

A large white radio telescope dish is the central focus, mounted on a complex metal structure. The dish is tilted upwards and to the left. In the background, a green lattice crane stands on a rocky hillside. The sky is blue with scattered white clouds. The overall scene is an outdoor astronomical observatory site.

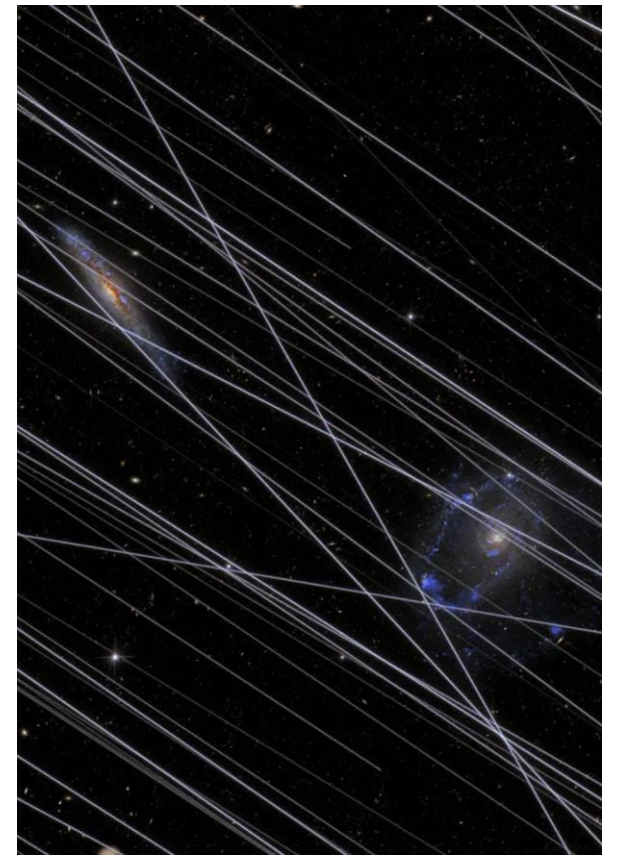
Desafíos Regulatorios de la Radioastronomía en México

David H. Hughes

Director Gran Telescopio Milimétrico
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

Radioastronomía

- ¿Por qué la radioastronomía?
- Radioastronomía en México
- Proteger las inversiones en infraestructura científica actual y futura
 - para un radiotelescopio, un teléfono celular en la Luna brilla tanto como Cassiopeia A.



Objetivos principales de radio astronomía

10 MHz < frecuencia < 400 GHz

x 40000

Rango de Frecuencia	Trazador Físico Clave	Objetivo Científico Principal
10 – 300 MHz	Línea de 21 cm desplazada, Sincrotrón	Mapear el Amanecer Cósmico, Reionización y Magnetismo a Gran Escala
300 MHz – 50 GHz	Púlsares, Hidrógeno neutro, Chorros	Probar Relatividad con Ondas Gravitacionales y estudiar Agujeros Negros
50 – 400 GHz	Líneas moleculares (CO, HCN), Polvo	Estudiar Formación de Planetas, Astroquímica y Galaxias Prístinas

History of the Universe



Radioastronomía en México

Infraestructura nacional

- Gran Telescopio Milimétrico (GTM-50m) 70 – 300 GHz
- Radio Telescopio Tulancingo (32-m) 18 – 27 GHz
- Mexican Array Radio Telescope (MEXART) 139.65 MHz
 - Observatorio de Centelleo Interplanetario (arreglo 64x64 dipolos)

Liderazgo nacional

- Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE, Puebla)
- Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRyA-UNAM, Morelia)
- Instituto de Geofísica (UNAM, Morelia)

Infraestructura internacional

- Atacama Large Millimeter Array (ALMA) – Chile
- Very Large Array (VLA) – Nuevo México, EE.UU
- ngVLA - consorcio mexicano en colaboración con el NRAO (EE.UU.) para desplegar (> 2038) estaciones de radio telescopios de última generación en Sonora, Chihuahua y Puebla

Gran Telescopio Milimétrico (GTM)

Radiotelescopio más grande del mundo operando en la banda con longitud de onda de 1mm

proyecto binacional (México, EE.UU.) > 1994

Inversión (construcción y operación) 1994 - 2025

Mexico

\$ 2000 M pesos (\$ 170 M USD)

