

# **Asteroides Cercanos a la Tierra**

## **(Más vale prevenir...)**

**José Guichard**

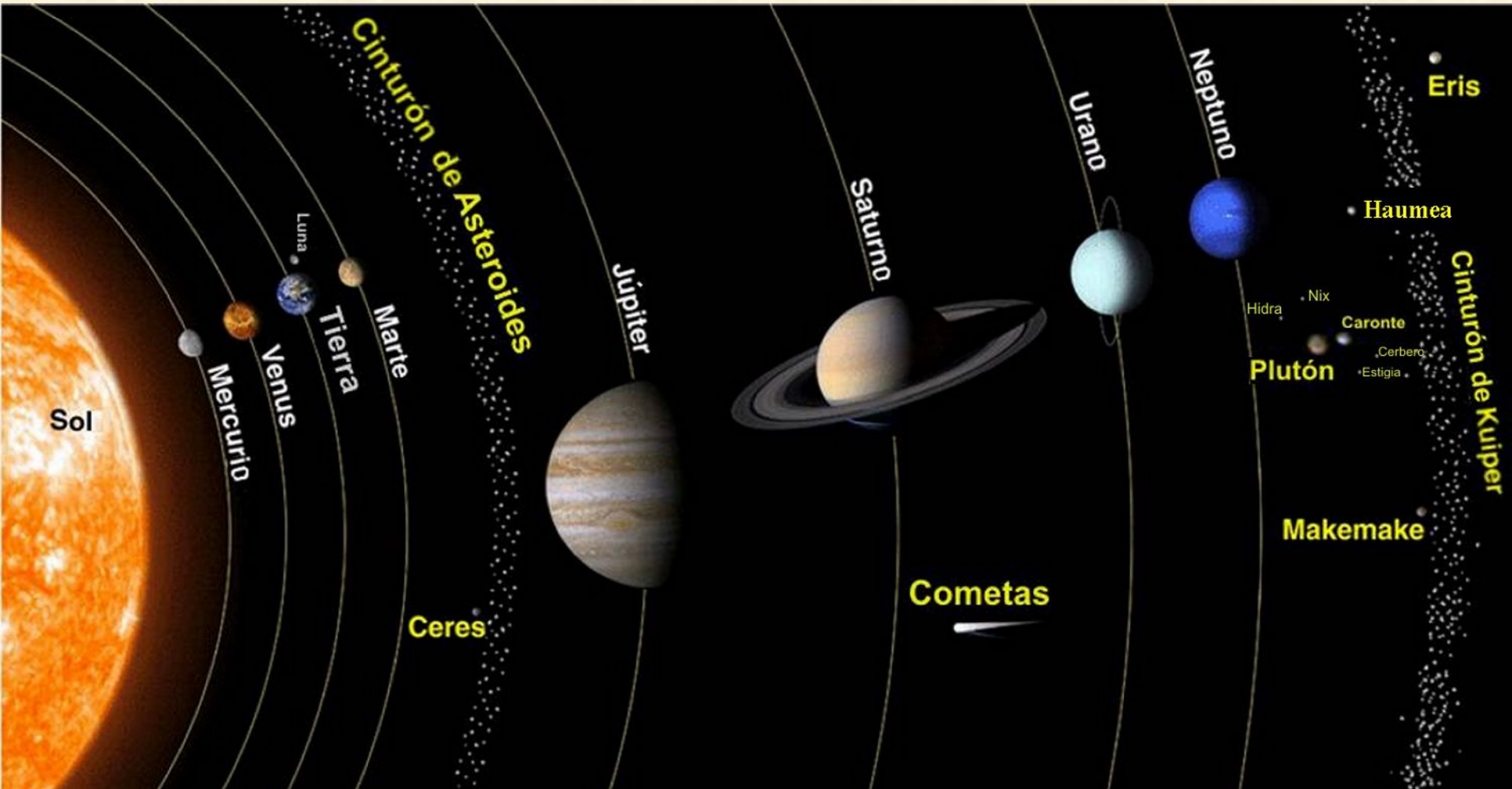
**Taller de Ciencia para Jóvenes**  
**19 de enero de 2021**

El **asteroide B-612** es un miniplaneta situado en el [cinturón de asteroides](#), específicamente en la zona compartida con los asteroides 325, 326, 327, 328, 329 y 330. Fue descubierto en el año 1909, por el astrónomo turco [Mehmet Ben Behnet](#), sin embargo su descubrimiento se hizo conocido a partir de 1945, cuando el investigador francés Antoine de Saint-Exupéry lo describió en su ensayo [Estudio sobre el asteroide B-612: geología, características y presuntas formas de vida](#), libro que aún es estudiado por la comunidad de científicos.

El ensayo está basado en algunos apuntes que estaba leyendo cuando su avión se accidentó en el desierto del Sahara. Hay rumores de que estaba cotejando información con un niño extraviado en el desierto, pero eso no está confirmado.

Tiempo después, cuando se esperaba una segunda parte del estudio, Saint-Exupéry fue a realizar un viaje de exploración en el Mar Mediterráneo para buscar información sobre el paradero de Amelia Earhart, desaparecida en 1937 en el Pacífico. Aún lo estamos esperando.

Fuente: [http://inciclopedia.wikia.com/wiki/Asteroide\\_B-612](http://inciclopedia.wikia.com/wiki/Asteroide_B-612)



