

# The Large Millimeter Telescope status and site protection

Alberto Carramiñana

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica  
Luis Enrique Erro 1, Tonantzintla, Puebla, México

CORF Meeting, 20-21 May 2008

# The LMT specifications

50 m diameter aperture  
(2000 m<sup>2</sup>)

Range 70 to 370 GHz

→ 70  $\mu\text{m}$  rms active surface  
(180 panels @ 20  $\mu\text{m}$  / panel)

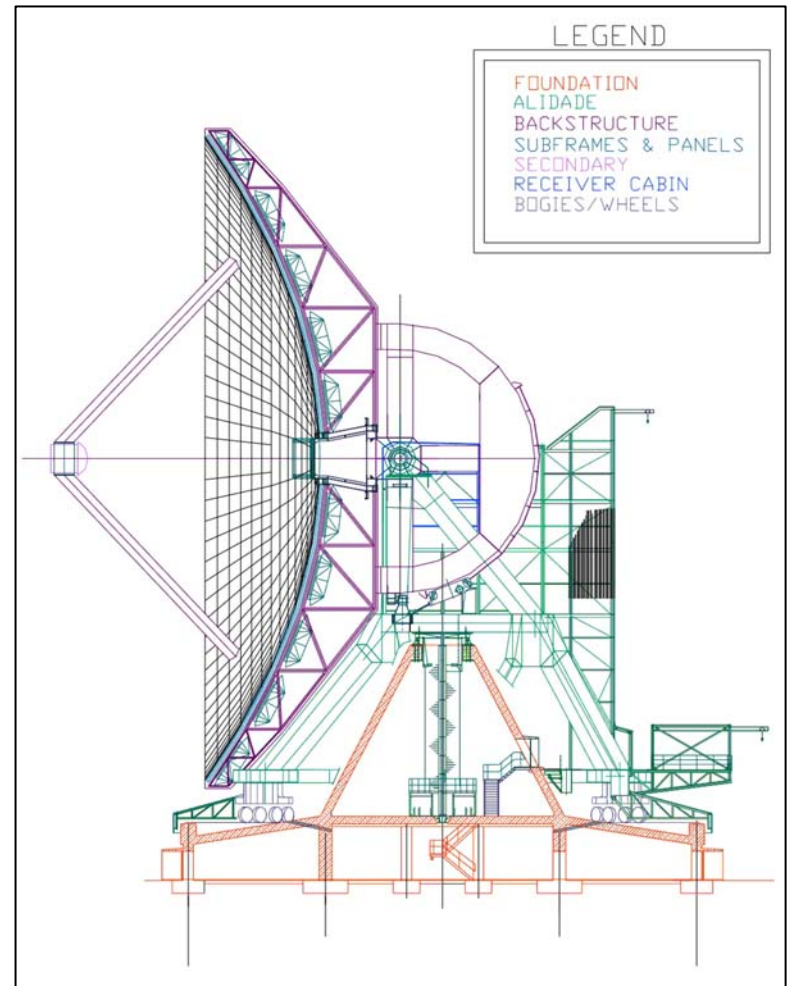
5" ( $\lambda/\text{mm}$ ) resolution

→ 1" relative pointing

FOV = 4' diameter

Slew to 1 deg/s per axis

Array cameras -  
heterodyne and  
continuum mapping



Design by MAN Technologie  
(now MT Mechatronics)

# Instrumentation and bands

- Redshift receiver
  - 4 pixel dual polarization spectrograph
  - 76-115 GHz
- SEQUOIA
  - dual polarized 4×4 element tunable heterodyne receiver
  - 85 -116 GHz
- AzTEC
  - 144 bolometer camera
  - 2.1, 1.1 mm
  - Operational at JCMT and ASTE
- SPEED
  - 4 pixel frequency selective bolometers
  - 2.1, 1.4, 1.1, 0.85mm simultaneous
- 1mm SIS receiver

# LMT timeline

- 1994: bi-national INAOE - UMass project approved by CONACyT
- 1997: Sierra Negra site selected
- 1998: design selection
- 2000: construction begins
- 2005: antenna lift
- 2006: presidential inauguration
- 2007: inner panel reinstallation and metrology
- 2008: LMT-30 surface, holography and 3mm first light
- 2009: LMT completion (50m) and 1mm first light

