

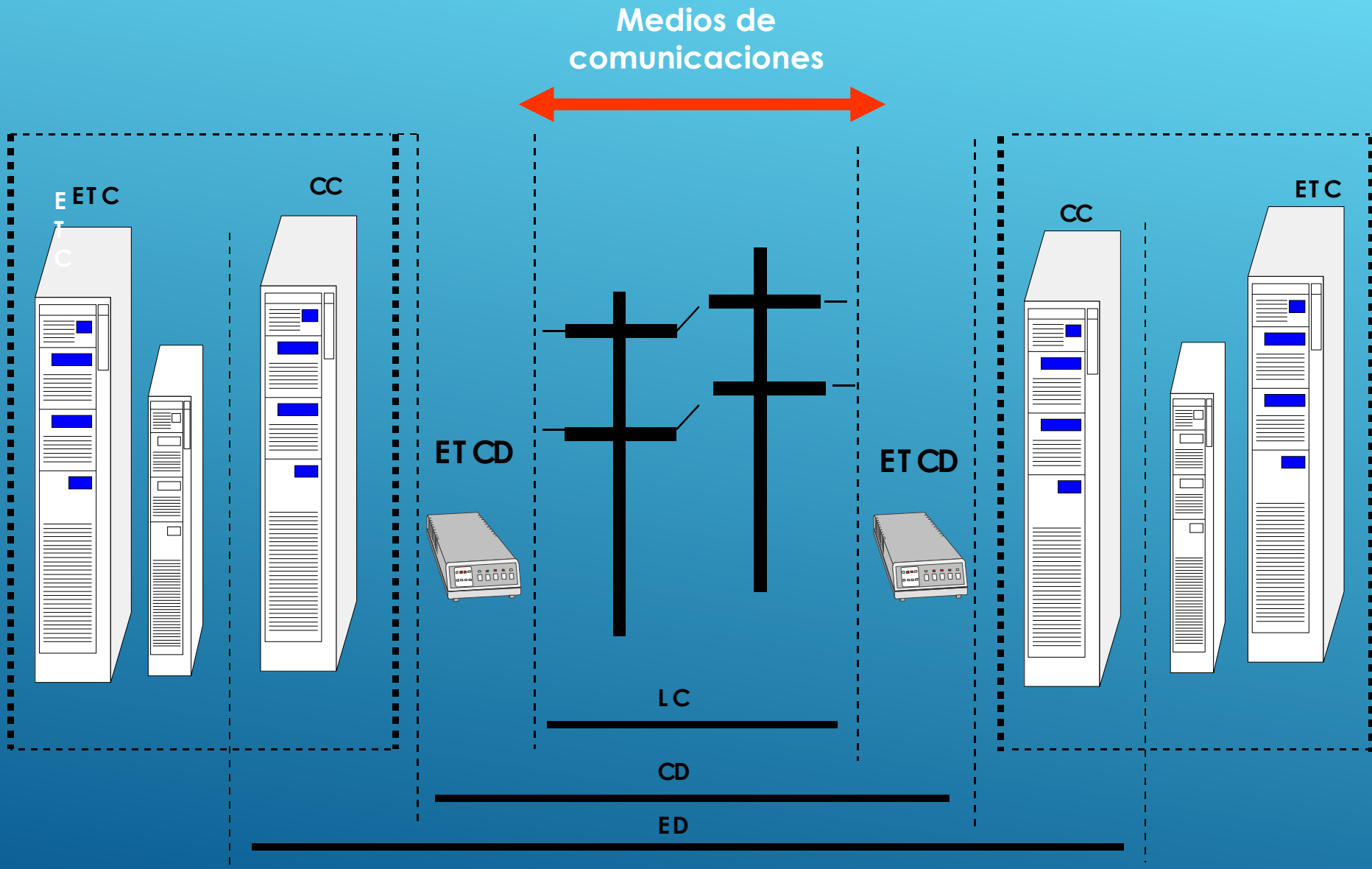
Comunicaciones



Clase 7

MEDIOS DE COMUNICACIONES

CIRCUITO TELEINFORMÁTICO BÁSICO