Sol

Mercurio

Venus

Tierra

Luna

Marte

Cinturón de Asteroides

Ceres

Jupiter

Saturno

Cometas

Urano

Neptuno

Plutón

Hydra

Nix

Caronte

Cerbero

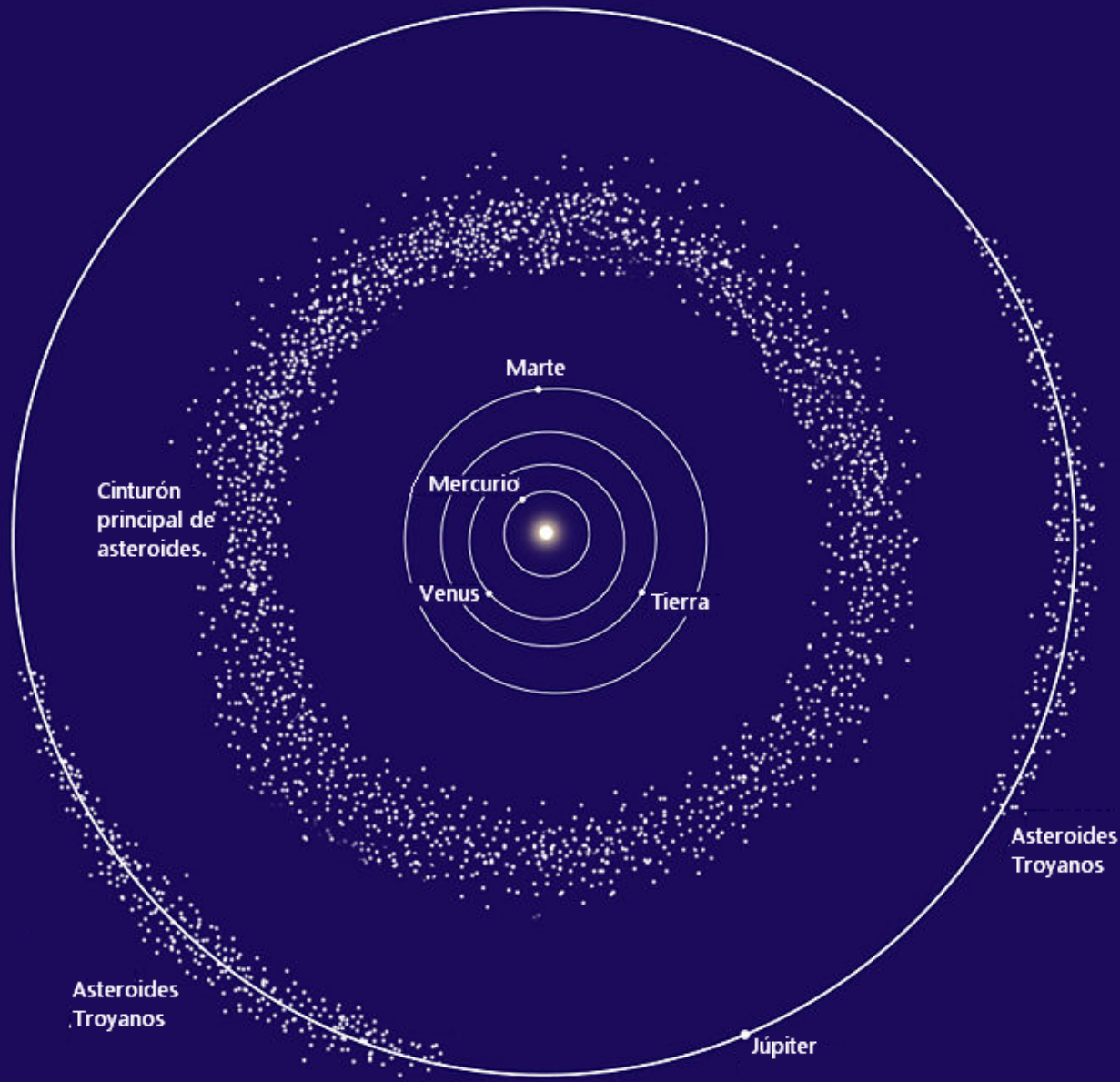
Estigia

Makemake

Haumea

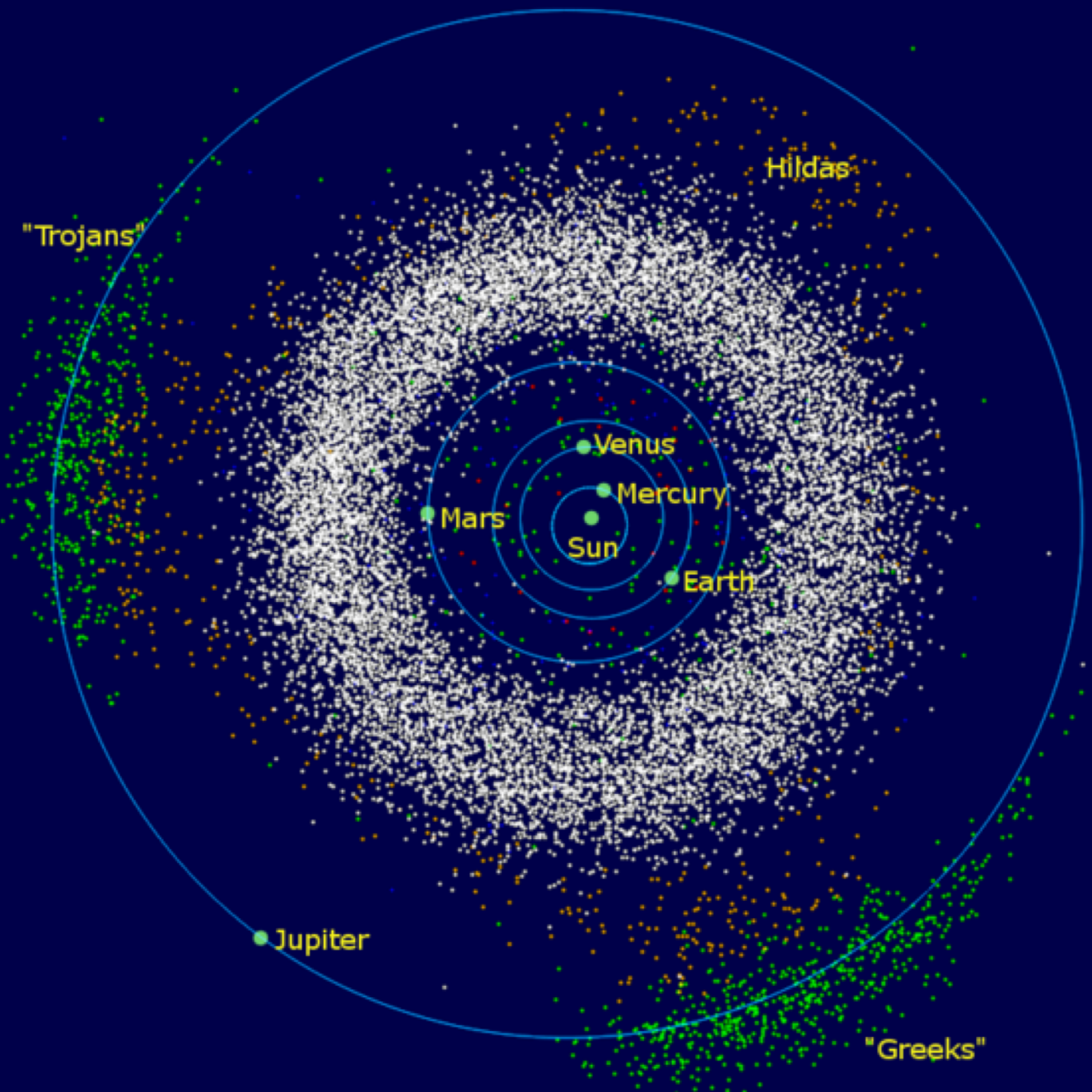
Eris

Cinturón de Kuiper



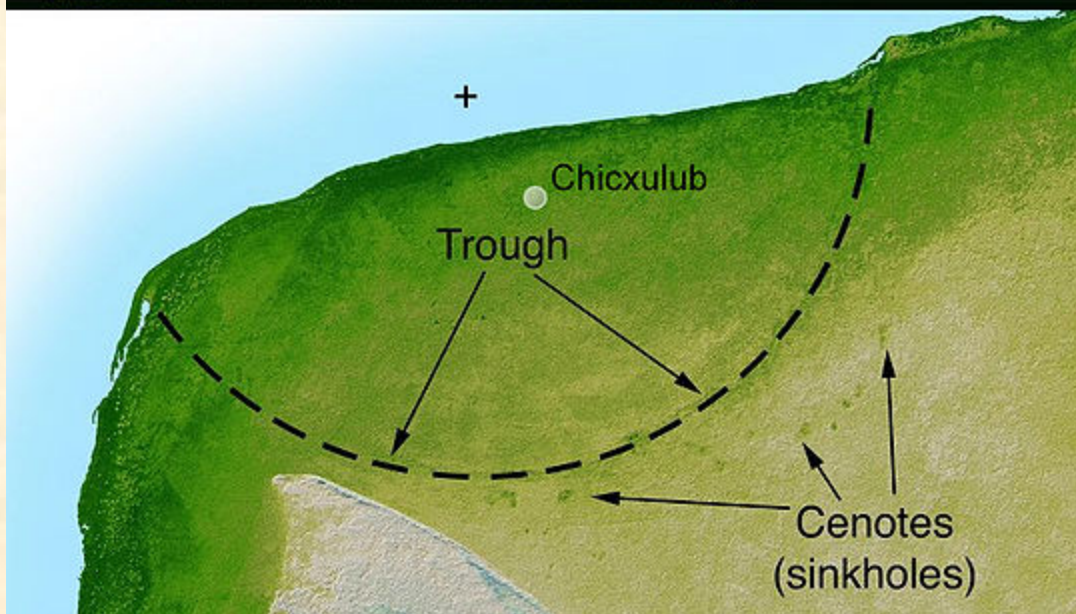
Minutos Luz

Unidades astronomicas



# La importancia de encontrar OCTs (NEOs)

- Asteroides y cometas han impactado a la Tierra y volverán a hacerlo
- Riesgo de impacto - extremadamente bajo pero consecuencias podrían ser catastróficas
  - Chicxulub – 10-14 km; cráter 180km; 100 Tera-toneladas TNT
  - Tunguska – 40-60m; 2150 km<sup>2</sup>; 10 – 15 Mega-toneladas TNT
- Único entre riesgos naturales donde hay capacidad de prevenir impactos tomando acciones oportunas
- **Deseable preparar una respuesta a través de cooperación internacional**



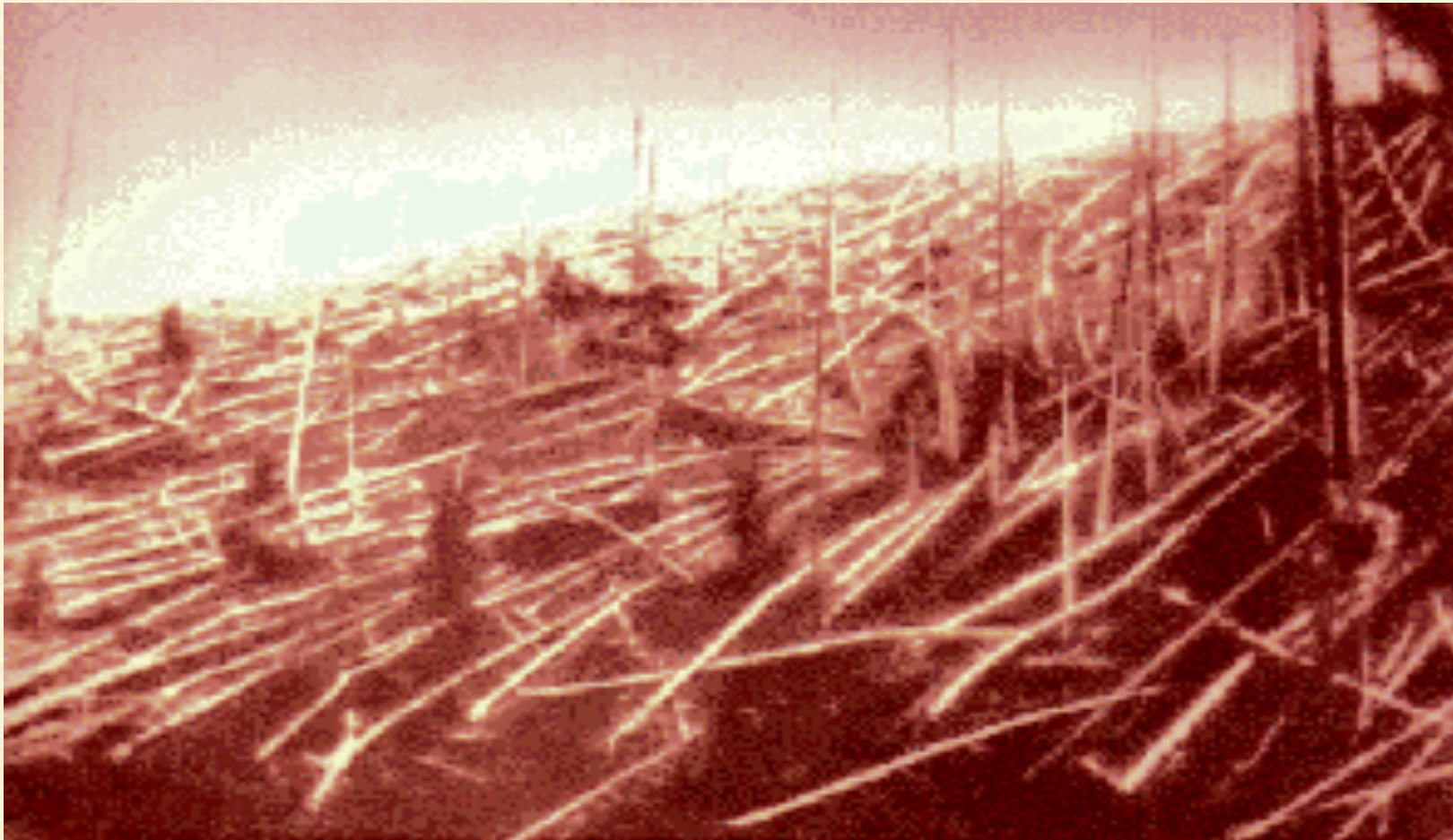




# Tunguska – Impacto de 1908

Foto Archivos de Rusia (1927)