Nov 2006







Nov 2006

October 2007







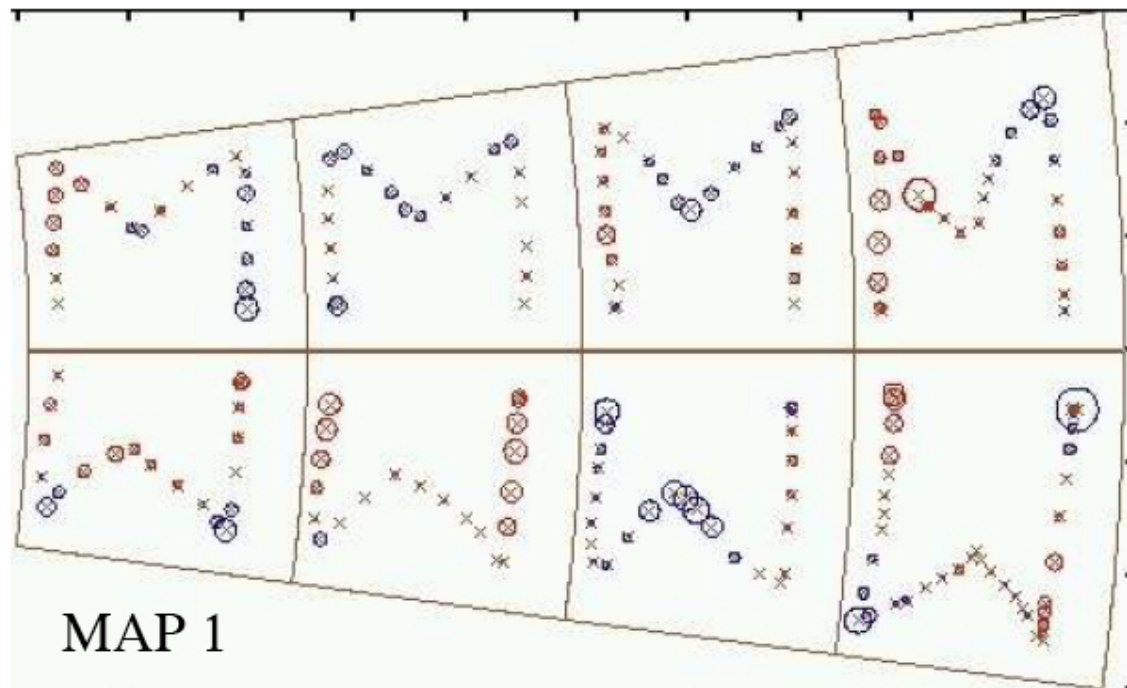
May 2007



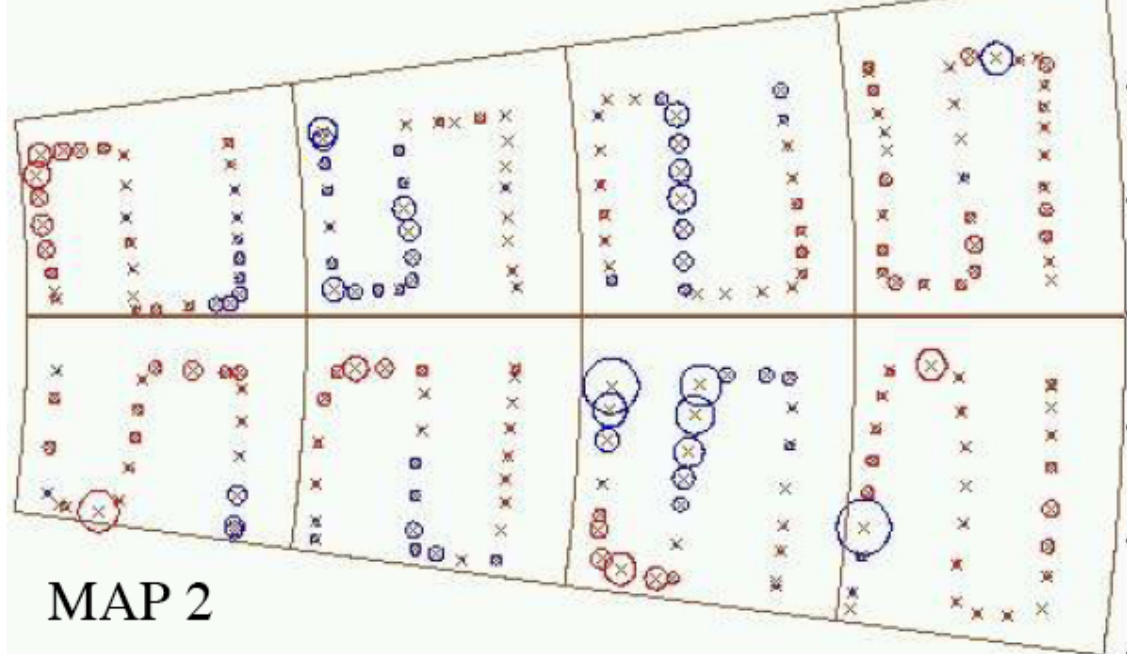


Laser tracker measurements (oct 2007)

Map Repeatability  
D1R2S24  
*Residuals after 4  
parameter Fit*



MAP 1



MAP 2

| MAP          | 1           | 2           |
|--------------|-------------|-------------|
| DATE         | 9/6/07      | 9/24/07     |
| Z OFF        | -1.503E-001 | -1.235E-001 |
| Error Z OFF  | 1.807E-003  | 1.984E-003  |
| TILT X       | 6.069E-006  | -2.712E-005 |
| Error Tilt X | 1.260E-006  | 1.406E-006  |
| TILT Y       | 1.336E-004  | 7.294E-005  |
| Error Tilt Y | 2.739E-006  | 3.031E-006  |
| WARP         | -3.217E-008 | 6.131E-009  |
| Error WARP   | 1.880E-009  | 2.167E-009  |
| RMS          | 25.1        | 29.6        |

Note: Derived Z offset and Tilts are dependent on details of alignment for a given map and will not necessarily repeat. Warp should be independent of this, so apparent change is interesting.

# Current status

- Antenna complete (2006) and tested (full movement, tracking, pointing - 2006/2007)
- Inner 3 rings (30m) surface properly installed
  - metrology of nickel panels completed
  - holography of inner surface in May - June 2008
- Secondary (M2): first article rejected; second article under construction
- tertiary (M3): mirror completed. Subsystems almost completed (summer 2008)
- Actuator design revised and under construction
- Outer panels designed but contractual problems
- Target: 3mm first light in September