Gobierno federal CONACYT / CONAHCYT / SECIHTI

USA

\$ 83 M USD

Gobierno federal - National Science Foundation

Total \$ 253 M USD – México 70%, USA 30%



Event Horizon Telescope (EHT)

A Global Network of Radio Telescopes

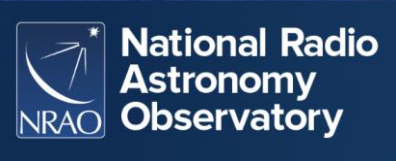


M87*

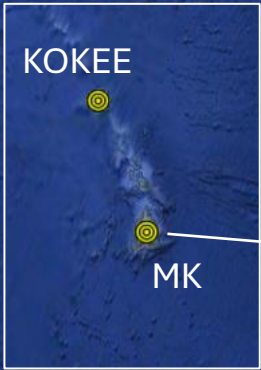
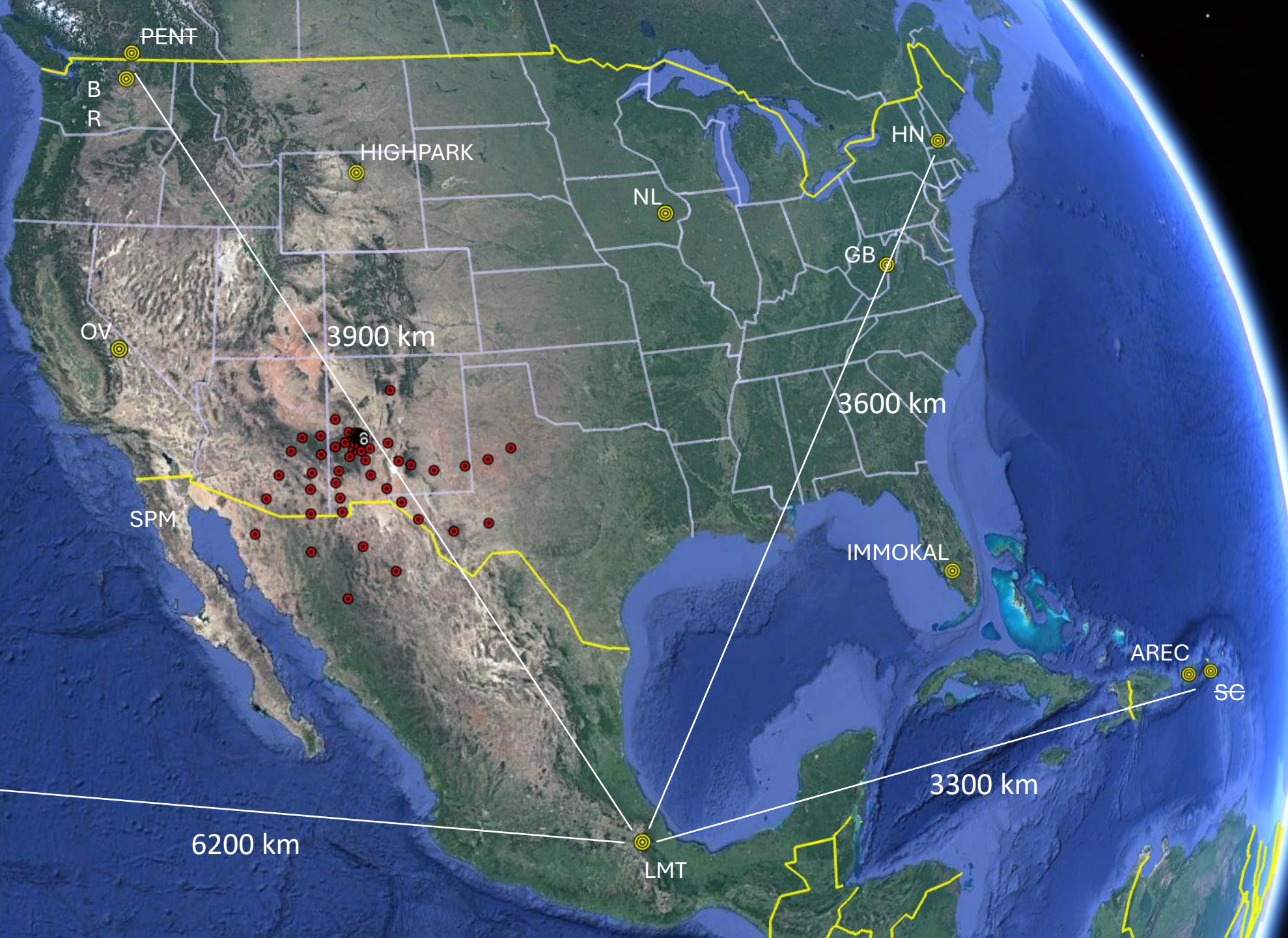
- Breakthrough Prize 2020 in Fundamental Physics
- Einstein Medal 2020