Area Destruida – 2150 km<sup>2</sup> Meteorito de 80 m de largo

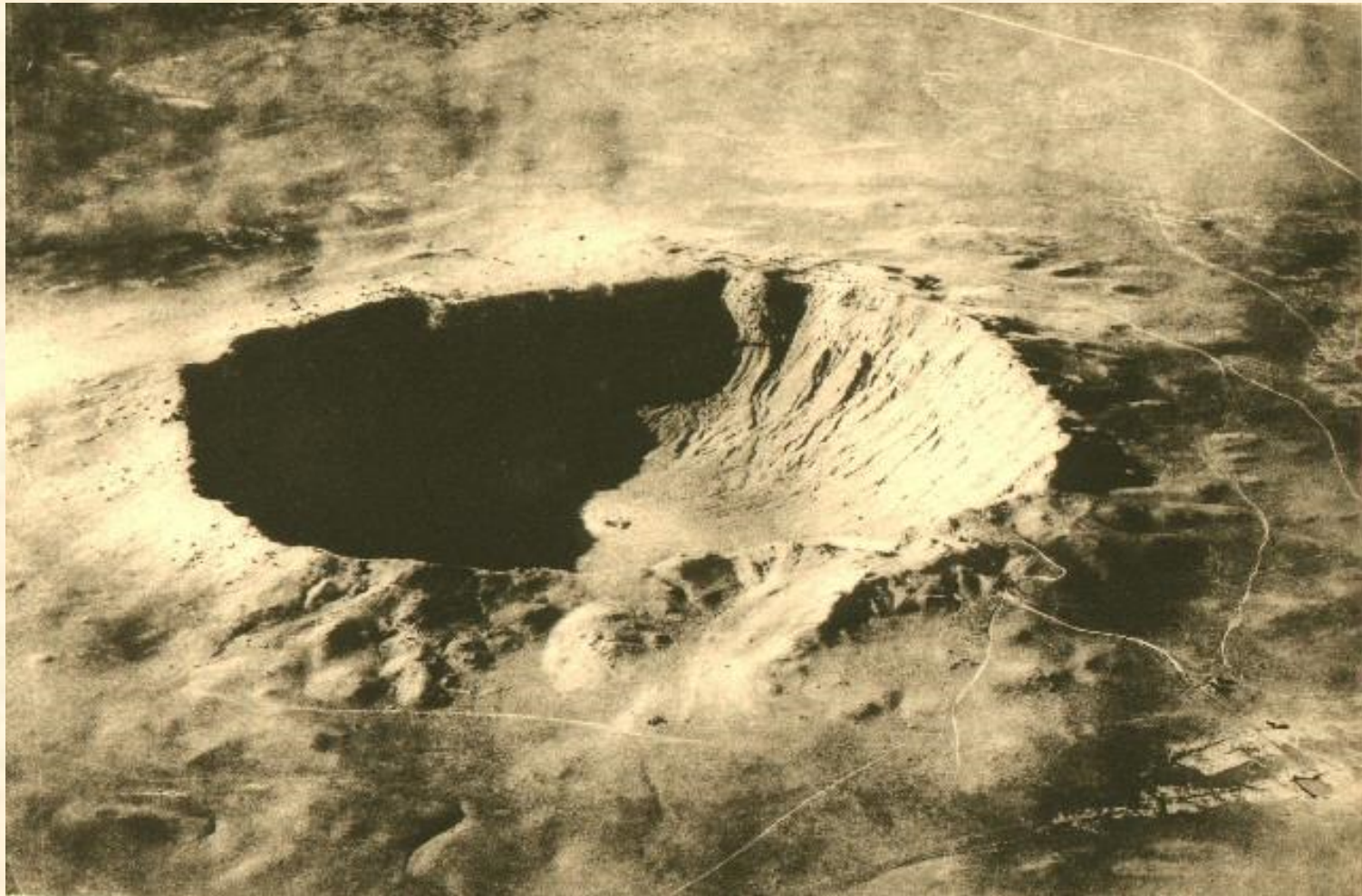


# Crater Barringer, Arizona

Impacto: 50,000 años, descubierto en 1930

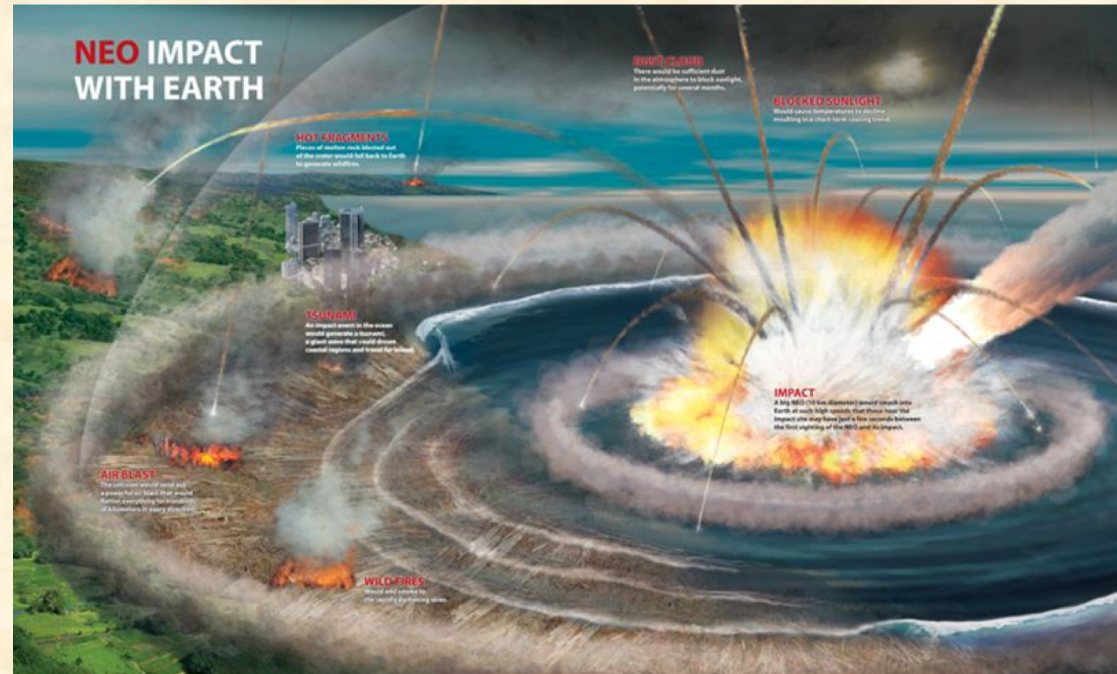
Diametro – 1.2 km

Meteorito de 50 m de largo



# ¿De qué dependen los daños de un impacto?

- Propiedades físicas del impactador (masa, tamaño, composición química, período de rotación)
- Condiciones de entrada en la atmósfera (velocidad y ángulo de entrada)
- Lugar del impacto sobre la superficie de la Tierra.



Type of event	Diameter of impactor	Average fatalities per impact	Typical interval (years)
High atmospheric break-up	<50m	close to zero	frequent
Tunguska-like events	50m to 300m	5,000	250
Large sub-global event	300m to 1.5km	500,000	25,000
Low global effect threshold	>600m	1.5 billion	70,000
Nominal global effect threshold	>1.5km	1.5 billion	500,000
High global effect threshold	>5km	1.5 billion	6 million
Rare K/T scale events (of type associated with extinction of dinosaurs)	>10km	6 billion	100 million

*ESTIMATED FATALITIES for a wide variety of different impact scenarios (after Chapman & Morrison, 1994, Nature 367, 33)*

# Objetos Cercanos a la Tierra (OCTs)

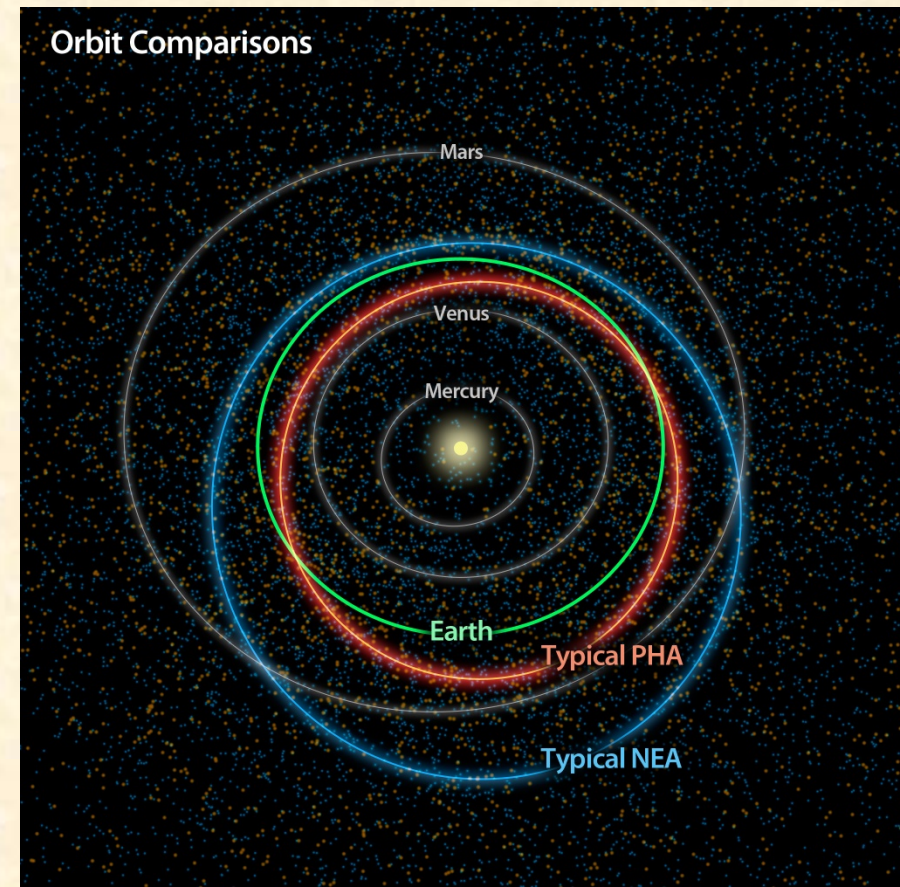
## Near Earth Objects (NEOs)

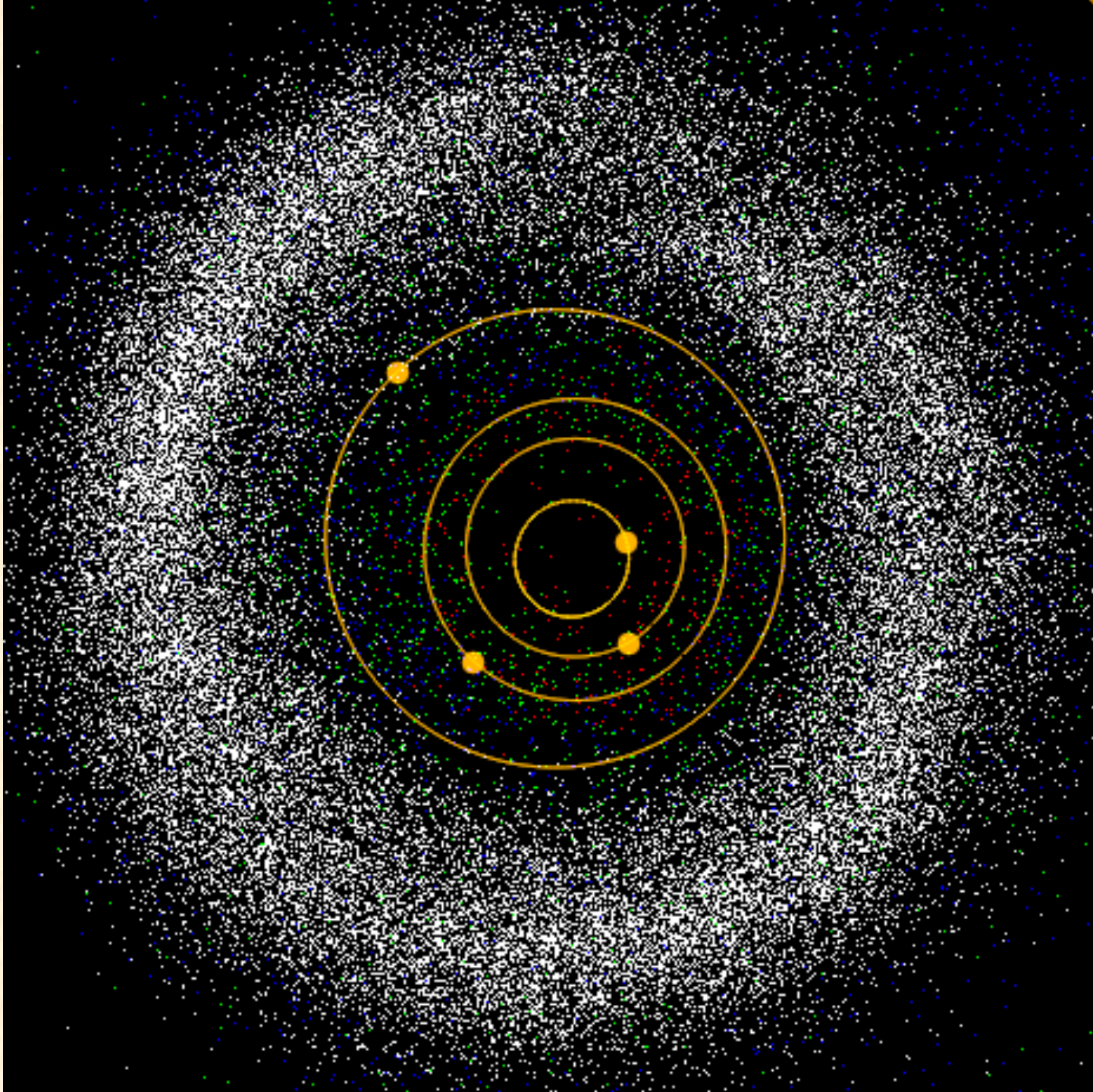
- Son aquellos (asteroides, cometas o meteoritos) con órbitas tales que eventualmente pueden interaccionar con la Tierra.
- Tamaños entre algunos metros y algunos kilómetros.
- Cuantos NEOs hay? Detectados más de 20,000, se calculan millones.
- Potencialmente peligrosos: 2 000. Se calculan 20 000.

# Asteroides Cercanos a la Tierra (NEAs)

## Asteroides Potencialmente Peligrosos (PHAs)

- Al moverse al interior del sistema solar, un asteroide se convierte en un Asteroide Cercano a la Tierra (NEA).
- Distancias perihélicas  $q < 1.3$  UA. Pueden pasar a 0.3 UA de la Tierra; es decir 45 millones de km, unas 120 veces la distancia media de la Tierra a la Luna.
- Asteroides Potencialmente Peligrosos (PHAs) son un subgrupo de NEAs que pueden tener distancias mínimas de intersección orbital con la Tierra de 0.05 UA (7.5 millones de km de la Tierra, unas 20 veces la distancia media de la Tierra a la Luna). Estos objetos pueden estar en trayectorias de colisión con la Tierra.