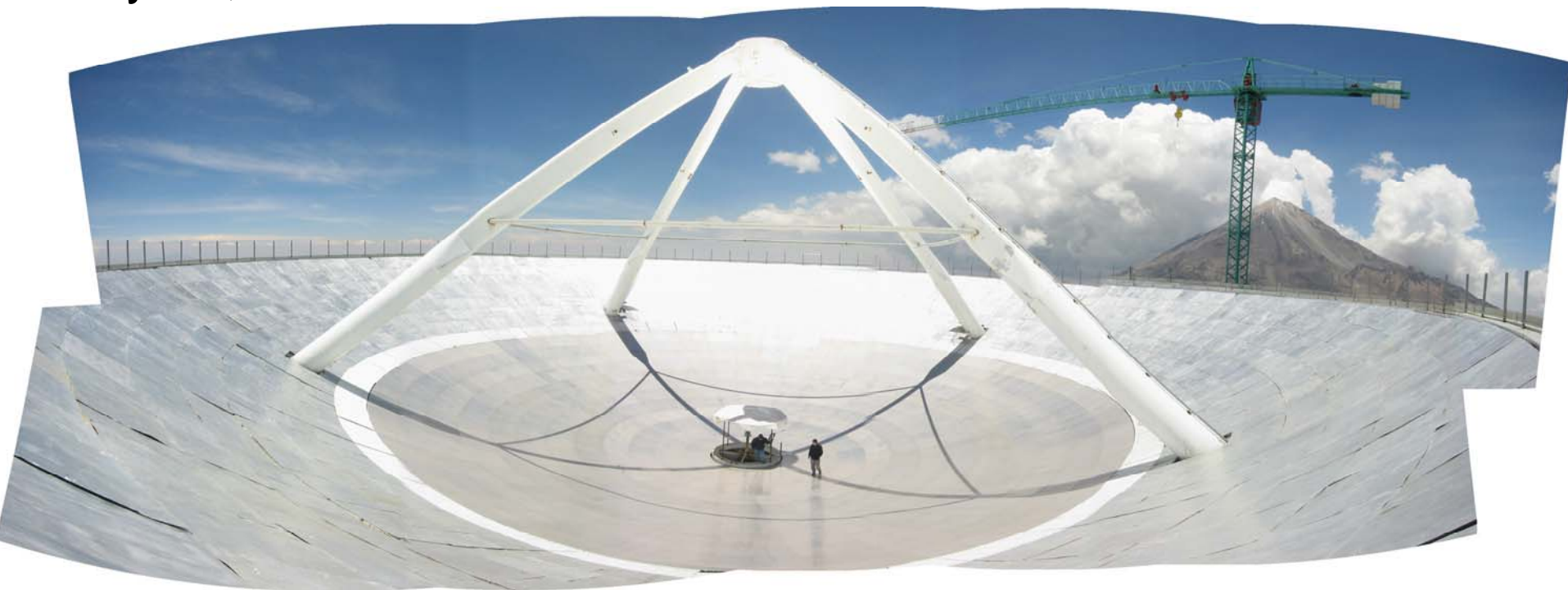




14 May 2008

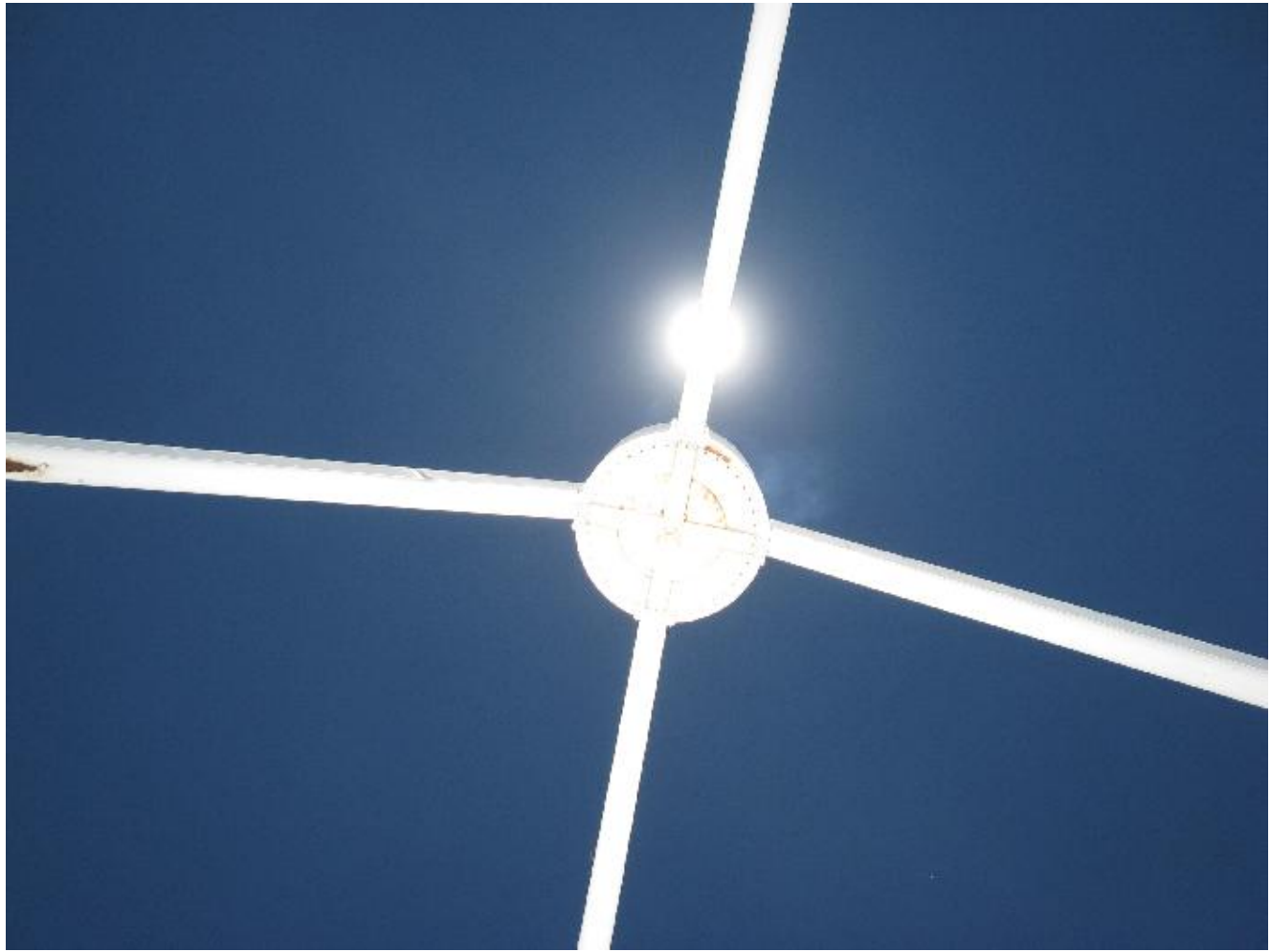


May 14, 2008









