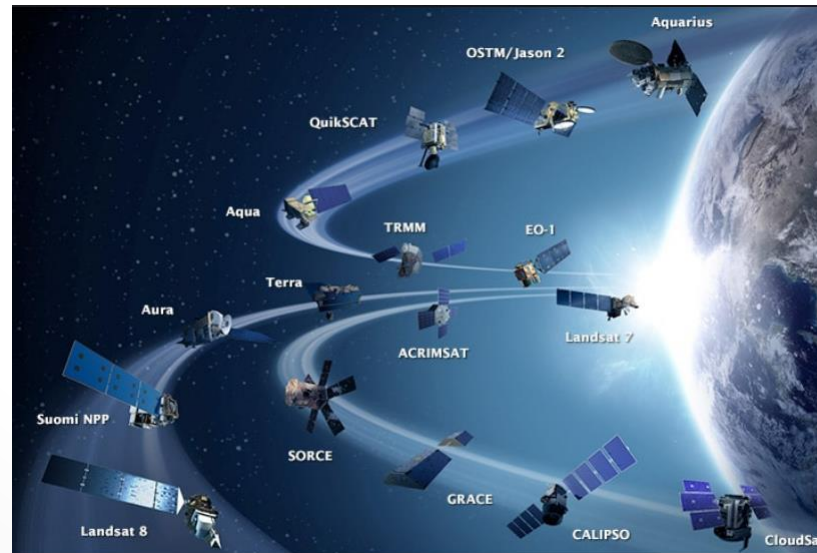


# *Tecnología Satelital*



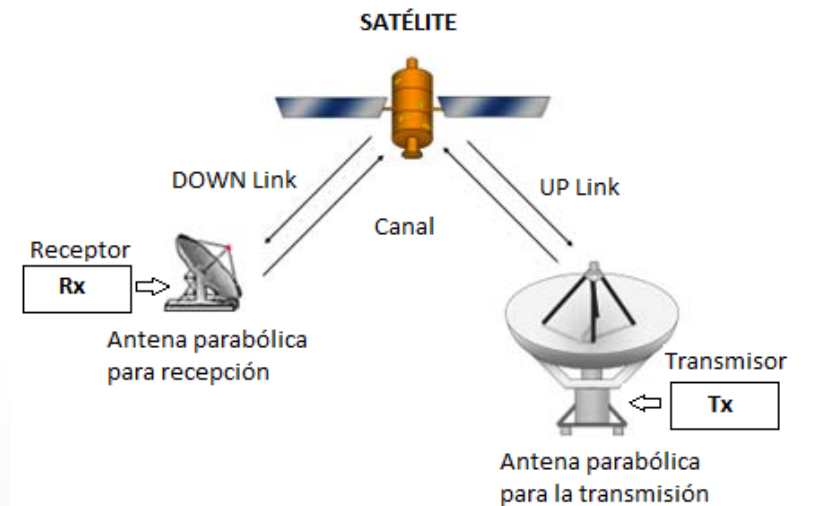
# LOS SATÉLITES:

El satélite es un dispositivo que actúa como “reflector” de las emisiones terrenas. Es decir que es la extensión al espacio del concepto de “torre de microondas”. Los satélites reflejan un haz de microondas que transportan información codificada. La función de reflexión se compone de un receptor y un emisor que operan a diferentes frecuencias 6 Ghz, y envía a 4GHz



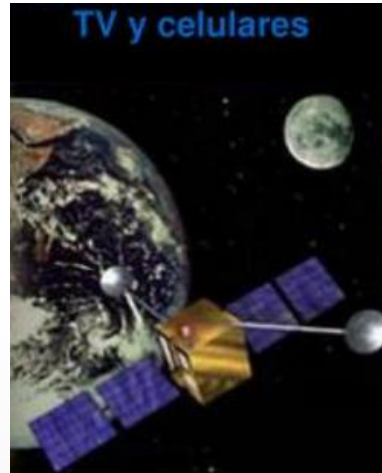
Los enlaces vía satélite permiten establecer conexiones entre dos o más puntos situados en la superficie terrestre, utilizando un satélite en el espacio como sistema repetidor.

- **Satélites pasivos.-** Se limitan a reflejar la señal recibida, se comportan como una especie de espejo en el que rebota la señal.
- **Satélites activos.-** Amplifican las señales que reciben antes de retransmitirla hacia la Tierra.



# Tipos de Satelites

1. Climatológicos
2. Observación
3. Navegación
4. Comunicaciones



# Frecuencias y Bandas

Banda	Frecuencias	Enlace descendente (GHz)	Enlace ascendente (GHz)	Problemas
C	4/6	3.7–4.2	5.925–6.425	Interferencia terrestre
Ku	11/14	11.7–12.2	14.0–14.5	Lluvia
Ka	20/30	17.7–21.7	27.5–30.5	Lluvia; costo del equipo

# RED SATELITAL

- Como su nombre lo indica son redes que utilizan como medios de transmisión satélites artificiales localizados en órbita alrededor de la tierra. En este tipo de redes los enrutadores tienen una antena por medio de la cual pueden enviar y recibir. Todos los enrutadores pueden oír las salidas enviadas desde el satélite y en algunos casos pueden también oír la transmisión ascendente de los otros enrutadores hacia el satélite. La tecnología de redes satelitales, representada por satélites poderosos y complejos y el perfeccionamiento de las estaciones terrenas están revolucionando el mundo. Así por ejemplo, la necesidad de interconectar terminales remotos con bases de datos centralizadas, de una manera veloz y eficiente,