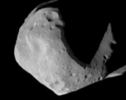




4 Vesta



21 Lutetia



253 Mathilde



243 Ida  
243 Ida 1 Dactyl



433 Eros



951 Gaspra



2867 Šteins



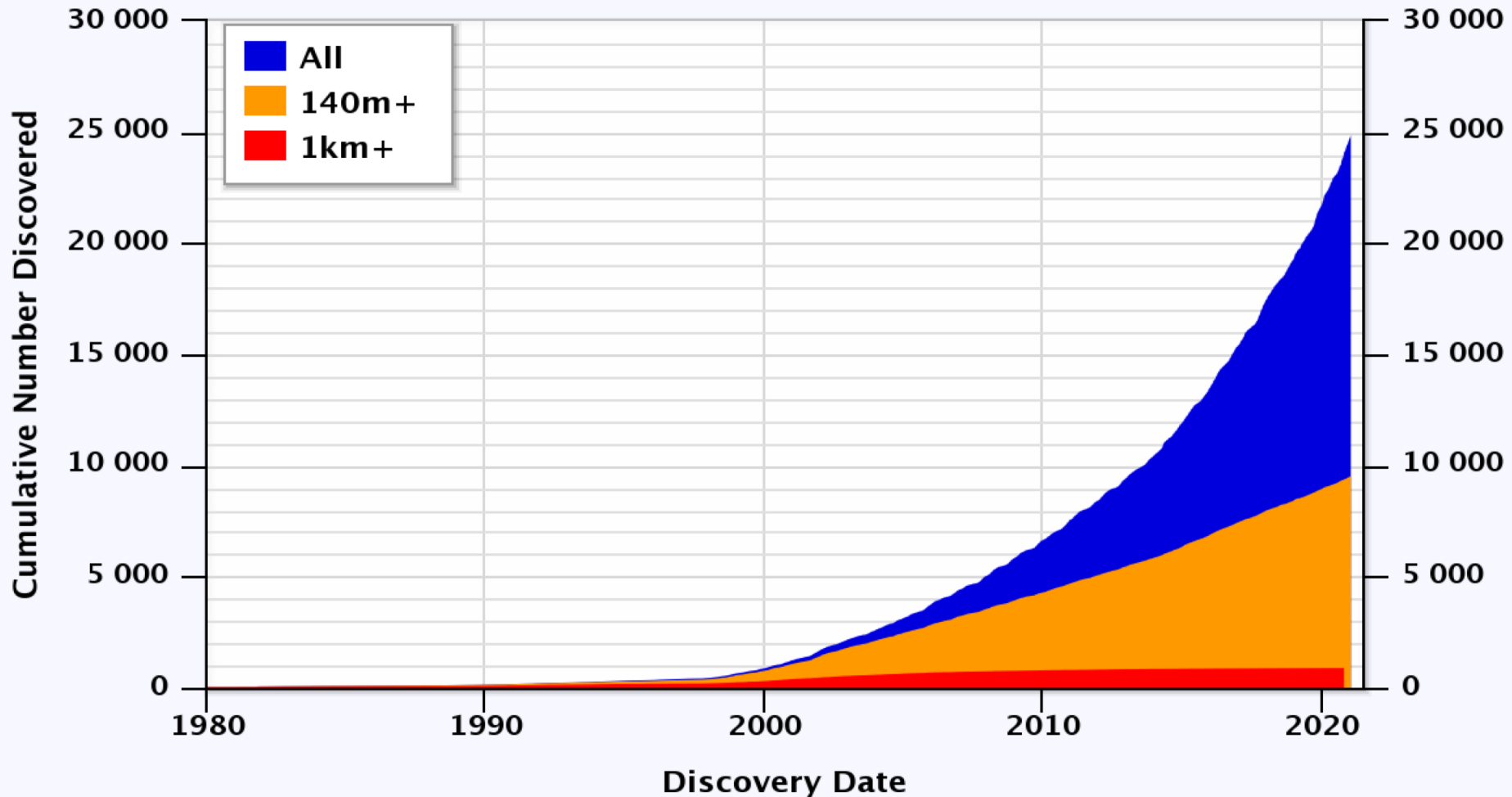
25143 Itokawa

# Cuántos NEAs hay y de qué tamaño?

(24,867 al 18 de enero de 2021)

## Near-Earth Asteroids Discovered

Most recent discovery: *2021-Jan-17*



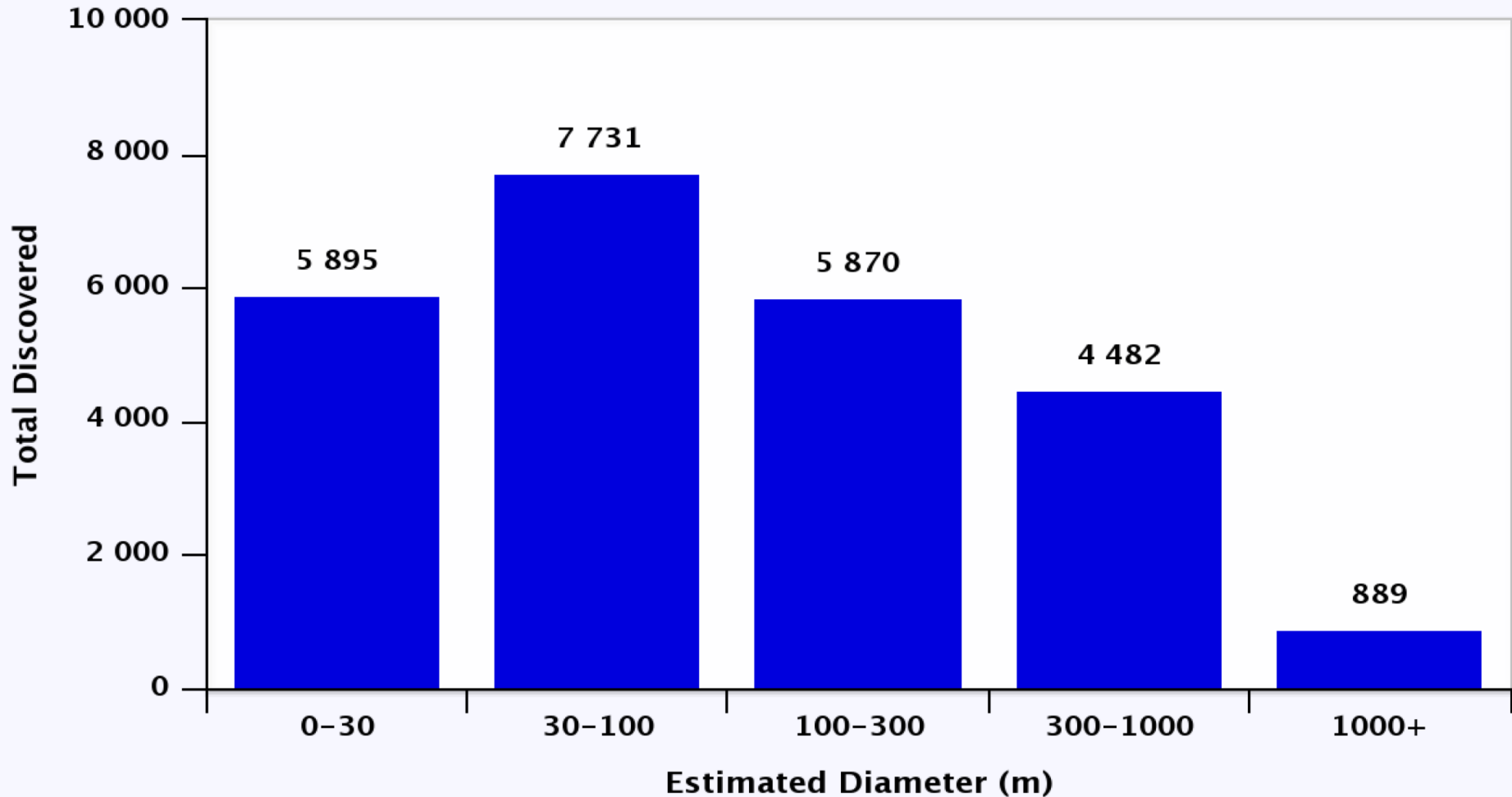


# Cuántos NEAs hay y de qué tamaño?

(24, 867 al 18 de agosto de 2019)

## Near-Earth Asteroids Discovered

Total per Size Bin (as of 2021-Jan-18)

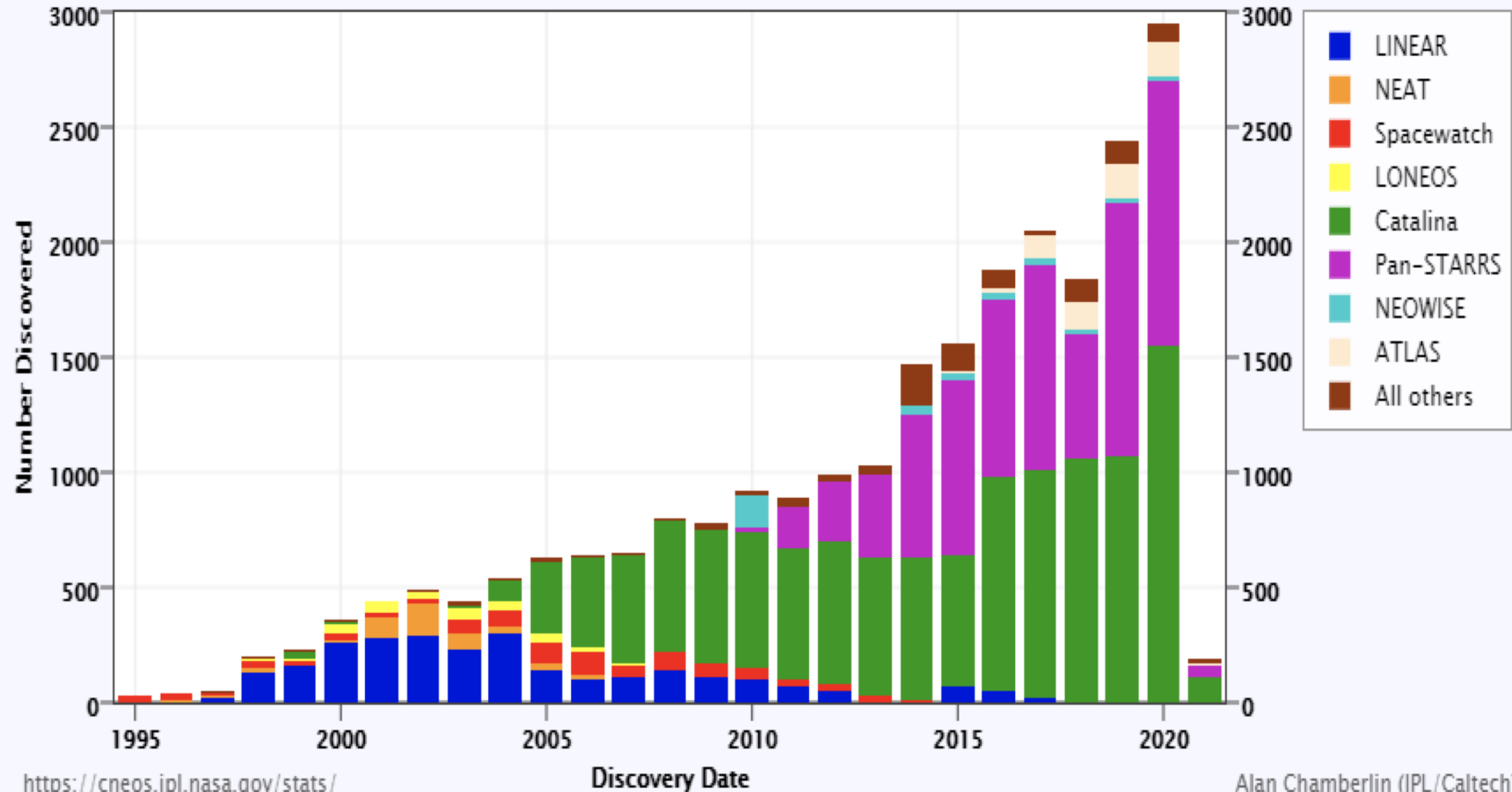


# Cuántos NEAs hay y de qué tamaño?

(24, 867 al 18 de enero de 2021)

## Near-Earth Asteroid Discoveries by Survey

All NEAs (as of 2021-Jan-18)



# Asteroides cercanos a la Tierra (NEAs)

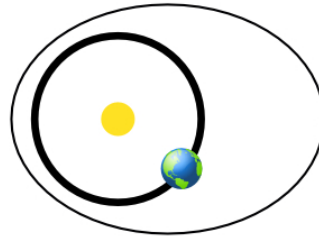
## Agrupados según tipo de órbita.