# Monitoring program



Frequency bands  
previously monitored:

88 - 108 MHz

144 - 146 MHz

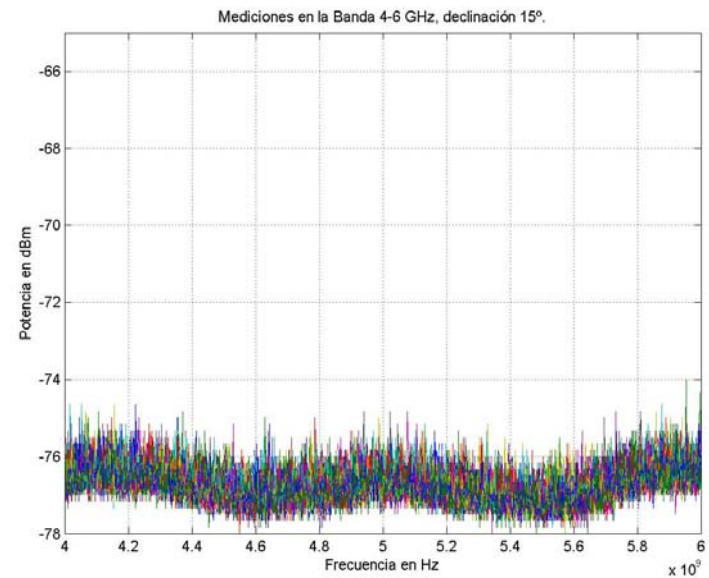