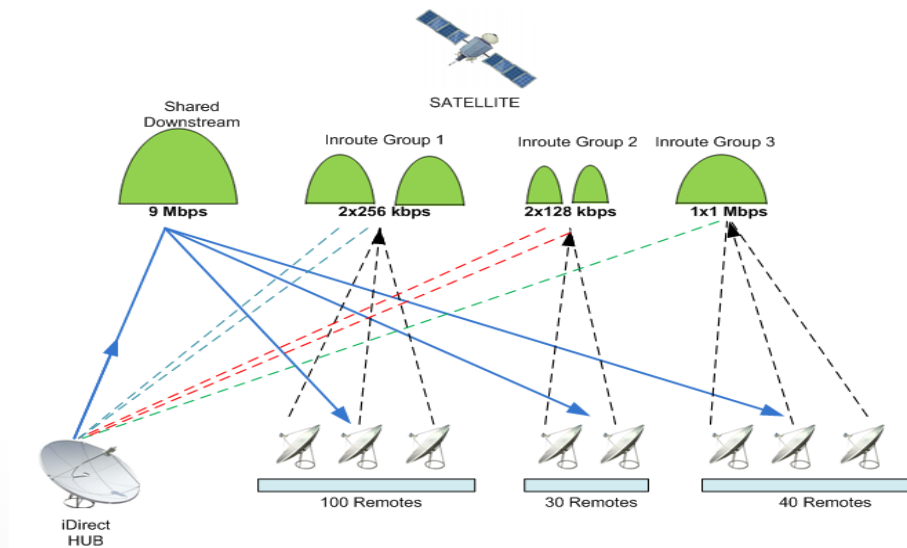
## Sistemas VSAT (Very Small Aperture Terminals)

Son redes de comunicación por satélite que permiten el establecimiento de enlaces entre un gran número de antenas, con una estación central o HUB.

- No están limitadas por el alcance del cableado. Las VSAT sólo requiere ser vista por el satélite.
- El usuario puede aprovechar los servicios satelitales a un bajo coste y de fácil instalación.
- El *HUB* tiene la función de gestionar el tráfico entre terminales, y optimiza el acceso a la capacidad del canal del satélite.
- Puede generar enlaces asimétricos y simétricos dependiendo de la demanda de los usuarios.

# Sistema iDirect: Estrella

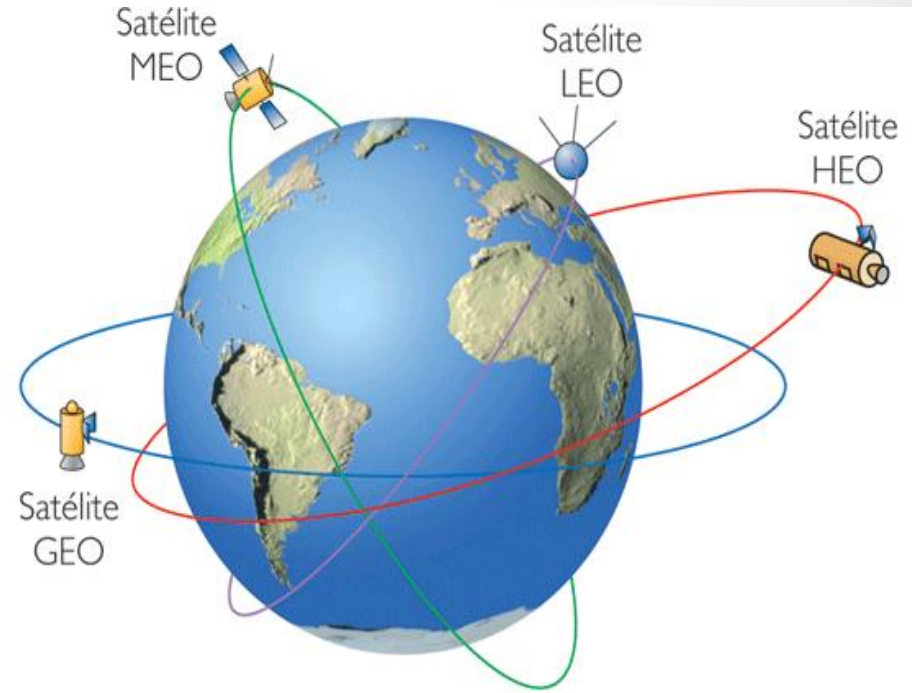
- La tecnología *iDirect* se basa en redes TCP/IP, la topología en estrella maneja TDM para compartir el canal de *Downstream* entre la estación central y los numerosos nodos remotos de la red.
- El D-TDMA es un acceso con menor contención, óptima a través de diversas portadoras. Se asegura un 98% de la eficiencia de *payload* sin importar el estado de congestión que curse por la red.
- Al configurar el *iDS software* se puede asignar el tráfico a los usuarios remotos y proporcionar *QoS* de cada servicio. Todo la configuración, control y monitoreo se puede realizar mediante el NMS.