### Alejándonos del sol:

- “Atiras” - orbitan al Sol completamente en el interior de la órbita de la Tierra.
- “Atens” - órbitas más pequeñas y elípticas que la Tierra; Cruzan la órbita de la Tierra en su punto más alejado del Sol
- “Apollos”, - órbitas poco más grandes que la Tierra; cruzan la órbita de la Tierra en su punto más cercano al Sol
- “Amors”, - con órbitas completamente fuera de la de la Tierra, pero dentro de la órbita de Marte

# Amors

Earth-approaching NEAs with orbits exterior to Earth's but interior to Mars' (named after asteroid (1221) Amor)



$$a > 1.0 \text{ AU}$$
$$1.017 \text{ AU} < q < 1.3 \text{ AU}$$

# Apollos

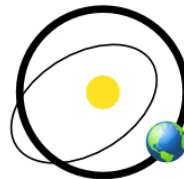
**Earth-crossing** NEAs with semi-major axes larger than Earth's (named after asteroid (1862) Apollo)



$$a > 1.0 \text{ AU}$$
$$q < 1.017 \text{ AU}$$

# Atens

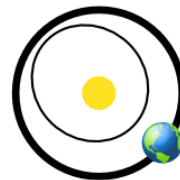
**Earth-crossing** NEAs with semi-major axes smaller than Earth's (named after asteroid (2062) Aten)



$$a < 1.0 \text{ AU}$$
$$Q > 0.983 \text{ AU}$$

# Atiras

NEAs whose orbits are contained entirely within the orbit of the Earth (named after asteroid (163693) Atira)



$$a < 1.0 \text{ AU}$$
$$Q < 0.983 \text{ AU}$$

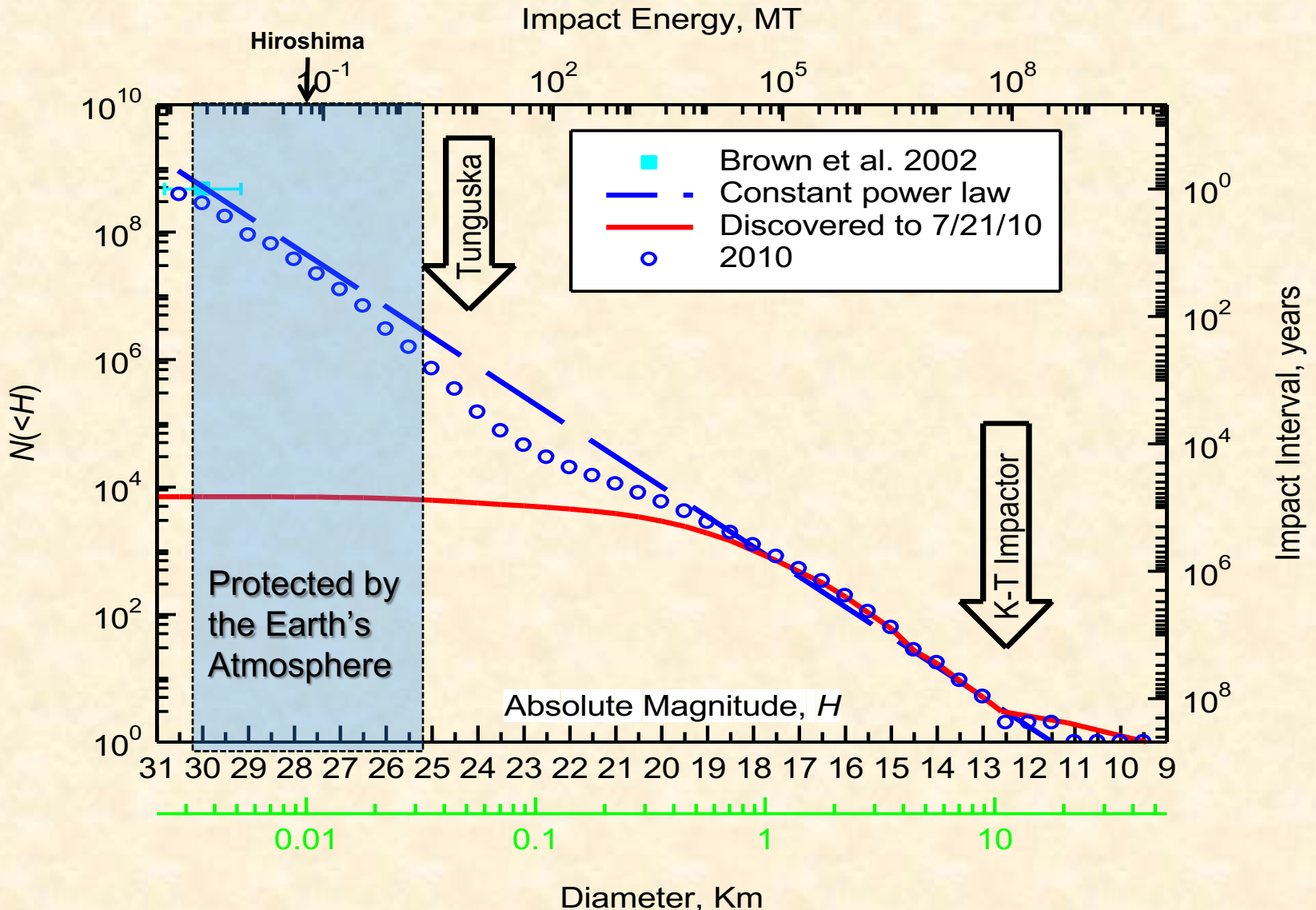
( $q$  = perihelion distance,  $Q$  = aphelion distance,  $a$  = semi-major axis)

Cómo, en general, no son

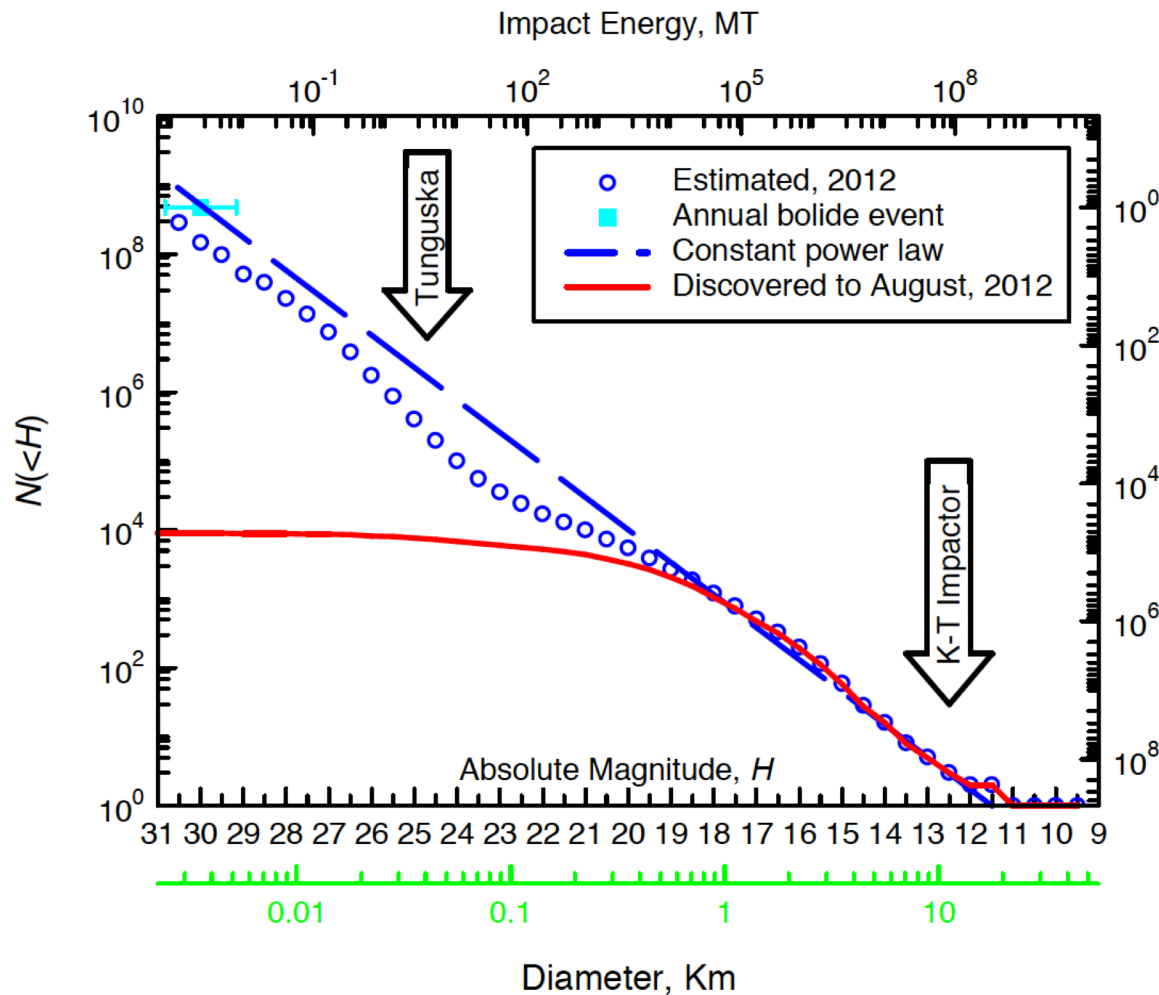




# Población de NEAs por tamaño, magnitud, energía de impacto & frecuencia (Harris 2006; NASA 2011)

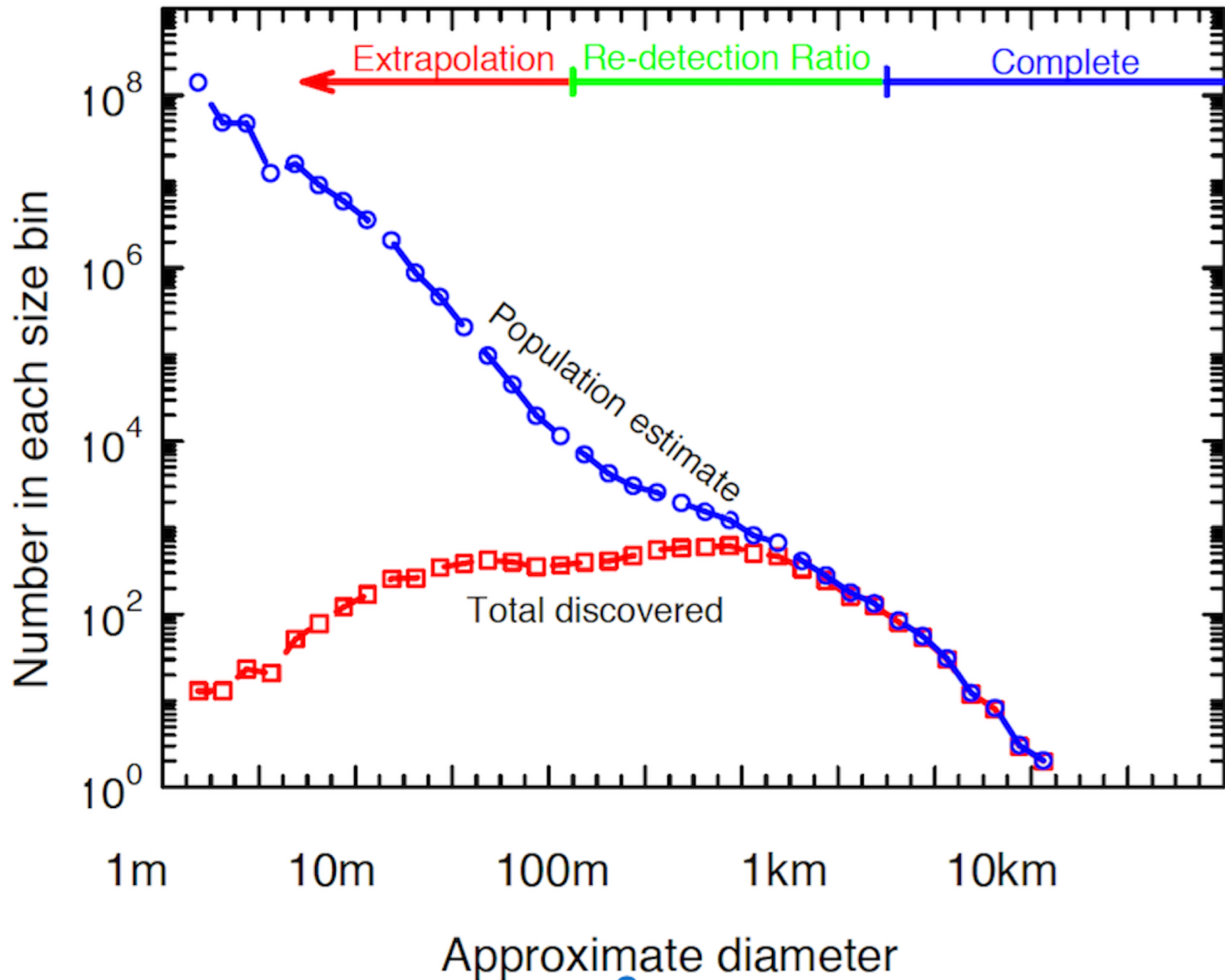


# Ancillary Scales: Impact Energy



$D = 1$  km  
 corresponds  
 to  $E = 60$  GT  
  
 $D = 100$  m  
 corresponds  
 to  $E = 60$  MT  
  
 $D = 10$  m  
 corresponds  
 to  $E = 60$  KT





# Razón para el rápido aumento en descubrimientos

- Existe un programa – **International Spaceguard Survey**
- Componente de EEUU al trabajo del International Spaceguard Survey ha proporcionado más del 98% de las nuevas detecciones
- Congreso de EEUU pidió a NASA (mayo de 1998) encontrar 90% de NEOs > 1km en 10 años; ~\$4M dls/año (2002)
- 2005; Congreso pide encontrar 90% asteroides > 140m en 15 años; \$20 M dls/año (2012)
- 2013; Congreso aumentó el presupuesto a \$40M dls/año