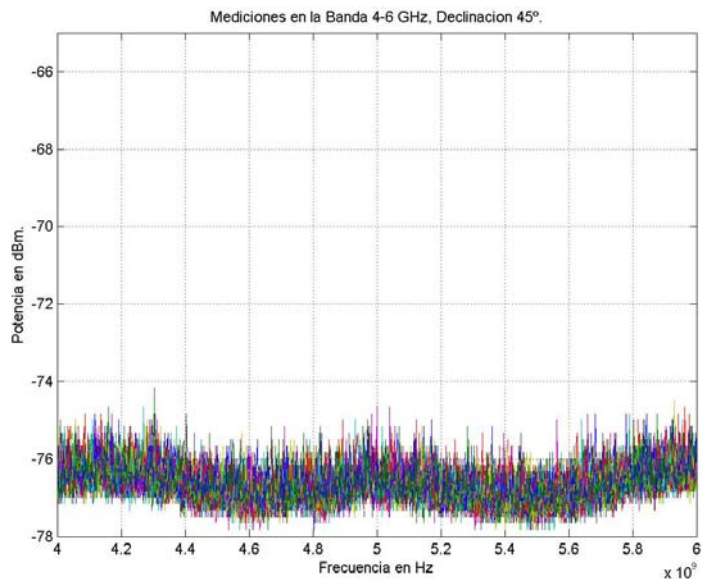
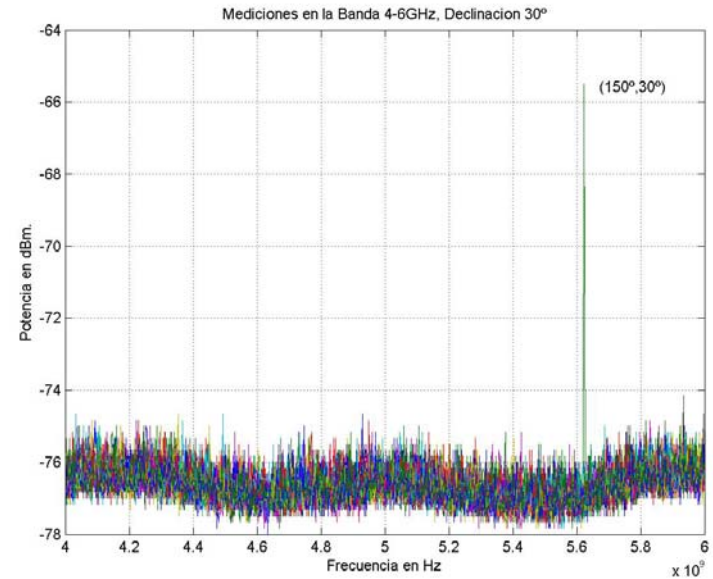
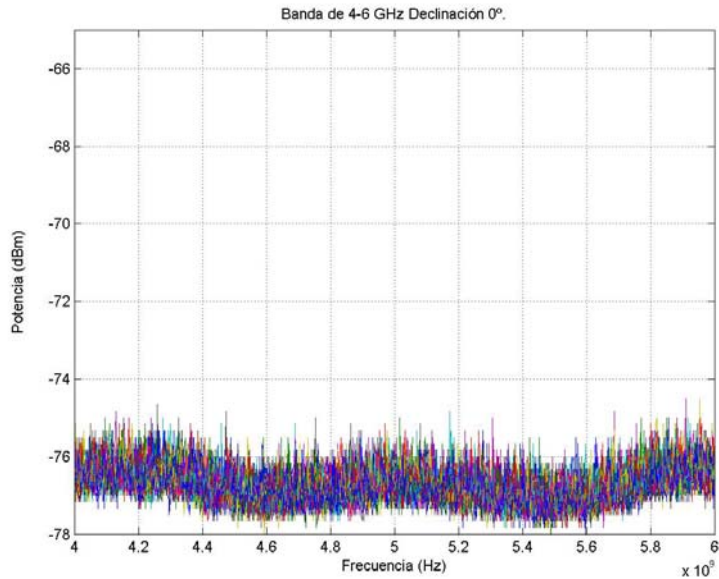
180 - 220 MHz