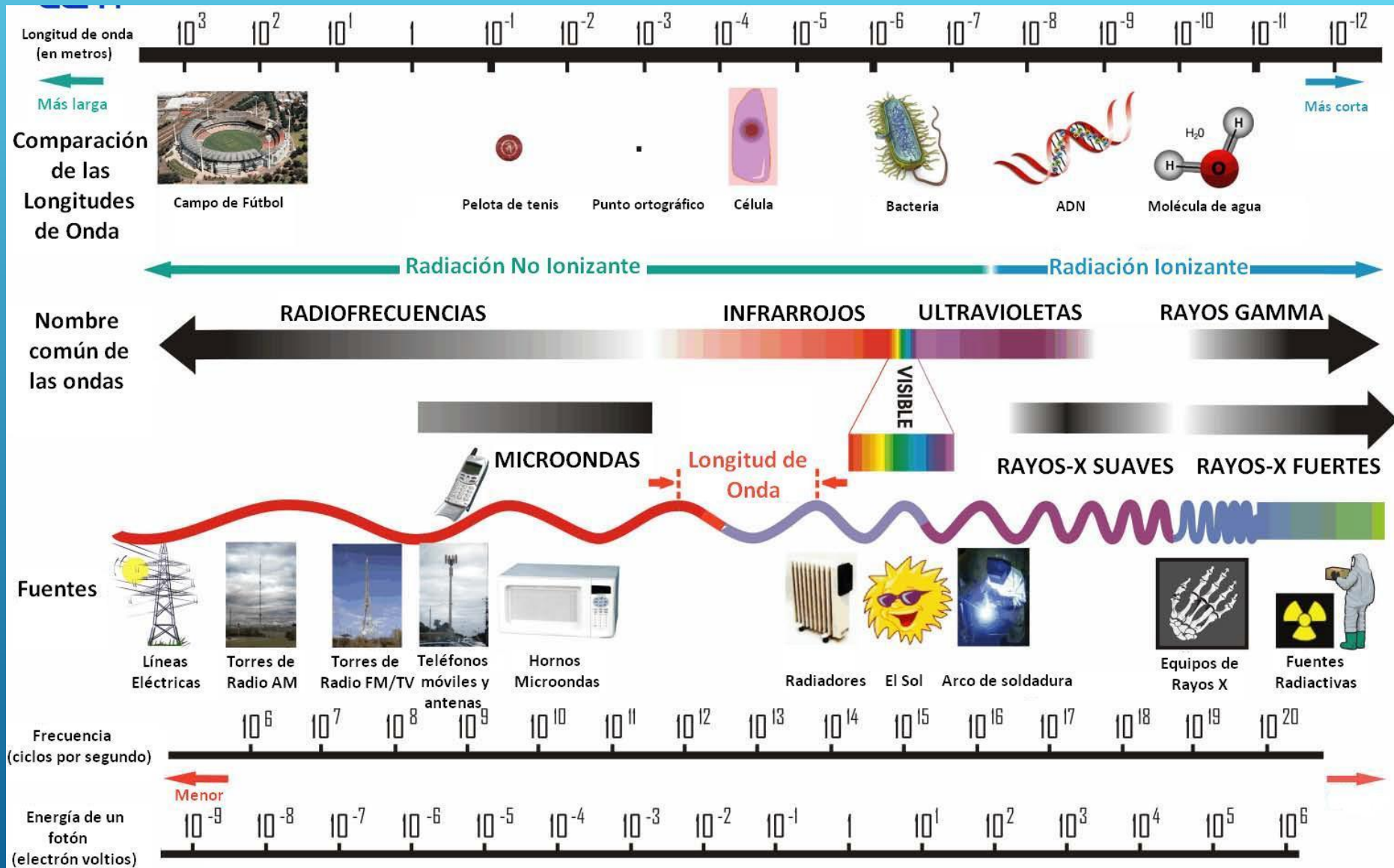


MEDIO DE COMUNICACION

Es el medio físico a través del cual viaja la señal desde el Transmisor hasta el Receptor