# Cómo sí son – 2012DA14 y Chelyabinsk (Interacción con la Tierra – febrero de 2013)



©Michael Carroll  
background: Bernard Gagnon

# NASA's NEO Search Program

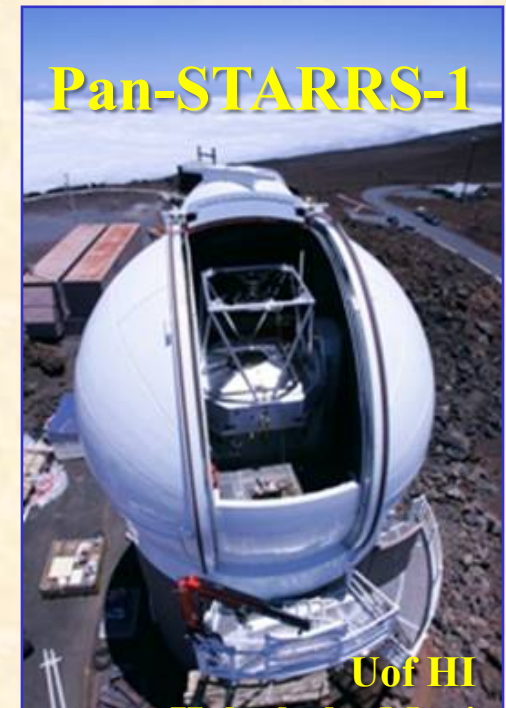
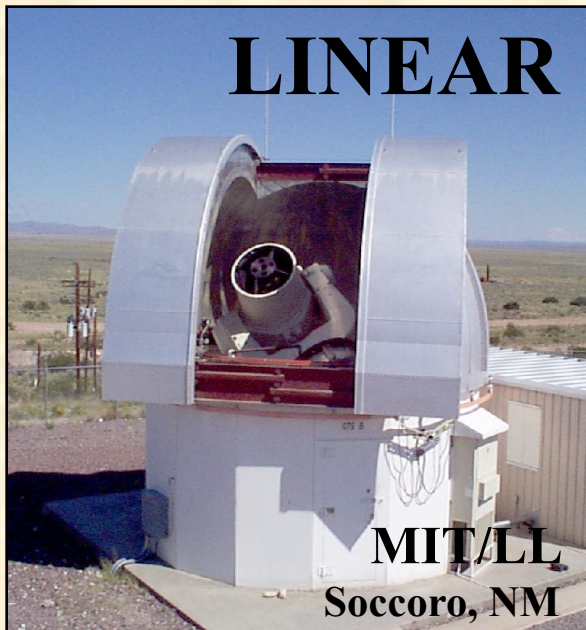
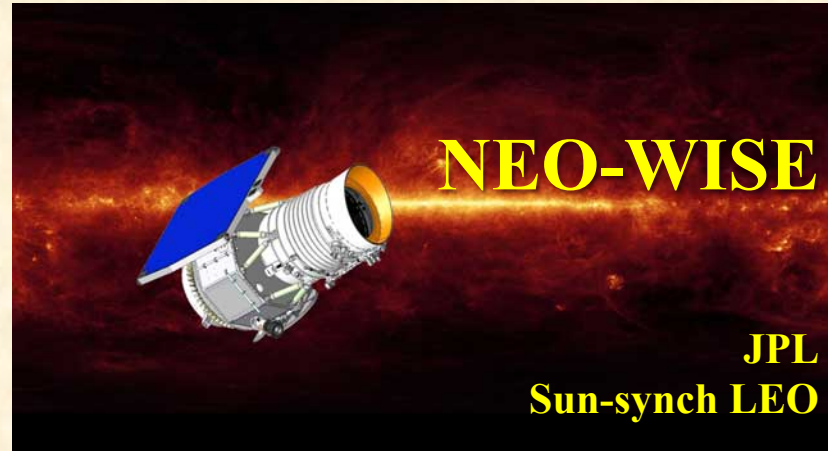
## (Current Systems)

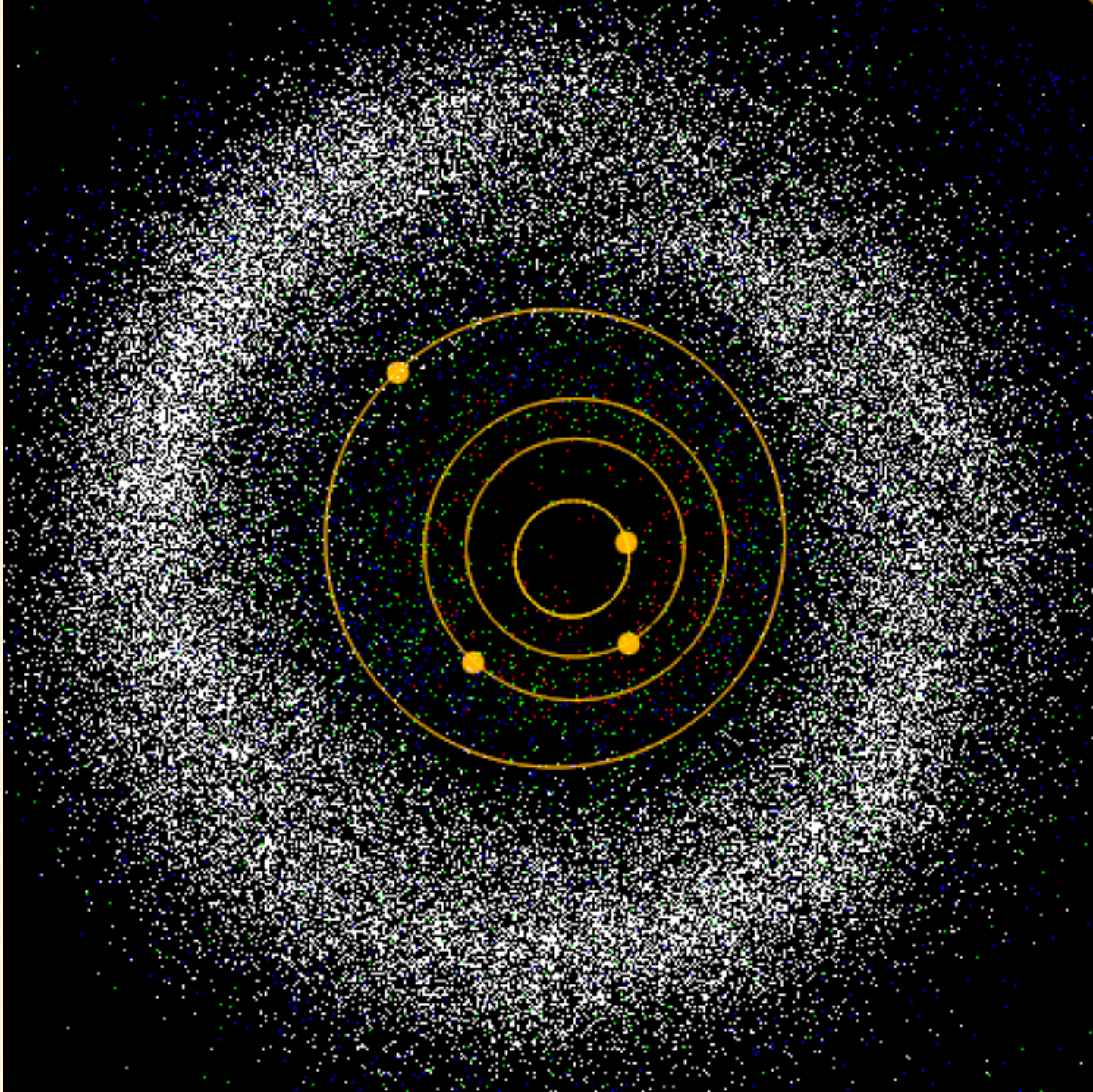
### Minor Planet Center (MPC)

- IAU sanctioned
  - Int'l observation database
  - Initial orbit determination
- [www.cfa.harvard.edu/iau/mpc.html](http://www.cfa.harvard.edu/iau/mpc.html)

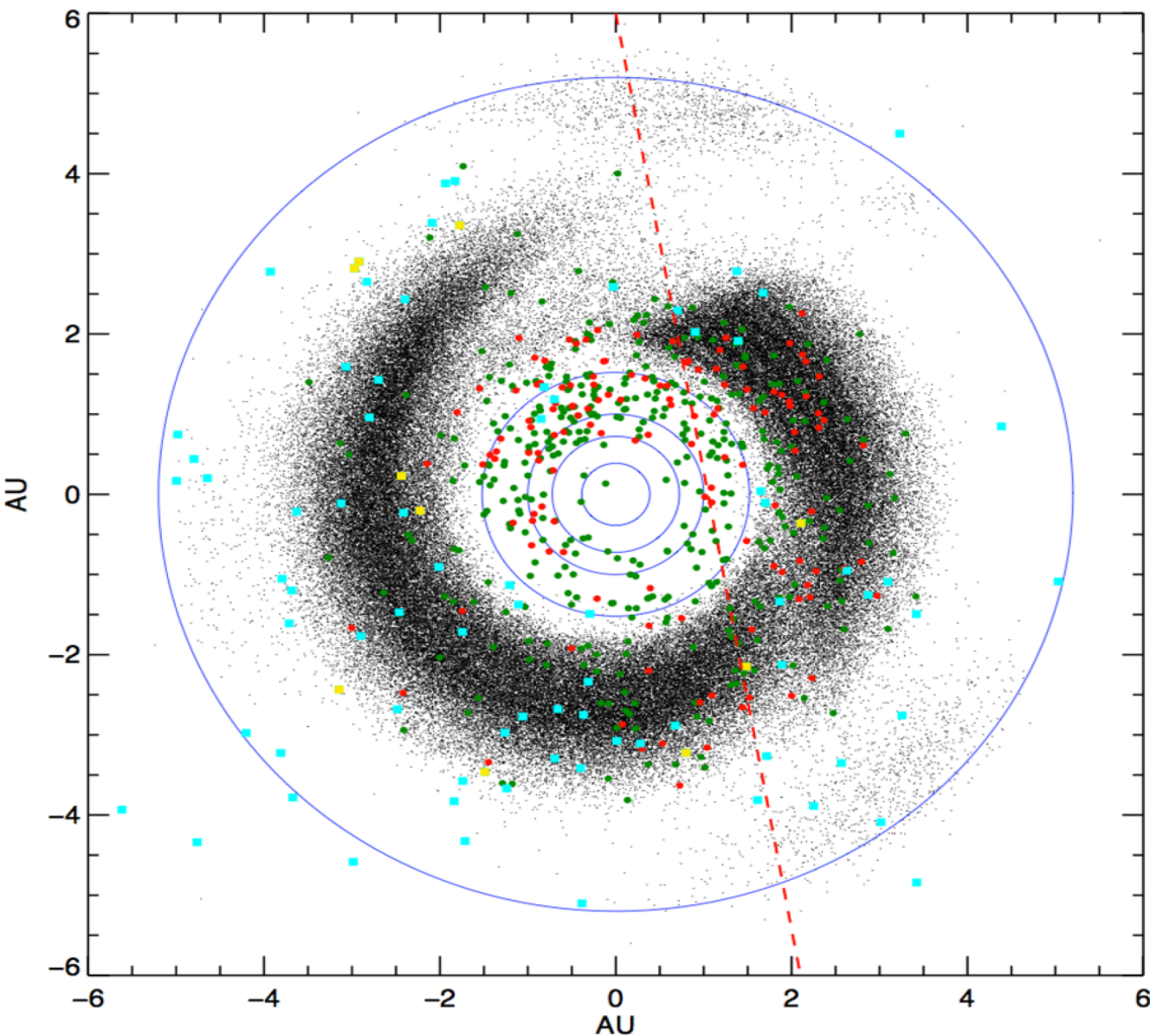
### NEO Program Office @ JPL

- Program coordination
  - Precision orbit determination
  - Automated SENTRY
- [www.neo.jpl.nasa.gov](http://www.neo.jpl.nasa.gov)