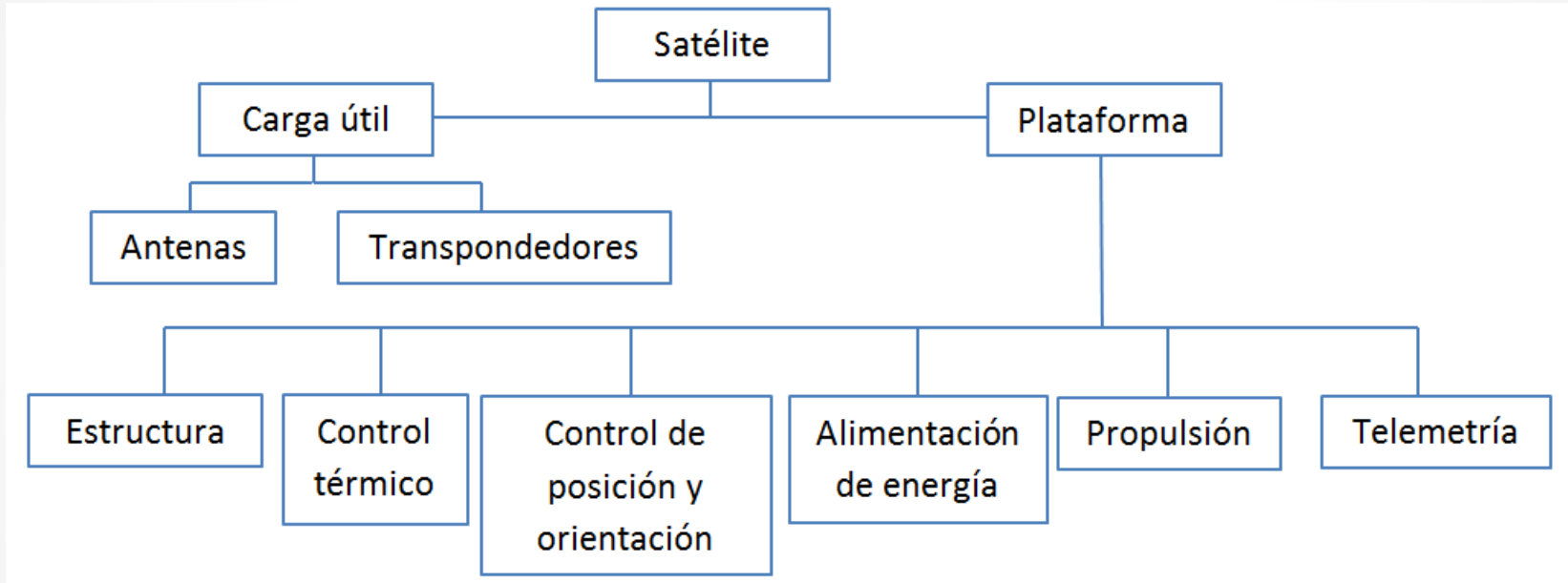


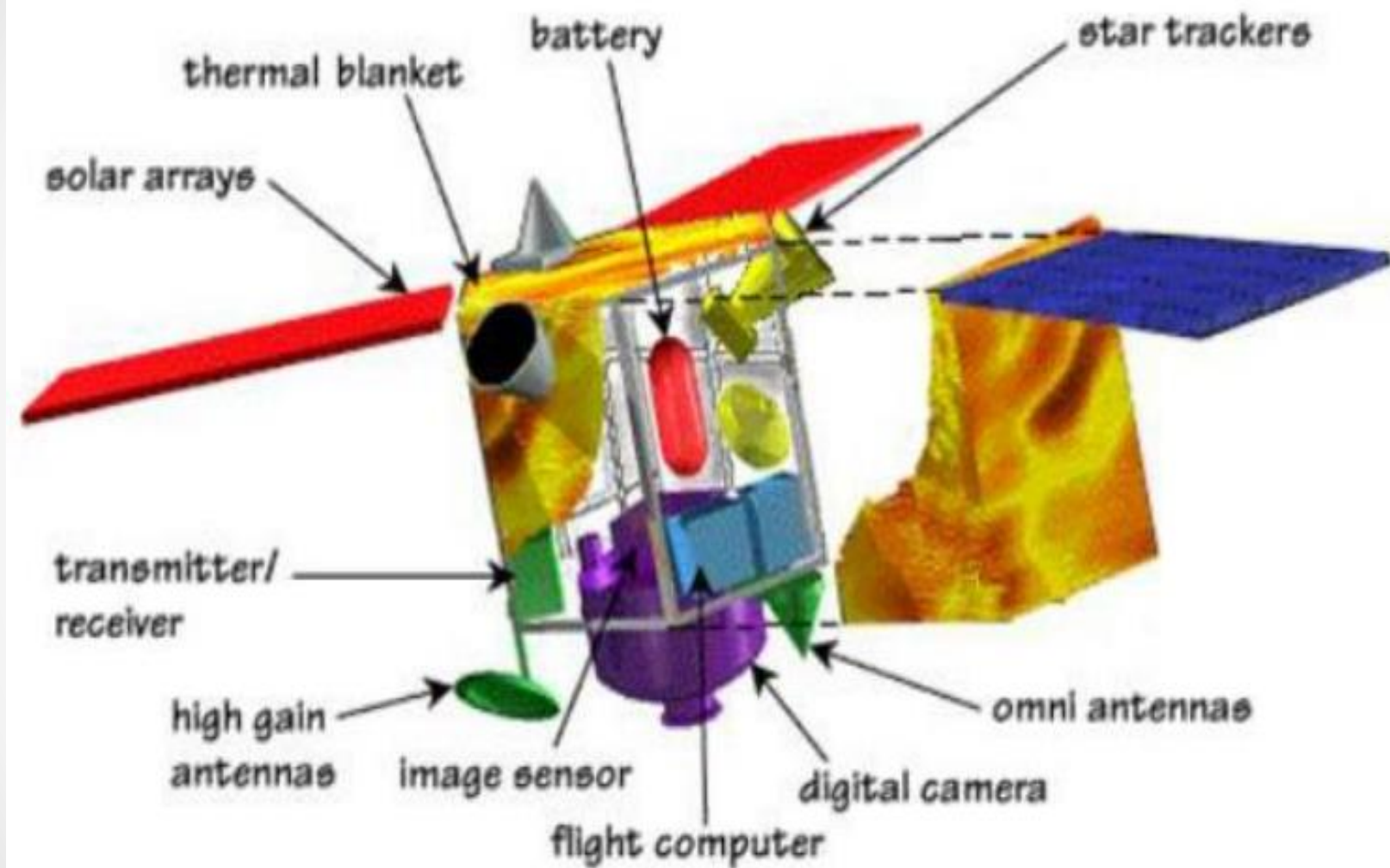
# Órbitas utilizadas por los satélites de comunicación