“para la primera imagen de un agujero negro supermasivo”





ng VLA LONG + LMT



Interferencia de radiofrecuencia (RFI) en radioastronomía

- **Internet de Banda Ancha en LEO (ej. Starlink, Kuiper, OneWeb, Guowang):**
Megaconstelaciones masivas en las bandas Ku, Ka y V. Su densa cobertura orbital y descargas de alta potencia generan un pesado ruido de fondo e invaden espectros astronómicos protegidos.
- **Redes Direct-to-Device (ej. Starlink D2D, AST SpaceMobile, Lynk Global):** Sistemas de alta potencia diseñados para transmitir datos móviles directo a smartphones. Operan en el rango de 1–2 GHz, amenazando directamente la sensible banda del Hidrógeno Neutro (1.4 GHz).
- **Sistemas de Navegación Global (ej. GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou):** Arreglos en órbita terrestre media que transmiten señales continuas y potentes en la banda L. Históricamente, sus emisiones fuera de banda han afectado el estudio de moléculas interestelares.
- **Redes Legadas e IoT (ej. Iridium Next, Swarm, Hiber):** Redes de satélites pequeños que operan en las bandas VHF y L. Sus canales de comunicación y hardware antiguo frecuentemente se traslapan con las líneas del hidroxilo cósmico.

The growing impact of unintended Starlink broadband emission on radio astronomy in the SKA-Low frequency range

D. Grigg^{1,2,*}, S. J. Tingay¹, and M. Sokolowski¹

¹ International Centre for Radio Astronomy Research, Curtin University, Bentley, WA 6102, Australia
² DUG Technology, 76 Kings Park Rd, West Perth, WA 6005, Australia

Received 27 March 2025 / Accepted 3 June 2025

ABSTRACT

We present the largest survey to date characterising intended and unintended emission from Starlink satellites across the SKA-Low frequency range. This survey analyses ~76 million full sky images captured over ~29 days of observing with an SKA-Low prototype station, the Engineering Development Array 2 (EDA2), at the site of SKA-Low. We report 112 534 individual detections of 1806 unique Starlink satellites, some emitting broadband emission and others narrowband emission. Our analysis compares observations across different models of Starlink satellites. It is shown that in the worst cases, some Starlink satellites is detected in primary reflections of terrestrial FM radio off Earth. We compare our results to previous work and quantify future changes in this emission.

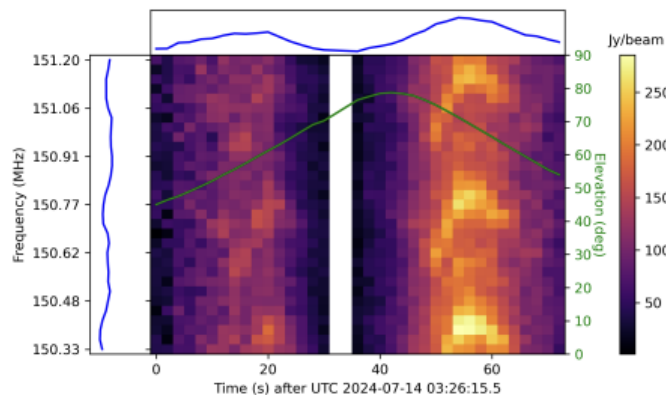
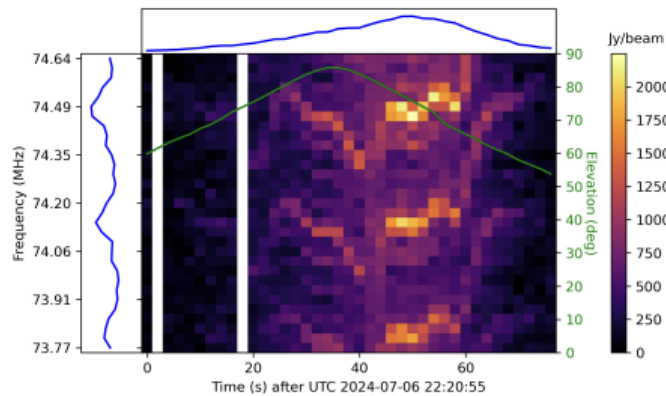
Key words. light pollution – space vehicles