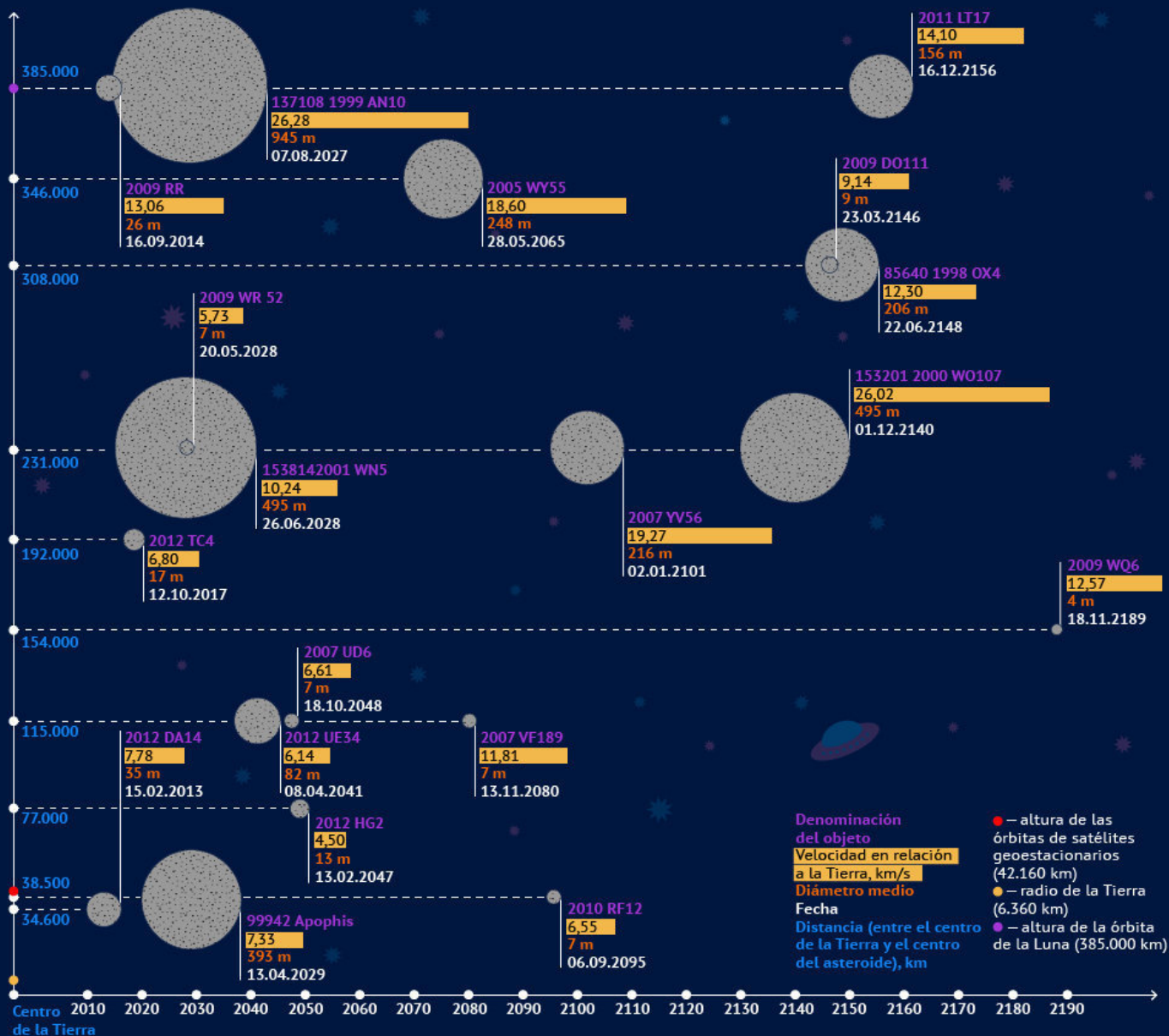
# Detecciones de NEO-WISE



Objetos detectados por NEOWISE hasta febrero de 2011 (distancias en Unidades Astronómicas). Círculo exterior: órbita de Júpiter; los círculos interiores representan las órbitas de los planetas terrestres. Los NEOS conocidos previamente se muestran como puntos verdes. Los nuevos NEOs descubiertos por NEOWISE se muestran como puntos rojos. Los cometas previamente conocidos observados por WISE se muestran como puntos azules, y los cometas descubiertos por NEOWISE se muestran como puntos amarillos. Todos los demás objetos, la mayoría del cinturón principal de asteroides, se muestran como puntos negros.

# Asteroides que se acercan a la Tierra

Los asteroides que pasarán a una distancia mínima de la Tierra en los próximos 200 años



# Origen del tema NEOs en las Naciones Unidas UNISPACE III - 1999

A/Conf.184/6

- El Milenio del Espacio: Declaración de Vienna sobre Espacio y Desarrollo Humano, Resolución 1 , párrafo (1) (c)
  - (i) Mejorar el conocimiento científico sobre el espacio cercano y ultraterrestre promoviendo actividades de cooperación en áreas tales como la astronomía, biología y medicina espaciales, física espacial, **estudio de los objetos cercanos a la Tierra y la exploración planetaria;**
  - (iii) **Mejorar la coordinación internacional de actividades relacionadas a los objetos cercanos a la Tierra,** armonizando los esfuerzos dirigidos a la identificación, observaciones de seguimiento y predicción de órbita prediction, y al mismo tiempo considerando el **desarrollo de una estrategia común que incluya actividades futuras relacionadas a los objetos cercanos a la Tierra**



# Establecimiento de Equipos de Acción

- Mecanismo para implementar recomendaciones de UNISPACE III
  - 2001 Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos (SACT), Grupo de Trabajo del Plenario, (A/AC.105/761, anexo II, párrafos 3-14)
- Establecimiento de Equipos de Acción - **2001 Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos (COPUOS)** (A/56/20, párrafos 44 – 61)
- Reino Unido tomó la Presidencia del Equipo de Acción (AT-14)

# Relación entre: EA-14, SACT, COPUOS

- AT-14 composición abierta; integrado por expertos gubernamentales y no-gubernamentales
  - Trabaja inter-sesionalmente
  - **Prepara un informe interino para la SACT (con recomendaciones)**
- SACT considera el tema sobre NEOs(74 Estados Miembro)
  - en Plenaria
  - **en Grupo de Trabajo sobre NEOs**
- COPUOS Aprueba informe de la SACT sobre NEOs y da nuevo mandato para la SACT
- Asamblea General – Aprueba informe de COPUOS

# Aspectos Complejos de una respuesta

- Determinar umbral de riesgo de impacto para tomar acción
  - Evacuación
  - Deflexión (en que dirección?) o destrucción del NEO
- Costo de la(s) misión(es) – quien paga?
- Responsabilidad en caso de fallar (nacional y/o internacional)
  - ¿Principio del “Buen Samaritano”?

## Status SACT - Feb. 2009 (A/AC.105/933)

- La SACT ... ..
- SACT tomó nota con satisfacción que el “Panel on Asteroid Threat Mitigation” de la ASE había preparado un informe ...“Asteroid threats: a call for a global response”, (entregado al AT-14 en 2008).

El Group de Trabajo sobre NEOs de la SACT consideró:  
[...]

- (d) El informe interino del Equipo de Acción sobre NEOs (2008-2009) (A/AC.105/C.1/L.298).

**Presidencia del Equipo de Acción y Grupo de Trabajo pasa a México**

# Recomendaciones Finales (2013)

En febrero de 2013, el EA-14 identificó 3 componentes primarias para la mitigación de amenaza:

- a) encontrar asteroides and cometas peligrosos e identificar los que requieran acción;
- b) plan de campaña de mitigación (deflexión y/o destrucción) y actividades de defensa civil; y
- c) implementar la campaña de mitigación (caso necesario)

# Recomendaciones Finales (2013)

- **Establecer una Red Internacional de Alerta de Asteroides (IAWN)**  
usando instituciones que realizan funciones de la IAWN propuesta:
  - i) descubrir, monitorear, y caracterizar físicamente la población de NEOs potencialmente peligrosos;
  - i) mantener un repositorio internacionalmente reconocido para la recepción, reconocimiento y procesamiento de todas las observaciones de NEOs;
  - i) recomendar políticas relacionadas con criterios y umbrales para la notificación de una amenaza emergente;
  - i) desarrollar una estrategia usando planes bien definidos de comunicación y protocolos para apoyar a los gobiernos en el análisis de las consecuencias de un impacto y planificación de la respuesta de mitigación.

# Recomendaciones Finales (2013)

## ➤ Establecer un Grupo Consultivo de Planificación de Misiones Espaciales (SMPAG).

Compuesto por representantes de países con capacidad espacial y entes pertinentes. Avalado, y su trabajo facilitado, por Naciones Unidas, sin implicaciones financieras para la ONU.

### Sus responsabilidades:

- i. preparar marco de referencia, línea de tiempos y opciones para iniciar actividades de respuesta
- ii. informar a la comunidad de defensa civil sobre la naturaleza de los impactos; e
- iii. incorporar a esa comunidad al proceso de planificación de mitigación a través de un Grupo Consultivo sobre Planificación para Desastres por Impactos (IDPAG).

# Resultado

- (2013) GT NEOs, SACT, COPUOS acuerdan
  - Se debe establecer una Red Internacional de Alerta de Asteroides (IAWN)
  - Se debe establecer un Grupo Consultivo de Planificación de Misiones Espaciales (SMPAG)
  - El Equipo de Acción debe facilitar el establecimiento de IAWN Y SMPAG
- (dic. 2013) Asamblea General acuerda las recomendaciones



# Establecimiento de IAWN y SMPAG

- Reuniones en MPC (Cambridge) y Tucson Arizona (2014) – IAWN

<http://neo.jpl.nasa.gov/neo/>

- Reuniones en ESOC (Darmstadt) y en Viena (2014) – SMPAG

<http://www.cosmos.esa.int/web/smpag>

# Miembros de SMPAG

AEM (México),

BELSPO (Belgium),

ASI (Italy),

Chinese Space Agency (China),

CNES (France),

Canadian Space Agency (Canada),

Chile

DLR (Germany),

# Miembros de SMPAG (cont)

ESA,

Ghana,

IAWN( ex-officio),

JAXA (Japan),

NASA (USA),

ROSA (Romania),

ROSCOSMOS (Russian Federation),

SSAU (Ukraine),

SUPARCO (Pakistan),

UK Space Agency (UK)

