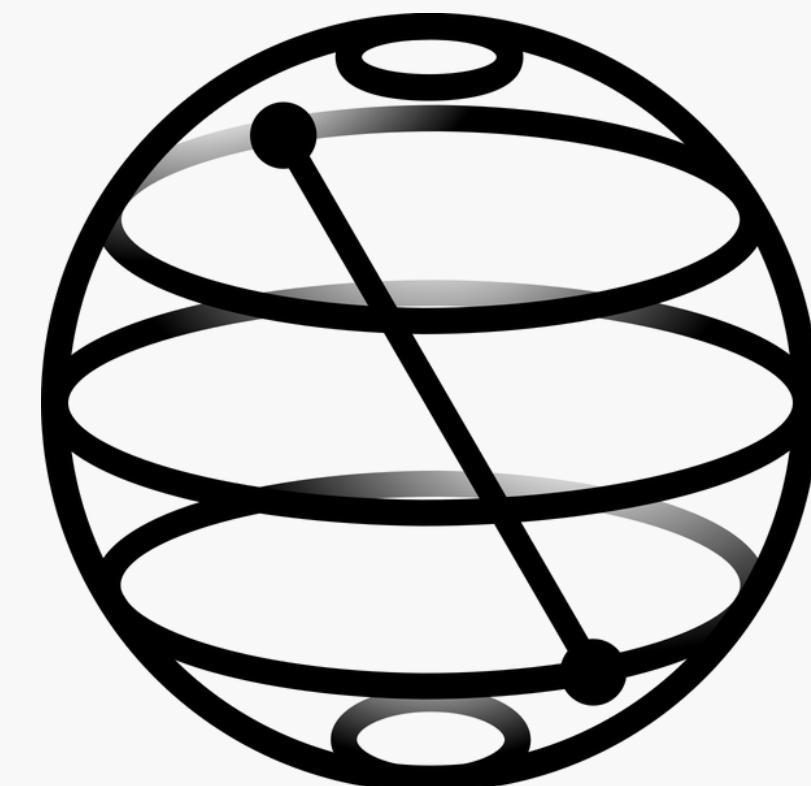
QISKit: MÓDULOS

QISKit.ALGORITHMS: ALGORITMOS CLÁSICOS/CUÁNTICOS.

QISKit.OPTIMIZATION: FORMULACIÓN DE PROBLEMAS TIPO QUBO.

QISKit.MACHINE_LEARNING: MODELOS CUÁNTICO-CLÁSICOS.

QISKit.PRIMITIVES: NUEVA FORMA DE INTERACCIÓN MODULAR.



IBM QUANTUM PLATFORM

IBM Quantum Platform Dashboard Functions Compute resources **Workloads**

Workloads

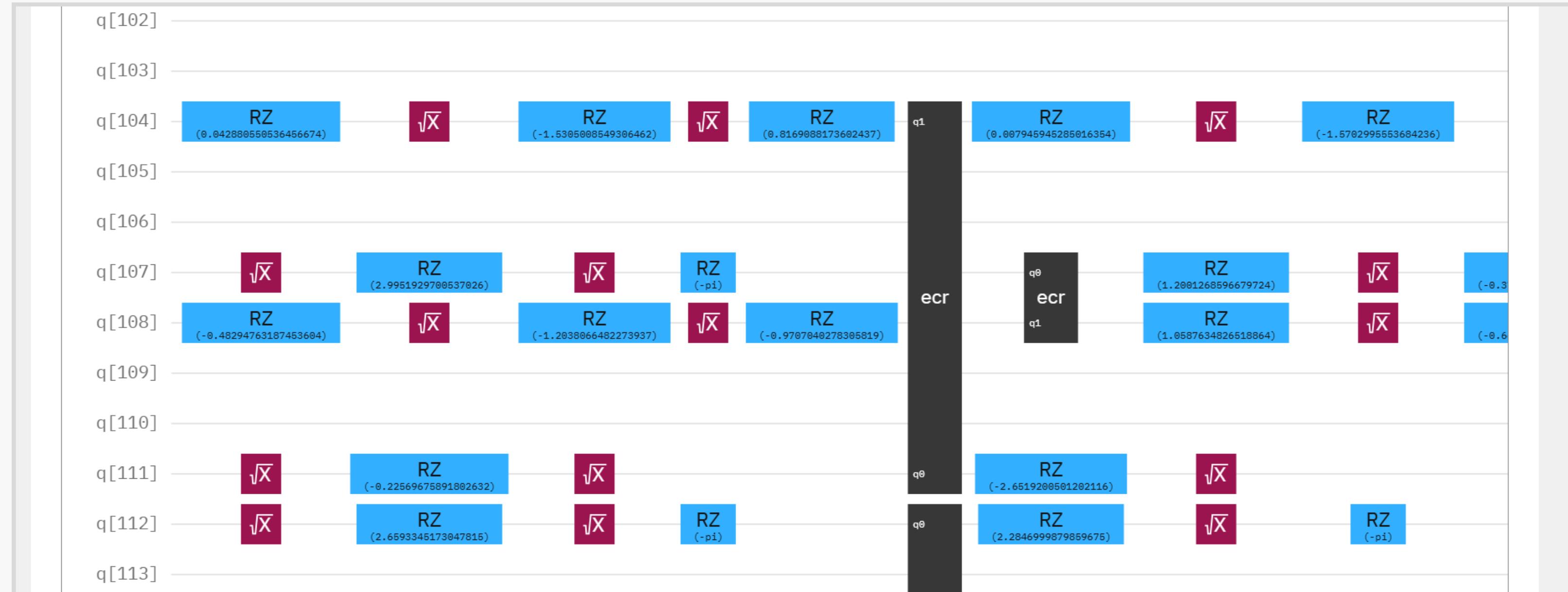
Track the status and results of the workloads you have run on IBM Quantum resources via the instance **ibm-q/open/main**.