530 - 600 MHz

1.9 - 2.0 GHz

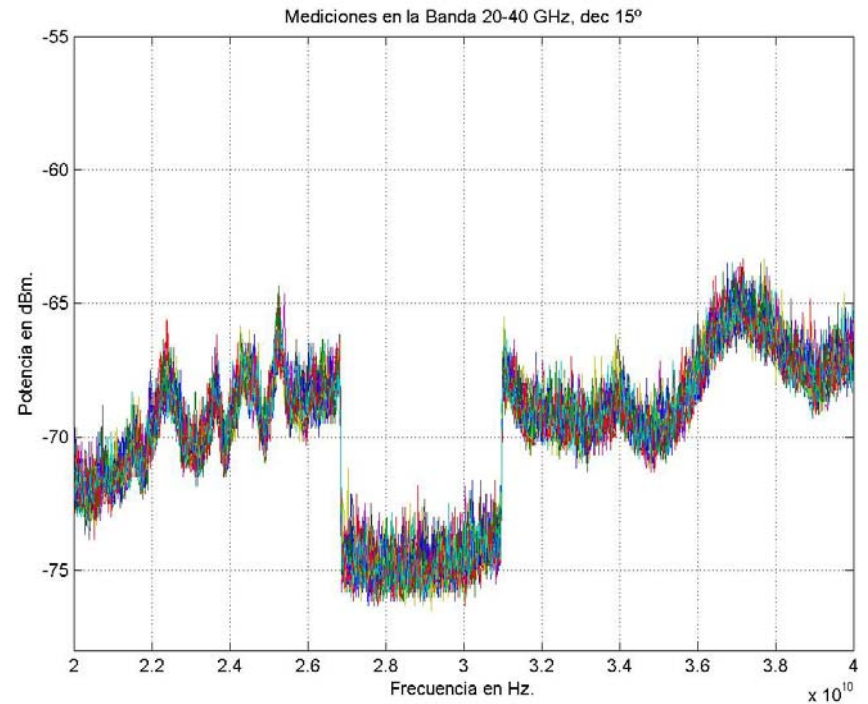
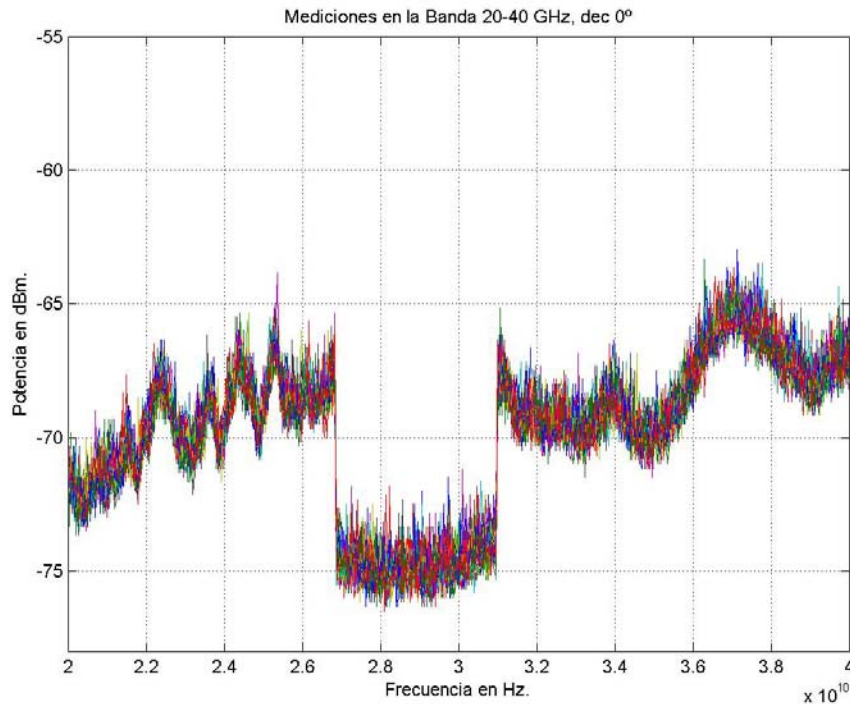
2.4 - 2.7 GHz