- Órbita alta (GEO): Con una altitud de 35.786 Km. Ubicado sobre el Ecuador. Un satélite GEO cubre 1/3 de la superficie terrestre.
- Órbita media (MEO): Con una altitud de 8.000 a 20.000 Km.
- Órbita baja (LEO): Tienen una altitud de 500 a 2.000 Km.



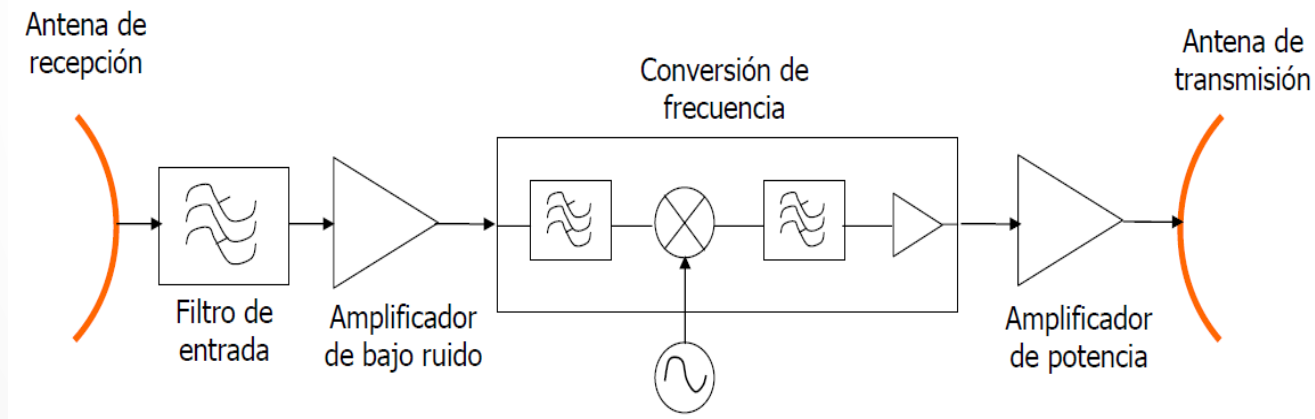
# Arquitectura de un Satélite





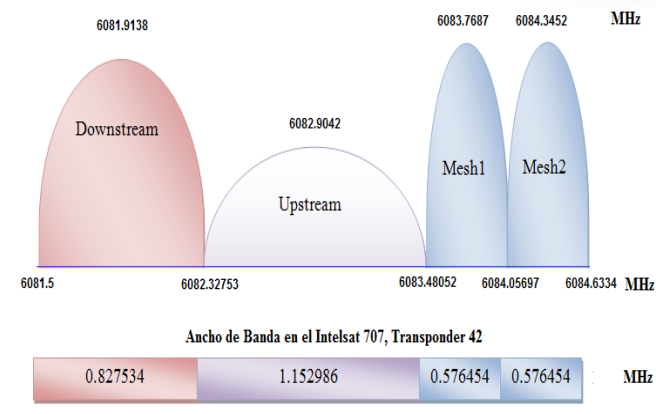
# Transpondedor

Tiene como función principal recibir la señal desde la Tierra a través de las antenas y receptores, amplificarla y enviarla a su destino.