# **International Asteroid Warning Network (IAWN)**

## **Space Mission Planning Advisory Group (SMPAG)**

### **Status Report to STSC 2017**

*Lindley Johnson (IAWN)*

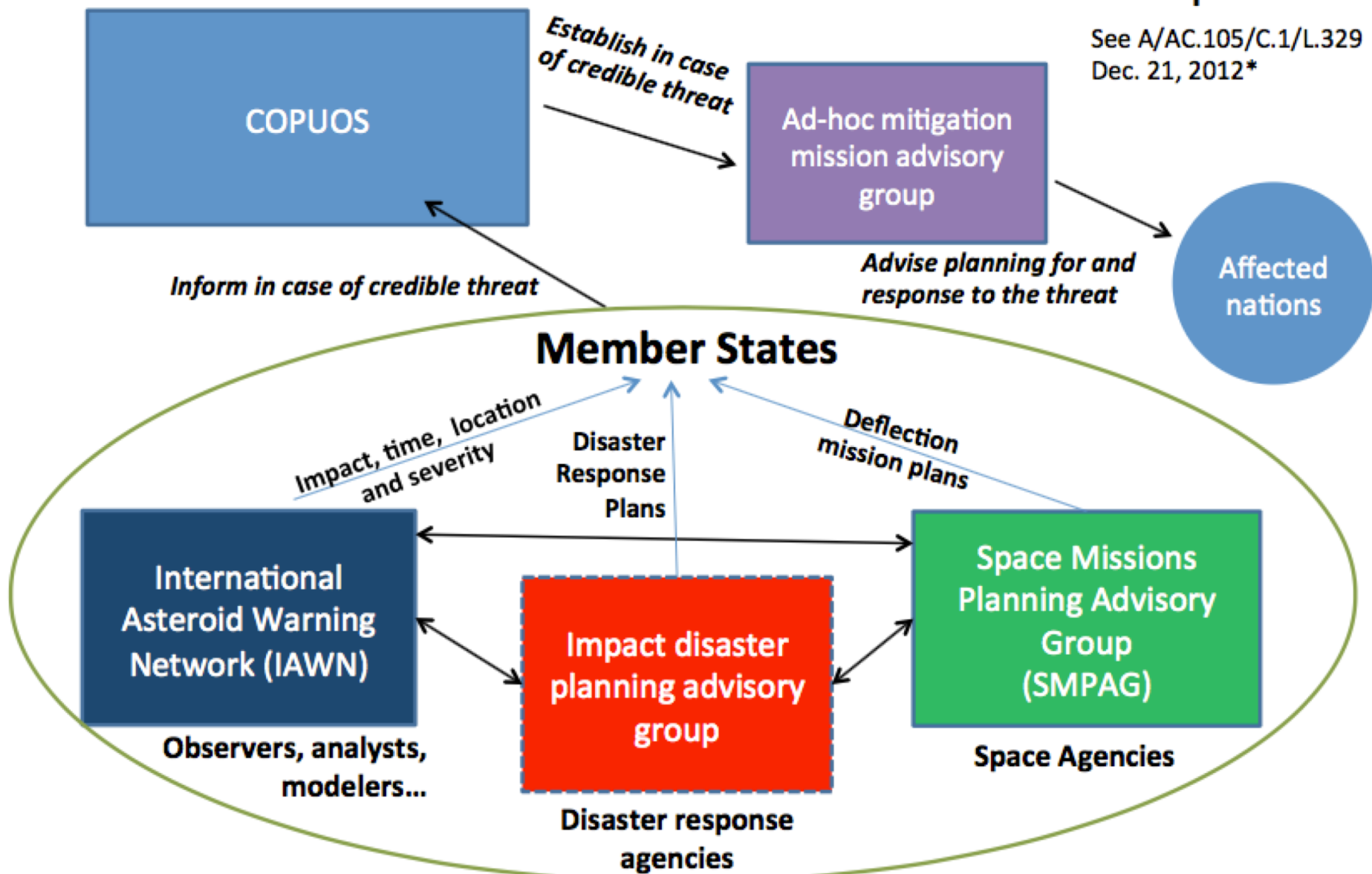
*Gerhard Drolshagen (SMPAG)*

**February 03 2017**

# UN Office of Outer Space Affairs Committee on Peaceful Uses of Outer Space

# Overview for NEO Threat Response

See A/AC.105/C.1/L.329  
Dec. 21, 2012\*



\*<http://www.oosa.unvienna.org/oosa/en/COPUOS/stsc/wgneo/index.html>

# Initial Signatories to IAWN



**National Institute of  
Astrophysics, Optics & Electronics**

**Peter Birtwhistle (*amateur follow-up observer,  
UK*)**



**European Southern Observatory (ESO)**



**Korean Astronomy & Space Science Institute  
(KASI)**



**Institute of Astronomy Russian Academy  
of Science (INASAN)**

**and, NASA Planetary Defense  
Coordination Office (PDCO)**



## Cámara Schmidt



## **Estación de monitoreo de Asteroides con la Cámara Schmidt del INAOE**

Se ha habilitado la histórica Cámara Schmidt del INAOE, con un sistema óptico renovado y una electrónica y sistema de adquisición modernizados, para establecer un programa de monitoreo de asteroides.

Objetivos:

Observaciones fotométricas (curvas de luz) de Objetos Cercanos a la Tierra (NEOs) y de asteroides del Cinturón Principal para determinar sus parámetros físicos (periodos de rotación, forma, tamaño, orientación del eje de rotación, etc.)

Se están realizando las observaciones astronómicas necesarias para obtener el código requerido por el Minor Planet Center (MPC) para ser parte de su red de monitoreo.

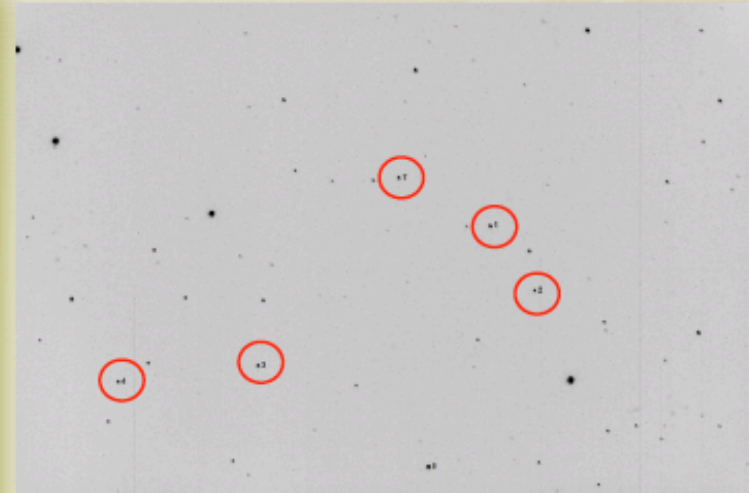
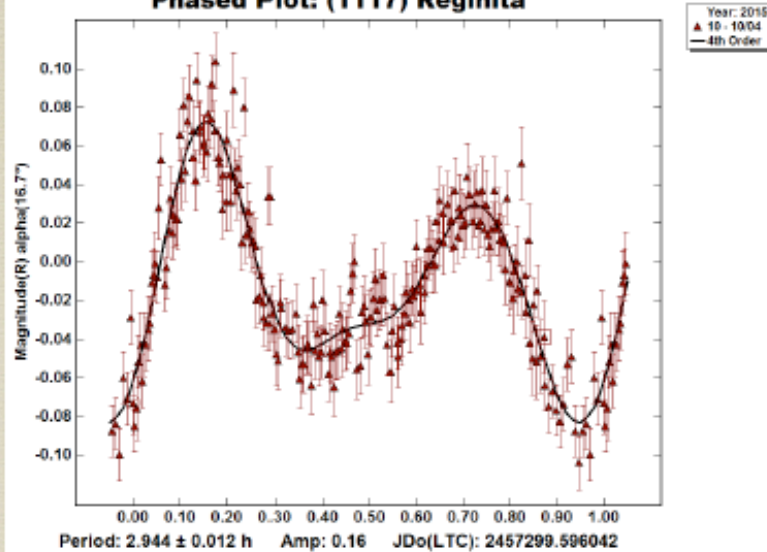
En enero de 2016 el INAOE se integró a la International Asteroid Warning Network (IAWN), auspiciada por la ONU.

Integrante de la Red Mexicana de Fotometría de Asteroides (Unison, UANL, UdeM, UdeG, UNAM, IPN, UAZ, UACoah)

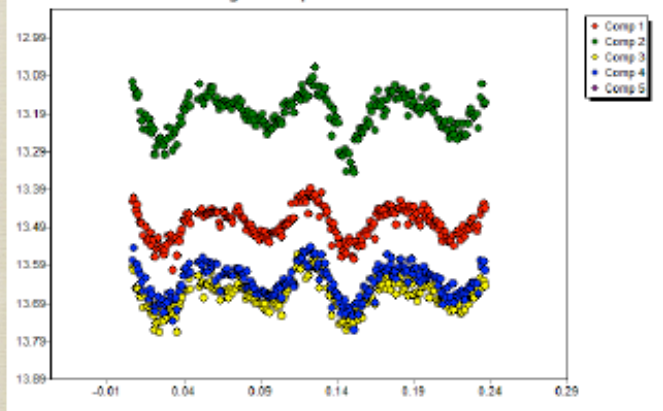


# Curvas de luz de asteroides. (1117) Reginita

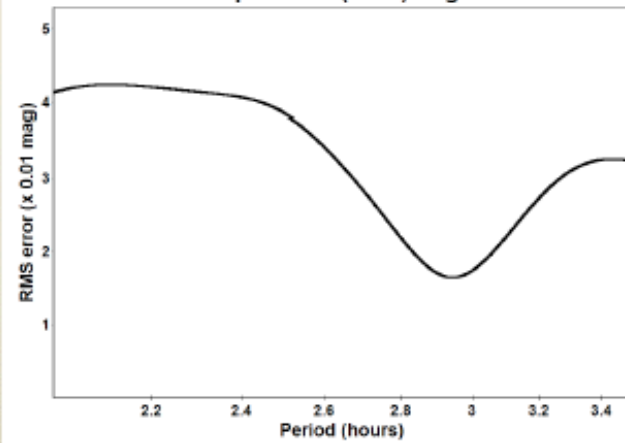
Phased Plot: (1117) Reginita



Target-Comps - RAW



Period Spectrum: (1117) Reginita



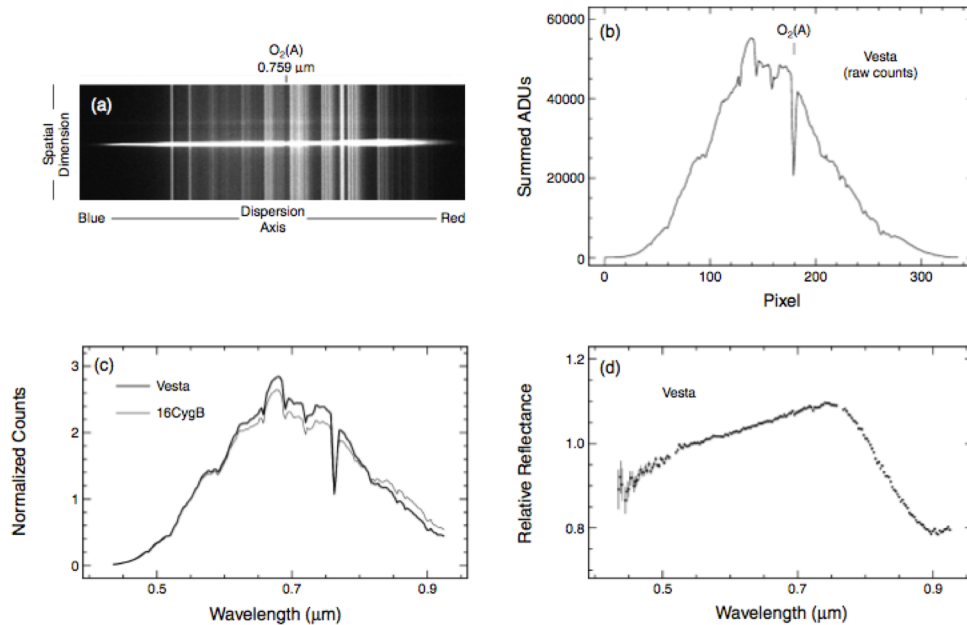
Astrofísica - Cámara Schmidt  
87 Sylvia  
2015/04/20 21:30-22:28



Astrofísica - Cámara Schmidt  
1084 Tamariwa  
2015/04/20 22:36-23:32



# Espectroscopía Óptica de NEAs en el Observatorio Astrofísico Guillermo Haro



## Espectrógrafo Boller & Chivens

Rejilla de 50 l/mm.

Cobertura espectral de 4000 a 9500 A

Dispersión: 10 A/pix

Ancho de la rendija: 400 micras (3.2 arcsec proyectada en el cielo)

CCD Site600 1024x1024 pixeles