# Monitoring program





# Radio background monitoring



To be extended to the 85-110 GHz band



bienvenidos

¿Sabías que el Parque se constituye como el principal proveedor de servicios ambientales de la región?

- 1 Abastece de agua a numerosas poblaciones de 6 municipios poblanos y al menos 25 municipios veracruzanos, con un aporte superior a los tres millones anuales.
- 2 Es un importante productor de oxígeno.

Es un espacio para la recreación y la contemplación paisajística.

**¡Cuidalo!** es responsabilidad de todos.



PROHIBIDO  
TIRAR BASURA



NO CONDUCIR  
FUERA DEL CAMINO



PROHIBIDO  
HACER FOGATAS



PROHIBIDO  
RECOLECTAR  
ESPECIES  
SILVESTRES



PROHIBIDO  
RECOLECTAR  
MADERAS MUERTAS



## Parque Nacional Pico de Orizaba

Conservemos para el futuro...



COMISION NACIONAL  
DE AREAS NATURALES  
PROTEGIDAS

# COFETEL

## Comisión Federal de Telecomunicaciones 2007 frequency allocation table

CUADRO NACIONAL DE ATRIBUCIÓN  
DE FRECUENCIAS MÉXICO 2007

2

### EL CUADRO

#### Artículo 4

- 4.6** Para la solución de casos de interferencia perjudicial, el servicio de radioastronomía se tratará como un servicio de radiocomunicación. No obstante, se le concederá protección contra servicios que funcionen en otras bandas, en la misma medida en que éstos gocen de protección entre sí.



**ARTÍCULO 5.- V. NOTAS INTERNACIONALES****Artículo 5**

**5.149** Se insta a las administraciones a que, al hacer asignaciones a estaciones de otros servicios a los que están atribuidas las bandas:

|   |   |                           |
|---|---|---------------------------|
| <b>13 360–13 410 kHz,</b>                 | <b>4 990–5 000 MHz,</b>                     | <b>94.1–100 GHz,</b>      |
| <b>25 550–25 670 kHz,</b>                 | <b>6 650–6 675.2 MHz,</b>                   | <b>102–109.5 GHz,</b>     |
| <b>37.5–38.25 MHz,</b>                    | <b>10.6–10.68 GHz,</b>                      | <b>111.8–114.25 GHz,</b>  |
| <b>73–74.6 MHz en las Regiones 1 y 3,</b> | <b>14.47–14.5 GHz,</b>                      | <b>128.33–128.59 GHz,</b> |
| <b>150.05–153 MHz en la Región 1,</b>     | <b>22.01–22.21 GHz,</b>                     | <b>129.23–129.49 GHz,</b> |
| <b>322–328.6 MHz,</b>                     | <b>22.21–22.5 GHz,</b>                      | <b>130–134 GHz,</b>       |
| <b>406.1–410 MHz,</b>                     | <b>22.81–22.86 GHz,</b>                     | <b>136–148.5 GHz,</b>     |
| <b>608–614 MHz en las Regiones 1 y 3,</b> | <b>23.07–23.12 GHz,</b>                     | <b>151.5–158.5 GHz,</b>   |
| <b>1 330–1 400 MHz,</b>                   | <b>31.2–31.3 GHz,</b>                       | <b>168.59–168.93 GHz,</b> |
| <b>1 610.6–1 613.8 MHz,</b>               | <b>31.5–31.8 GHz en las Regiones 1 y 3,</b> | <b>171.11–171.45 GHz,</b> |
| <b>1 660–1 670 MHz,</b>                   | <b>36.43–36.5 GHz,</b>                      | <b>172.31–172.65 GHz,</b> |
| <b>1 718.8–1 722.2 MHz,</b>               | <b>42.5–43.5 GHz,</b>                       | <b>173.52–173.85 GHz,</b> |
| <b>2 655–2 690 MHz,</b>                   | <b>42.77–42.87 GHz,</b>                     | <b>195.75–196.15 GHz,</b> |
| <b>3 260–3 267 MHz,</b>                   | <b>43.07–43.17 GHz,</b>                     | <b>209–226 GHz,</b>       |
| <b>3 332–3 339 MHz,</b>                   | <b>43.37–43.47 GHz,</b>                     | <b>241–250 GHz,</b>       |
| <b>3 345.8–3 352.5 MHz,</b>               | <b>48.94–49.04 GHz,</b>                     | <b>252–275 GHz</b>        |
| <b>4 825–4 835 MHz,</b>                   | <b>76–86 GHz,</b>                           |                           |
| <b>4 950–4 990 MHz,</b>                   | <b>92–94 GHz,</b>                           |                           |

tomen todas las medidas prácticamente posibles para proteger el servicio de radioastronomía contra las interferencias perjudiciales. Las emisiones desde estaciones a bordo de vehículos espaciales o aeronaves pueden constituir fuentes de interferencia particularmente graves para el servicio de radioastronomía (véanse los números **4.5** y **4.6** y el Artículo **29**). (CMR–2000)

**5.565** La banda de frecuencias 275-1 000 GHz puede ser utilizada por las administraciones para la experimentación y el desarrollo de distintos servicios activos y pasivos. Se ha reconocido que en esta banda es necesario efectuar las siguientes mediciones de rayas espectrales para los servicios pasivos:

- servicio de radioastronomía: 275-323 GHz, 327-371 GHz, 388-424 GHz, 426-442 GHz, 453-510 GHz, 623-711 GHz, 795-909 GHz y 926-945 GHz;
- servicio de exploración de la Tierra por satélite (pasivo) y servicio de investigación espacial (pasivo): 275-277 GHz, 294-306 GHz, 316-334 GHz, 342-349 GHz, 363-365 GHz, 371-389 GHz, 416-434 GHz, 442-444 GHz, 496-506 GHz, 546-568 GHz, 624-629 GHz, 634-654 GHz, 659-661 GHz, 684-692 GHz, 730-732 GHz, 851-853 GHz y 951-956 GHz.

En esta parte del espectro, todavía en gran parte inexplorada, los futuros trabajos de investigación podrían conducir al descubrimiento de nuevas rayas espectrales y bandas del continuum que interesan a los servicios pasivos. Se insta a las administraciones a que adopten todas las medidas prácticamente posibles para proteger los servicios pasivos contra las interferencias perjudiciales hasta la fecha en que se establezca el Cuadro de atribución en estas bandas. (CMR-2000)

**MEX 163** En el rango 85 – 115 GHz opera en una primera etapa, el radiotelescopio denominado Gran Telescopio Milimétrico (GTM) instalado en el Volcán Sierra Negra-Pico de Orizaba, a cargo del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE). El GTM requiere para su correcta operación una zona quieta o silenciosa a su alrededor de 20 Kms. de radio, por lo que no se permite la operación de ningún otro sistema de comunicación en esa área.

Radio silent zone:  
20 km around LMT  
-beyond Park limits  
- includes towns