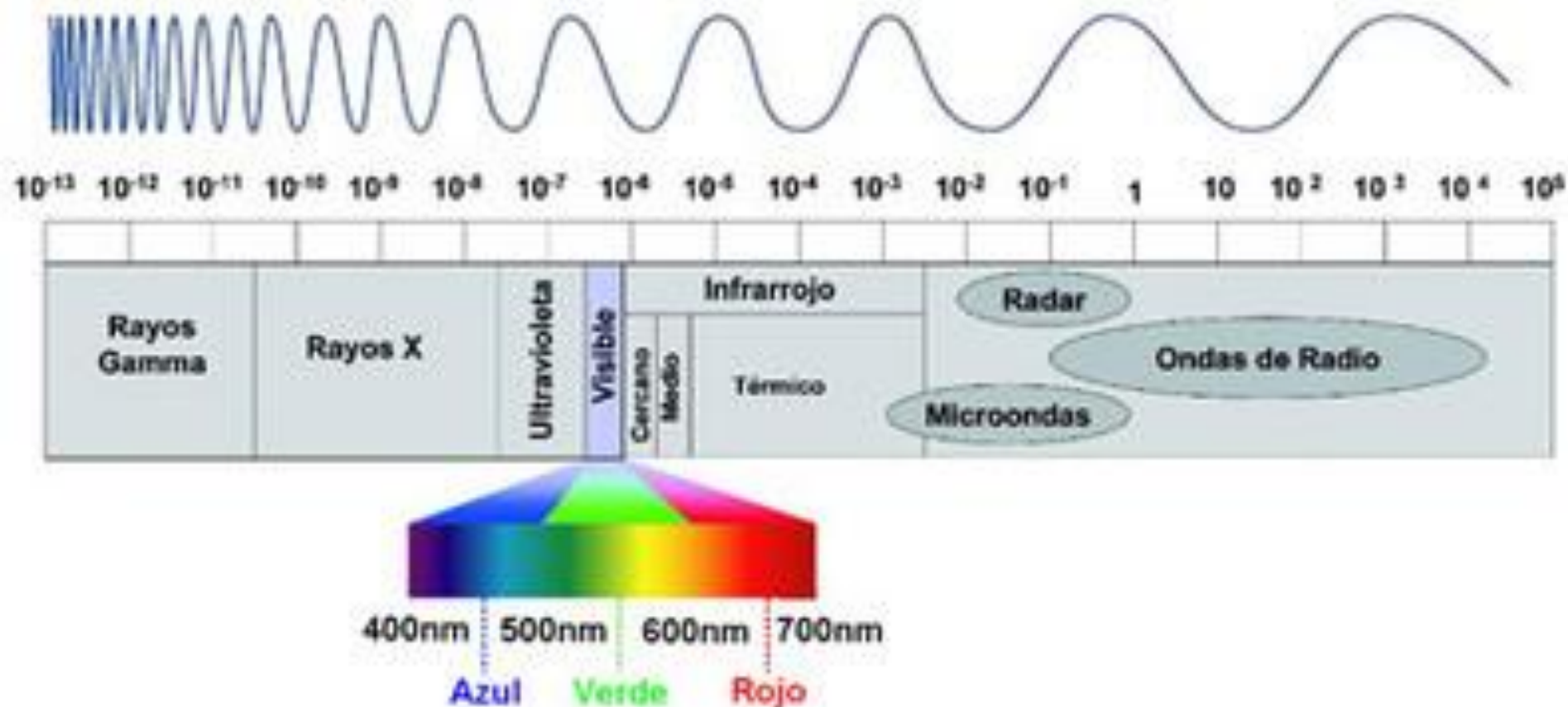


ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO



Espectro electromagnético.

Longitud de onda (λ) en metros.



CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LOS MEDIOS DE COMUNICACIONES

- **ANCHO DE BANDA / VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN**
- **COSTO**
- **PARÁMETROS FÍSICOS (PESO, PROTECCIÓN, ETC)**
- **ATENUACIÓN (ALCANCE) Y DISTORSIÓN**
- **INMUNIDAD CONTRA EL RUIDO Y LA INTERFERENCIA**
- **CONFIABILIDAD**
- **FACILIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y ESTÉTICA**
- **FLEXIBILIDAD**

TIPOS DE MEDIOS DE COMUNICACIONES

SEGÚN LA FORMA EN QUE SE PROPAGAN LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS (OEM)