1. Introduction

Mega-constellations of satellites are providing global internet coverage and communication on an increasingly unattainable scale. Several operators (Starlink constellation; USA), Amazon (OneWeb constellation; USA), and Eutelsat (OneWeb constellation; largest existing mega-constellations), and constellations planned from Shanghai Space (G60/Qianfan constellation; China), C Federation (Sfera constellation; Russia) to launch hundreds to tens of thousands to provide their services. Low Earth orbit altitudes of 400–800 km are desirable as the latency of communications between ground stations is minimised compared (~36 000 km altitude) and because they require fewer satellites than would be needed in higher-orbit network bandwidth.

Whilst the services these constellations offer are sought-after, there are drawbacks to launching satellites into LEO, some of which are only being discovered. Astronomy is suffering.

The effects of satellites interfering with radio astronomy have been well documented (Tyson et al. 2023), but the detrimental effects are just being discovered. The impact on radio telescopes in the most radio



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

DEUTSCH Search

ABOUT US | RESEARCH | NEWSROOM | CAREER | INNOVATION

Homepage > Newsroom > Research News > Leakage radiation from Starlink satellites interferes with radio telescopes

Starlink satellite electronics interfere with radio telescopes

Satellite operator SpaceX cooperates with radio astronomy

JULY 06, 2023

Astronomy

Just like us, using mobile phones, satellites also communicate with each other and with receiving stations on Earth using radio waves. Ideally, however, elaborate agreements with Network Agencies prevent satellites to interfere with radio astronomy observatories. An exception that has not been researched so far is the interference radiation that emanates from the on-board electronics of certain satellites, for example the Starlink satellite constellation of SpaceX.

Science Magazine
Events
My Science and Me
Images of Science
On Location
Infographics
Press Newsletter

Contact

Benjamin Winkel

Max Planck Institute for Radio Astronomy,
Bonn
+49 228 525-128
bwinkel@...

Gyula I. G. Józsa

Max Planck Institute for Radio Astronomy,
Bonn
+49 228 525-128
gjozsa@...

Norbert Junkes

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Max Planck Institute for Radio Astronomy.



Artist's impression of a satellite constellation in low-Earth orbit circling above the Lofar telescope.

* Corresponding author: dylan.grigg@icrar.org

Matrix of Starlink Frequencies vs. Radio Astronomy RFI Impacts

Starlink Frequency Band / Source	Transmitter Type	Impacted Telescope Array	Overlapping / Threatened Astronomical Bands	Specific RFI Impact & Scientific Threat
Electronics Leakage (UEMR) <i>(40 – 70 MHz & 110 – 188 MHz)</i>	Unintended Noise from onboard circuitry	SKA-Low (Australia)	Continuous Front-End <i>(50 – 350 MHz)</i>	Severe broadband blinding. Leaks directly into the internationally protected 150.8 MHz window. Swamps faint, ancient signals tracking the Epoch of Reionization (formation of the universe's first stars).
VHF Space-to-Earth Beacons <i>(148 – 150.05 MHz)</i>	Telemetry / Control Downlink	SKA-Low (Australia)	Continuous Front-End <i>(50 – 350 MHz)</i>	Direct spectral line corruption. Blasts high-intensity telemetry beacon data right next to protected astronomy windows, causing data dropouts when satellites cross the telescope's path.
Direct-to-Cell LTE Band <i>(1.9 – 2.0 GHz)</i>	Cellular Downlink directly to smartphones	SKA-Mid (South Africa) & ngVLA (US/Mexico)	SKA-Mid: Band 3 <i>(1.65–3.05 GHz)</i> ngVLA: Band 1 <i>(1.2–3.5 GHz)</i>	Dynamic, moving multi-beam interference. Strong space-to-ground cellular beams saturate receivers. It obliterates redshifted Neutral Hydrogen (HI) measurements and pulsar tracking.
Ku-Band Space-to-Earth <i>(10.7 – 12.7 GHz)</i>	User Terminal Downlink (Broadband data to homes)	SKA-Mid (South Africa) & ngVLA (US/Mexico)	SKA-Mid: Band 5b <i>(4.6–15.4 GHz)</i> ngVLA: Band 2 <i>(3.5–12.3 GHz)</i>	Wide-area saturation. Thousands of active satellites continually painting the ground with high-power broadband data beams. It creates severe "sidelobe" leakage, blinding observations of protoplanetary disks and organic interstellar molecules.