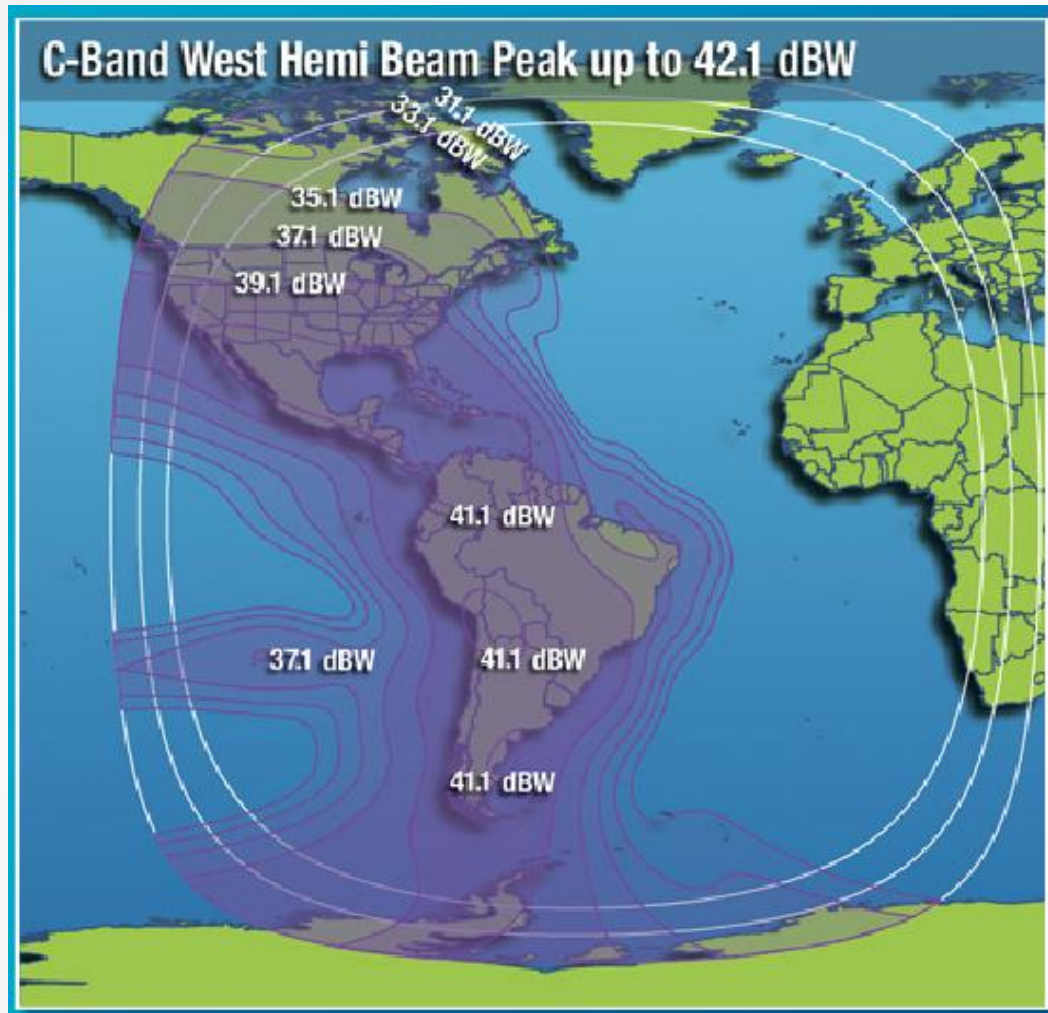
# SEGMENTO ESPACIAL 42

Transponder .- Un típico transponder satelital consta de un dispositivo para limitar la banda de entrada (BPF), un amplificador de bajo ruido de entrada (LNA), un traslador de frecuencias, un amplificador de potencia de bajo nivel y un filtro pasa-bandas de salida. Este transponder es un repetidor de RF a RF.



Portadora	IR (Kbps)	Modulación	FEC	Ancho de Banda KHz
Downstream	1050	QPSK	792/1000	828.59848
Upstream	1218	QPSK	33/50	1153.4090
Mesh1	609	QPSK	33/50	576.7045
Mesh2	609	QPSK	33/50	576.7045
Portadora DGAC				3135.41648