•TRANSMISIÓN POR ESPACIO LIBRE

RADIOCOMUNICACIONES

MICROONDAS

SATÉLITE

LÁSER

•TRANSMISIÓN GUIADA

COAXIL

COBRE DESNUDO

CABLE TELEFÓNICO

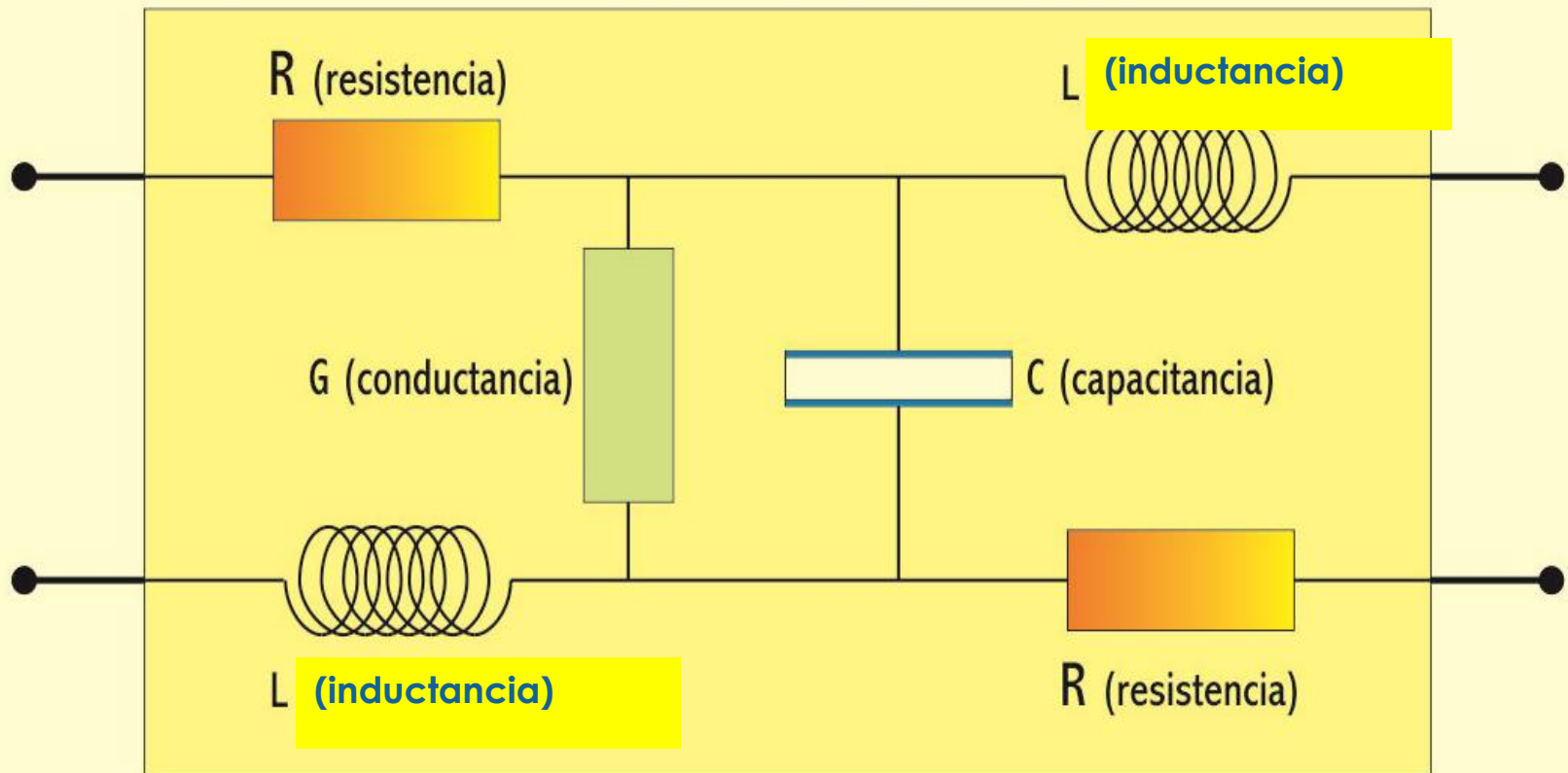
CABLE TRENZADO

FIBRA ÓPTICA

GUÍA DE ONDA

TRANSMISIÓN EN MEDIOS CONDUCTORES

Características eléctricas



La RESISTENCIA es la oposición que presentan los cuerpos al paso de la corriente eléctrica. Se mide en ohmios [Ω].