Monthly usage
0ms used / 10m

Qiskit Runtime will no longer support backend.run after 7 January 2025. [Learn More ↗](#)

<input type="checkbox"/>	ID / Name	Status	Created	Completed	Usage	Mode	Compute resource	Tags
<input type="checkbox"/>	d0j6kcn36cs0008rqhag	Completed	14 May 2025	14 May 2025	2s	Job	ibm_brisbane	
<input type="checkbox"/>	d0hh6rbccrag008n01xg	Completed	13 May 2025	13 May 2025	2s	Job	ibm_sherbrooke	
<input type="checkbox"/>	d0c7x0cd8drg008z62k0	Completed	05 May 2025	05 May 2025	2s	Job	ibm_brisbane	
<input type="checkbox"/>	d0c7vsf6rr3g0087r45g	Completed	05 May 2025	05 May 2025	2s	Job	ibm_brisbane	

IBM QUANTUM PLATFORM



RZ(Θ): PUERTA MONOBIT (DE 1 QUBIT):

- REALIZA UNA ROTACIÓN ALREDEDOR DEL EJE Z DEL BLOCH SPHERE POR UN ÁNGULO Θ (RADIANES).
- ES UN OPERADOR UNITARIO UTILIZADO EN COMPUTACIÓN CUÁNTICA

EJEMPLO PRÁCTICO

La optimización de carteras busca:

- 1 Selección de **activos** financieros
- 2 Maximizar el retorno esperado
- 3 Minimizar el riesgo (**covarianza**)

Dataset utilizado:

10 empresas reales (AMZN, AAPL, NVDA, etc)

Ticker	AAPL	AMZN	GOOGL	JNJ	JPM	META	MSFT	NVDA
Date								
2025-03-24	220.729996	203.259995	167.679993	163.289993	248.059998	618.849976	393.079987	121.410004
2025-03-25	223.750000	205.710007	170.559998	161.020004	251.130005	626.309998	395.160004	120.690002
2025-03-26	221.529999	201.130005	165.059998	161.720001	251.029999	610.979980	389.970001	113.760002
2025-03-27	223.850006	201.360001	162.240005	163.130005	248.119995	602.580017	390.579987	111.430000
2025-03-28	217.899994	192.720001	154.330002	163.710007	242.850006	576.739990	378.799988	109.669998

EJEMPLO PRÁCTICO

Formulación del problema QUBO

Riesgo total - $\lambda \times$ Retorno total

```

qp = QuadraticProgram()
for i in range(n_assets):
    qp.binary_var(name=f'x{i}') # x_i ∈ {0, 1}

# Función objetivo
linear = (-mean_returns + risk_factor * np.sum(cov_matrix, axis=1)).tolist() ←
quadratic = (risk_factor * cov_matrix).tolist()

qp.minimize(linear=linear, quadratic=quadratic)
qp.linear_constraint({f'x{i}': 1 for i in range(n_assets)}, sense=='==', rhs=budget, name='budget')

```

Función cuadrática

EJEMPLO PRÁCTICO

Resolución con GroverOptimizer (simulado)

```
sampler = Sampler() # Aer Sampler (backend cuántico simulado)

optimizer = GroverOptimizer(num_value_qubits=3, num_iterations=5, sampler=sampler)

result = optimizer.solve(qp)
```

EJEMPLO PRÁCTICO

Salida del modelo:

```
===== Activos seleccionados en la cartera óptima =====
• MSFT
• META
• JNJ
===== Tabla de activos seleccionados =====
Empresa  Retorno diario estimado  Peso (%)
MSFT      0.00082              25.0
META      0.00200              25.0
JNJ       0.00221              25.0
===== Métricas agregadas de la cartera =====
- Retorno esperado total (media): 0.0017
- Riesgo total (varianza combinada): 0.0004
```

¡MUCHAS **GRACIAS** POR SU TIEMPO!

- - -