## Foot Print del Satélite

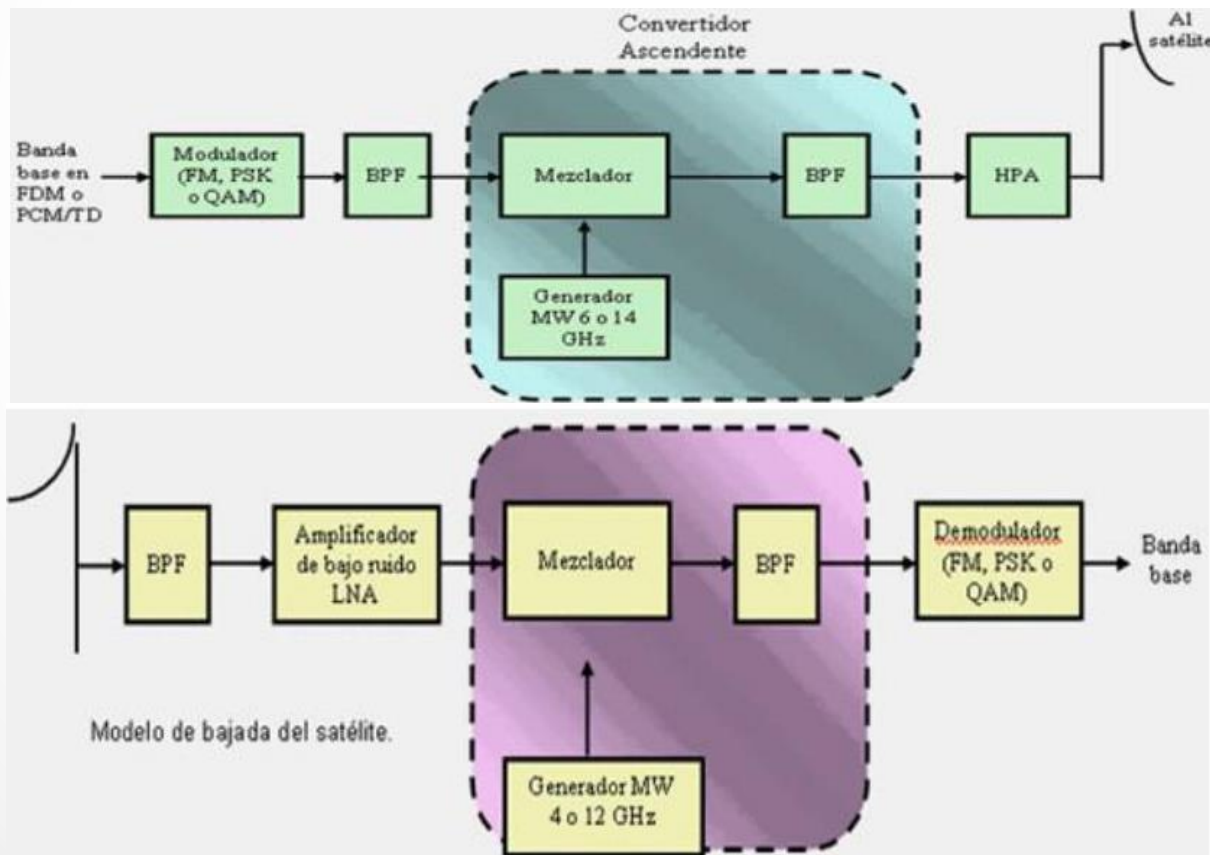


Se refiere al área geográfica en la tierra que cubren los transpondedores, los cuales determinan el diámetro requerido de las antenas para recibir eficientemente la señal del satélite.