Depende de tres factores:

- ✓ La sección del elemento conductor (a mayor sección menor resistencia)
- ✓ La longitud del mismo (a mayor longitud, mayor resistencia)
- ✓ La naturaleza del conductor, que define la mayor o menor oposición del material al paso de la corriente es la resistividad ρ (rho), que se mide en [$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$].

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

ρ es la resistividad en $[\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}]$,
 l la longitud en $[\text{m}]$ y
 S la sección en $[\text{mm}^2]$.

Impedancia = impedancia es una magnitud que establece la relación entre la tensión y la corriente. La parte real es la resistencia y su parte imaginaria es la reactancia.

$$Z = R + j(X_L - X_C) \quad \text{ohms}$$

(X = reactancia oposición ofrecida al paso de la corriente alterna por inductores y condensadores, se mide en ohmios y su símbolo es Ω)

$$X_L = \omega L \quad X_C = 1 / \omega C$$

G = Conductancia es la facilidad que ofrece un material al paso de la corriente eléctrica, es inversa de la resistencia. Se mide en Siemens (S)

TRANSMISIÓN EN MEDIOS CONDUCTORES

Impedancia Característica



$$Z_0 = \frac{V}{I}$$

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}}$$

$$Z_0 = g(R, L, C, G, \omega)$$

Si R y G muy pequeñas (línea de bajas pérdidas) o la frecuencia de operación es elevada



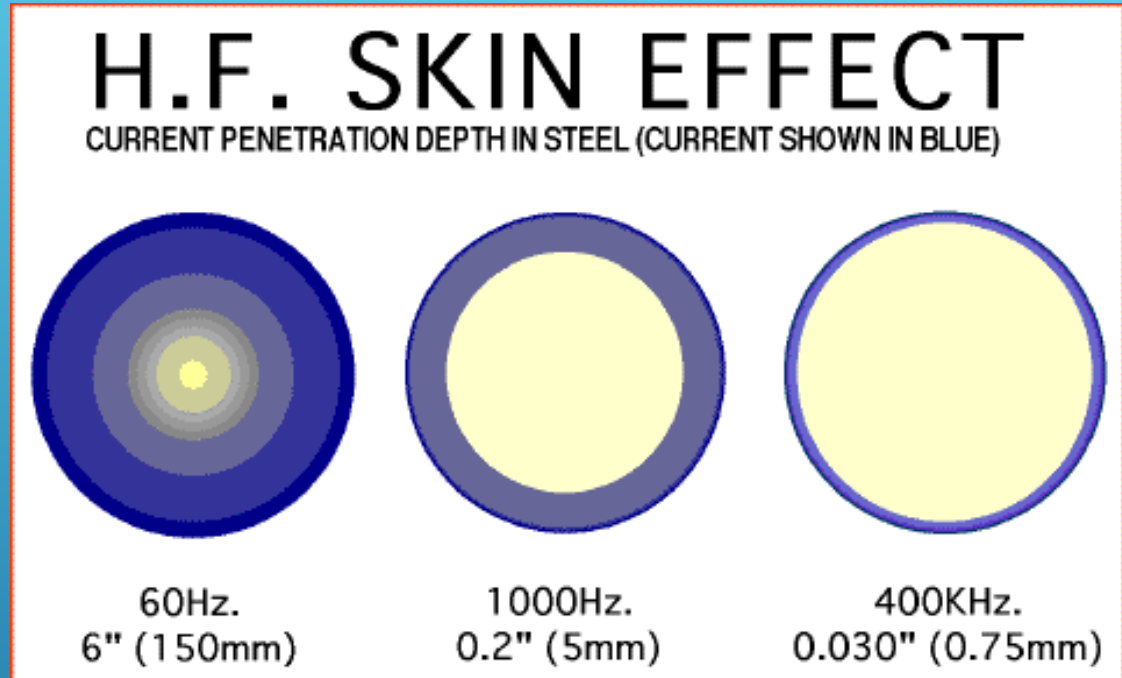
$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

TRANSMISIÓN EN MEDIOS CONDUCTORES

Efecto pelicular

Profundidad de penetración (δ)

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu \sigma}}$$



Depende de:

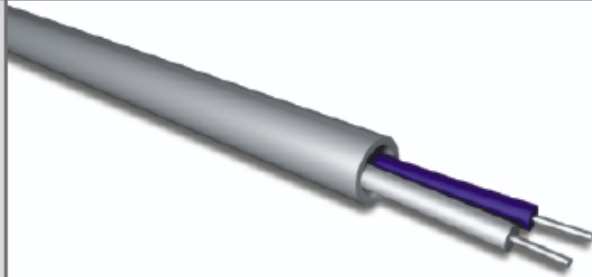
Frecuencia de operación (ω)

Permeabilidad magnética (μ)

Conductividad eléctrica (σ)

PARES TELEFÓNICOS

■ Telefonía interior - Instalaciones



Normas: GTER f5104 del Grupo Telefónica,
ISO 527-1-2, IEC 61156

Temp. Máx. de servicio: 80 °C

■ Multipares Telefonía interior

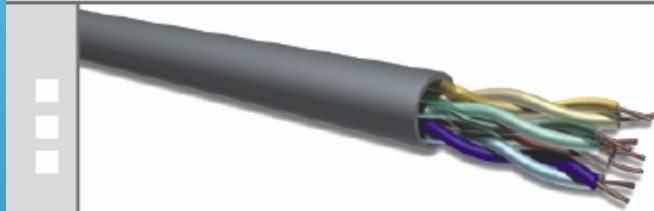


Normas: ISO 527-1-2, Norma 755, IEC 61156,
AR. ER. f5010 de Grupo Telefónica

Temp. Máx. de servicio: 80 °C

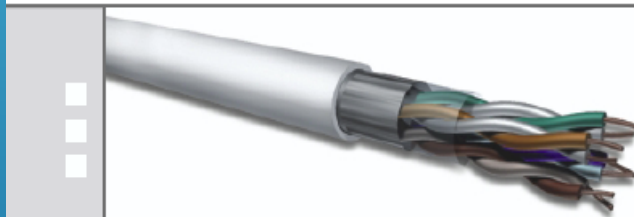
PAR TRENZADO

■ UTP - Categoría 5e - Interior



Normas: EIA - TIA - 568 B
HD 608 EN 50167 / 50169 / 50173 /
50288 ISO/IEC 11801 - IEC
61156-1 IEC 332.1 - IEC 61156-2

■ FTP - categoría 5e - Interior



Normas: EIA - TIA - 568-B-5 - HD
608 EN 50167 / 50169 / 50173 /
50288 ISO/IEC 11801 - IEC
61156-1 IEC 332.1 - IEC 61156-2

■ FTP - Categoría 5e - Exterior y Autosuspendido



Normas: EIA - TIA - 568-B-5 - HD
608 EN 50167 / 50169 / 50173 /
50288 ISO/IEC 11801 - IEC
61156-1 IEC 332.1 - IEC 61156-2

	Cat5	Cat5e	Cat6	Cat6a	Cat7
Maximum speed	1000 Mbps	1000 Mbps	10000 Mbps	10000 Mbps	100000 Mbps
Maximum bandwidth	100 MHz	100 MHz	250 MHz	500 MHz	1000 MHz
Distance	100 meters	100 meters	55 meters *	100 meters	15 meters **

* Goes back to 1000 Mbps if the distance is between 55 and 100 meters.

** Speed drops after 15 meters, supports 100000 Mbps up to 100 meters.

UTP = Par trenzado no apantallado (*Unshielded Twisted Pair*).

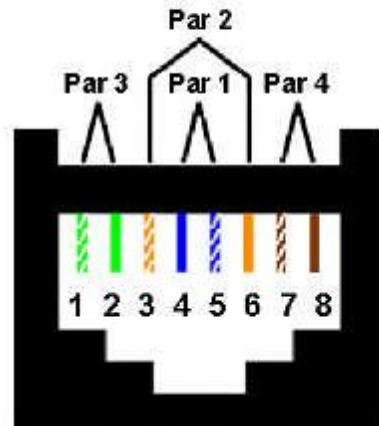
FTP = Par trenzado con papel de plata (*Foil Twisted Pair*).

SSTP = Par trenzado tipo 7 (*Shielded-Sreen Twisted Pair*).