Starlink Frequency Band / Source	Transmitter Type	Impacted Telescope Array	Overlapping / Threatened Astronomical Bands	Specific RFI Impact & Scientific Threat
Ka-Band Space-to-Earth <i>(17.8 – 20.2 GHz)</i>	Gateway Downlink (Data to ground stations)	ngVLA (Main Array & Core)	ngVLA: Band 3 <i>(12.3–20.5 GHz)</i> & Band 4 <i>(20.5–34.0 GHz)</i>	Localized masking & blinding. Strong downlink beams can swamp cosmic water masers and ammonia (NH_3) line tracking, critical for mapping star formation histories.
E-Band Space-to-Earth <i>(71.0 – 76.0 GHz)</i>	Gateway Backhaul Downlink (V2 Mini ultra-high capacity)	ngVLA & LMT (Mexico)	ngVLA: Band 6 <i>(70.0–116.0 GHz)</i> LMT: SEQUOIA / RSR receivers <i>(75–110 GHz)</i>	High-frequency continuum noise. Overlaps with the vital 3mm atmospheric radio window. Threatened observations include the Redshift Search Receiver (RSR) tracking highly-redshifted Carbon Monoxide (CO) from the earliest star-forming galaxies.

ejemplos – SKA, ngVLA, GTM

RFI

Riesgos

- Potencia de transmisión satelital
- UEMR - paneles solares del satélite reflejan las señales terrestres (FM, radar)
- GTM - fuentes terrestres de RFI dentro del Parque Nacional de Pico de Orizaba
 - visitantes al PNPdO
 - comunicación/coordinación con SEMARNAT / CONAFOR/ protección civil,
 - Guardia Nacional - Esperanza caseta, Puebla – Veracruz

Mitigación

- Filtración (sistemas electrónicos)
- Filtración en la reducción de datos
- Orientación y coordinación en la transmisión de datos y comunicación
- Monitorear, identificar y cuantificar las fuentes de RFI
- Protección de las bandas (frecuencias) para astronomía
- Protección de las zonas silenciosas para radioastronomía
- coordinación <https://cps.iau.org/>

EL FUTURO DE LA RADIOASTRONOMÍA

Hacia un Equilibrio entre la Conectividad Global y la Ciencia

- **Vacío Regulatorio Crítico:** Las normas internacionales de la UIT regulan las transmisiones intencionales, pero **no existen leyes globales** que limiten la radiación no intencional (UEMR) generada por la electrónica de los satélites.
- **Diplomacia Científica Activa:** El Centro de la IAU para la Protección del Cielo Oscuro y Quieto (IAU CPS) lidera las negociaciones con agencias espaciales y empresas privadas para establecer estándares de blindaje de hardware.
- **Mitigación Tecnológica Dinámica:** Los observatorios desarrollan algoritmos de filtrado de datos en tiempo real y coordinan ventanas de observación con operadores (como SpaceX) para "apagar" haces sobre zonas de exclusión.
- **Llamado a la Acción:** Proteger el espectro radioeléctrico es urgente; sin una regulación estricta y colaboración industrial, los telescopios terrestres más avanzados corren el riesgo de perder su sensibilidad de forma permanente.



GTM - Sierra Negra, Puebla

Pico de Orizaba

5740 m

GTM / Sierra Negra

4600m