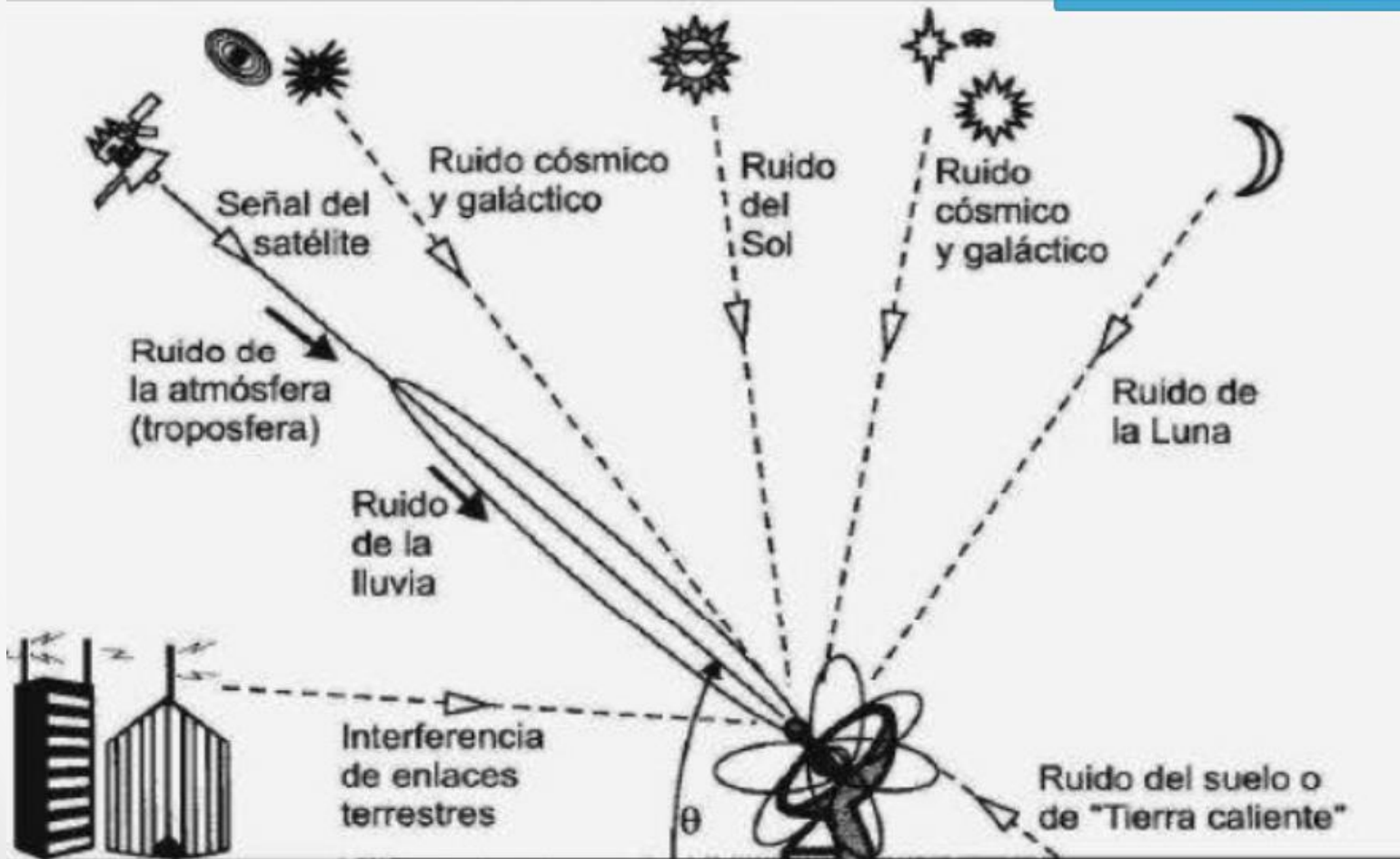


# Modelos de Enlace Satelital

- Modelo de Enlace de subida
- Modelo de Enlace de Bajada



# RUIDO DEL SISTEMA



# ENLACE ASCENDNETE (ESTACIÓN TERRENA - SATÉLITE)

Acimut	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Az = 180^\circ + \tan^{-1} \left[ \frac{\tan(Long_{SAT} - Long_{ET})}{\sin(Lat_{ET})} \right] [Grados]</math></li> </ul>
Elevación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\cos \delta = \cos(Lat_{ET}) (\cos(Long_{SAT} - Long_{ET}))</math></li> <li>• <math>\Lambda = \tan^{-1} \left[ \frac{HCS - (R \cos(\delta))}{R \sin(\delta)} \right]</math></li> </ul>
Ancho de banda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>BW_{Port} = (Vel_{Tx}) \left( \frac{1}{I_{Mod}} \right) (1 + Roll_{off}) [MHz]</math></li> </ul>
Pérdida en el Espacio Libre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>L_b = 32.4 + 20 \log_{10}(D) + 20 \log_{10}(F) [dB]</math></li> </ul>
Densidad de flujo de saturación de portadora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>DFS_{Port} = DFS_{Sat} - IBO + ATP + 10 \log_{10}(FR) [dB]</math></li> </ul>
Relación de portadora a densidad de ruido ascendente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>(C/No)_{Asc} = PIRE_{ET} + (G/T)_{Sat} - K - L_b - L_\Delta - \mu_{Asc} [dB/Hz]</math></li> </ul>
Relación portadora a ruido ascendente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>(C/N)_{Asc} = (C/No)_{Asc} - 10 \log_{10}(BW_{Port}) [dB]</math></li> </ul>
Relación portadora a ruido ascendente del sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>(C/N)_{Asc Sist} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{\frac{1}{10^{\frac{C}{N_{Asc}}}} + \frac{1}{10^{\frac{C}{I}}}} + \frac{1}{10^{\frac{C}{X_{Pol}}}} + \frac{1}{10^{\frac{C}{X_{Sat Ady}}}} \right] [dB]</math></li> </ul>

# ENLACE DESCENDENTE (SATÉLITE – ESTACIÓN TERRENA)

PIRE del satélite por portadora

- $PIRE_{Sat} = PIRE_{Satu} - OBO + 10 \log_{10}(FR)[dBW]$

Figura de mérito de la estación  
terrena receptora

- $(G/T)_{ET} = G_{Rx} - 10 \log_{10}(T_s) [dB/K]$

Relación portadora a densidad de  
ruido descendente

- $(C/No)_{Desc} = PIRE_{Sat} + (G/T)_{ET} - K - L_b - L_{\Delta} - \mu_{Desc} [dB/Hz]$

Relación portadora a ruido  
descendente

- $(C/N)_{Desc} = (C/No)_{Desc} - 10 \log_{10}(BW_{Port})[dB]$

Relación portadora a ruido  
descendente del sistema

- $(C/N)_{Desc,Sist} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{\frac{1}{\frac{C/N_{Desc}}{10}} + \frac{1}{\frac{C/I}{10}} + \frac{1}{\frac{C/X_{Pol}}{10}} + \frac{1}{\frac{C/X_{Sat\,Ady}}{10}}} \right] [dB]$

# BALANCE DEL SISTEMA

Relación portadora a densidad de ruido total del sistema

$$\bullet (C/N)_{Sist\ Total} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{\frac{1}{\log_{10}^{-1}\left(\frac{(C/N)_{Asc}}{10}\right)} + \frac{1}{\log_{10}^{-1}\left(\frac{(C/N)_{Desc}}{10}\right)}} \right] [dB]$$

Cálculo de la potencia consumida en el HPA

$$\bullet Pot_{HPA} = PIRE_{ET} - G_{Tx} + L_{HPA\ y\ ANT} + OBO [dBW]$$

Relación portadora a ruido total requerido

$$\bullet (C/No)_{Req} = E_b/N_o + 10 \log_{10}(\text{Vel. de Inf. + Overhead}) [dB]$$

9 Relación portadora a ruido requerido

$$\bullet (C/N)_{Req} = (C/No)_{req} - 10 \log_{10}(BW_{Port}) [dB]$$

Porcentaje de potencia consumida por la portadora en el satélite

$$\bullet \%Pot = \left( \log_{10}^{-1} \left( \frac{PIRE_{Sat} - PIRE_{Satu} + OBO}{10} \right) \right) (100) [\%]$$