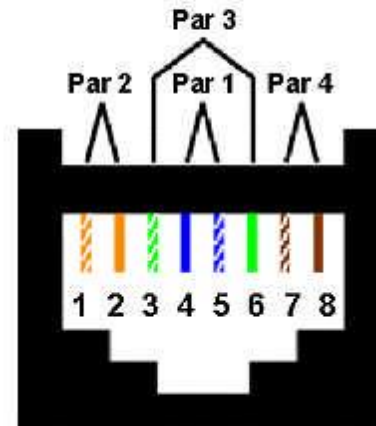
PAR TRENZADO

Asignación pin/par

568A

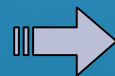


568B (opcional)



Configuración UTP

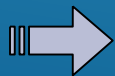
- Recto



Entre panel-dispositivo, WS-roseta, WS-dispositivo, dispositivo-puerto crossover.

568 B - 568 B

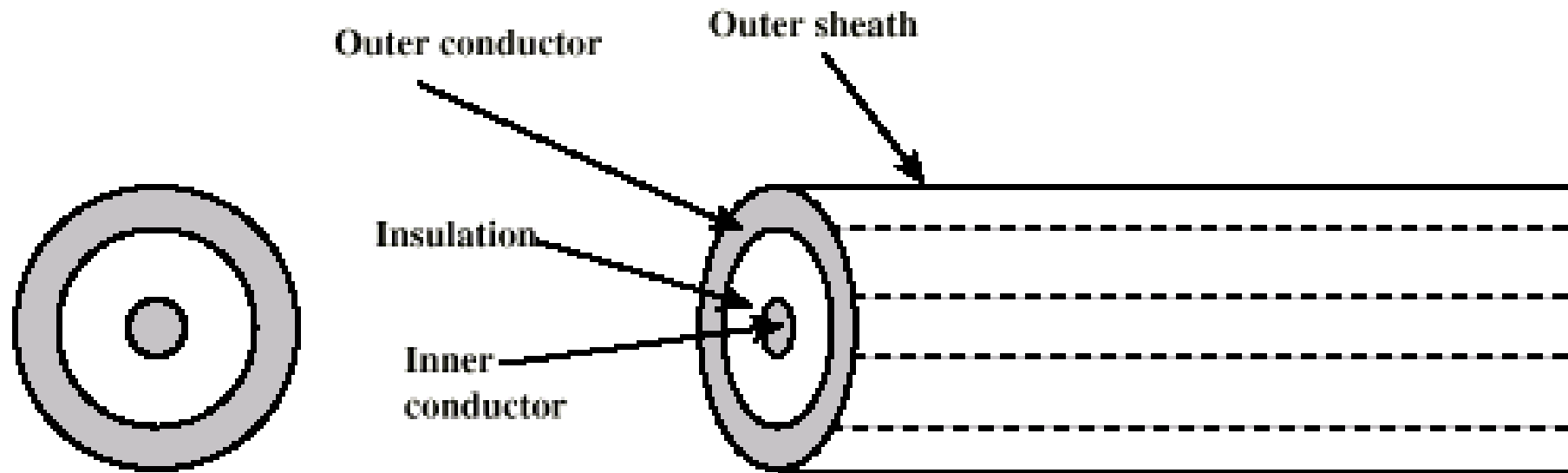
- Cruzado



Entre dispositivos, entre WSs, WS-Servidor.

568 A - 568 B

COAXIAL



- Outer conductor is braided shield
- Inner conductor is solid metal
- Separated by insulating material
- Covered by padding

COAXIALES

- Coaxial RG 58 A/U FOAM - Flexible / Sólido

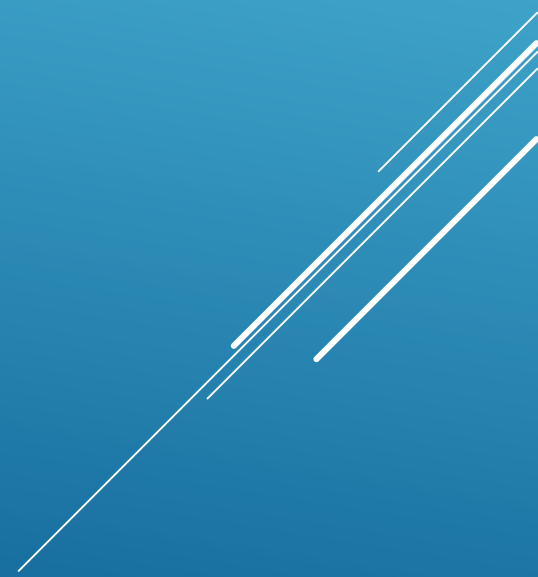


Normas: IRAM 4045, MIL C17


Temp. Máx de servicio: 80 °C

FIBRA ÓPTICA

- ▶ Características generales.
- ▶ Conceptos básicos.
- ▶ Pérdidas en las fibras.
- ▶ Tipos de fibras.