Margen de enlace

$$\bullet ME = (C/N)_{Sist} - (C/N)_{Req} [dB]$$

# Enlaces HUB – Intelsat 707 – Nodos Remotos

Parámetro	Unidades	Guayaquil	Mariscal Sucre
Elevación	[°]	58.5016	60.3509
Azimut	[°]	85.7584	89.69
Frecuencia Rx	[MHz]	3859.34	3858.76
Vel. Info	[Mbps]	0.17273	0.08602
FEC		0.66	0.66
BW	[MHz]	0.16357	0.081458
Ls	[dB]	195.39	195.37
Ag	[dB]	0.53179	0.33818
A(0.01%)	[dB]	0.62855	0.10446
PIRE <sub>sat</sub>	[dBW]	10.674	7.6463
(G/T) ET	[dB/K]	22.9919	20.4413
(C/No)d	[dB/Hz]	63.2822	57.2428
(C/N)d	[dB]	11.1452	8.1335
(C/N)d <sub>syst</sub>	[dB]	10.0863	7.4567
(Eb/No)	[dB]	7.07	7.086
(C/N) <sub>syst</sub>	[dB]	8.0576	6.2346
Pnom <sub>syst</sub>	[dBW]	14.1582	14.1582
(C/No) <sub>req</sub>	[dB/Hz]	65.6177	65.6177
(C/N) <sub>req</sub>	[dB]	6.4367	6.4367
%Pot	%	0.45436	0.22627
ME		1.6209	-0.20205

# Enlaces HUB – Intelsat IS 23– Nodos Remotos

Parámetro	Unidades	Guayaquil	Mariscal Sucre
Elevación	[°]	58.5016	60.3509
Azimut	[°]	85.7584	89.7227
D_ satélite	[Km]	36593.94	36502.91
Frecuencia Rx	[MHz]	3860.22	3859.39
Vel. Info	[Mbps]	0.25806	0.2456
FEC		0.66	0.66
BW	[MHz]	0.24438	0.23261
Ls	[dB]	195.40	195.37
Ag	[dB]	0.53181	0.36
A(0.01%)	[dB]	0.62855	0.16722
PIRE <sub>sat</sub>	[dBW]	13.4176	13.2033
(G/T) ET	[dB/K]	22.3919	20.4413
(C/No)d	[dB/Hz]	66.5487	62.5905
(C/N)d	[dB]	12.668	8.9242
(C/N)d <sub>syst</sub>	[dB]	11.2485	8.124
(Eb/No)	[dB]	6.8491	5.4
(C/N) <sub>syst</sub>	[dB]	9.2248	7.0212
Pnom <sub>syst</sub>	[dBW]	17.3507	17.3507
(C/No) <sub>req</sub>	[dB/Hz]	65.211	65.211
(C/N) <sub>req</sub>	[dB]	6.4375	6.4375
%Pot	%	0.67883	0.64615
ME		2.7872	0.58363



# Enlaces Nodos Remotos - Intelsat 707 – HUB

Parámetros	Unidades	Guayaquil	Mariscal Sucre
Elevación	[°]	58.5016	60.2145
Azimut	[°]	85.7584	89.69
D_ satélite	[Km]	36593.94	36510.23
Frecuencia Tx	[MHz]	6084.63	6083.77
Vel. Info	[Mbps]	0.17273	0.08602
FEC		0.792	0.792
BW	[MHz]	0.16357	0.081458
Ls	[dB]	199.35	199.33
Ag	[dB]	0.59144	0.39248
A(0.01%)	[dB]	5.6301	1.3326
DFS <sub>port</sub>	[dB]	-108.826	-111.853
PIRE E/T	[dB/K]	53.4343	50.3867
(C/No) <sub>u</sub>	[dB/Hz]	64.3349	64.5049
(C/N) <sub>u</sub>	[dB]	12.1979	15.3956
(C/N) <sub>u_syst</sub>	[dB]	11.9061	14.5674
(Eb/No)	[dB]	8.1227	14.3481
(C/N) <sub>syst</sub>	[dB]	5.7414	6.2859
P <sub>nom_syst</sub>	[dBW]	7.1343	8.1867
(C/No) <sub>req</sub>	[dB/Hz]	57.8237	54.8458
(C/N) <sub>req</sub>	[dB]	5.6866	5.7365
%Pot	%	3.205	3.205
ME		0.054765	0.54944

# Enlaces Nodos Remotos - Intelsat IS 23 – HUB

Parámetros	Unidades	Guayaquil	Mariscal Sucre
Elevación	[°]	58.5016	60.2145
Azimut	[°]	85.7584	89.511
D_ satélite	[Km]	36593.94	36509.443
Frecuencia Tx	[MHz]	6085.22	6084.3948
Vel. Info	[Mbps]	0.25829	0.24564
FEC		0.792	0.792
BW	[MHz]	0.24459	0.23261
Ls	[dB]	199.35	199.33
Ag	[dB]	0.61572	0.400105
A(0.01%)	[dB]	5.6303	1.335
DFS <sub>port</sub>	[dB]	-103.4786	-103.6967
PIRE E/T	[dBW]	58.7817	58.5435
(C/No) <sub>u</sub>	[dB/Hz]	67.332	69.8765
(C/N) <sub>u</sub>	[dB]	13.4476	16.2102
(C/N) <sub>u_syst</sub>	[dB]	12.9	15.229
(Eb/No)	[dB]	7.625	10.6057
(C/N) <sub>syst</sub>	[dB]	6.3647	6.7854
P <sub>nom_syst</sub>	[dBW]	16.5817	16.3435
(C/No) <sub>req</sub>	[dB/Hz]	59.5546	59.3382
(C/N) <sub>req</sub>	[dB]	5.6702	5.6719
%Pot	%	4.5875	4.5875
ME		0.6945	1.1125