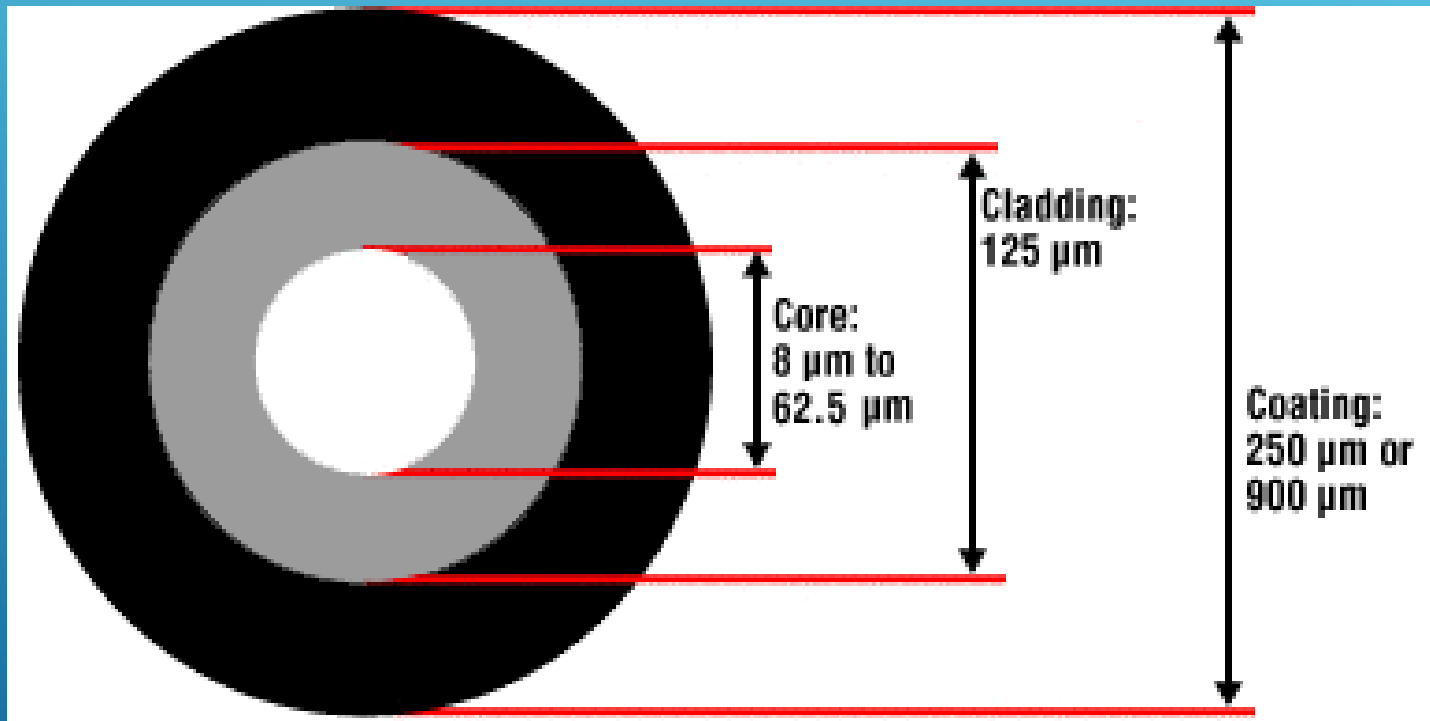


CARACTERÍSTICAS GENERALES

- ▶ Su naturaleza dieléctrica les permite ser usadas en ambientes muy contaminados electromagnéticamente.
 - ▶ Transporta la información en forma de rayos de luz (puede o no ser visible).
 - ▶ El intercambio de información a través de este medio es posible explicarlo usando la teoría de los rayos (óptica).
 - ▶ La información se transporta en forma segura.
 - ▶ Dada la alta frecuencia de la luz, los volúmenes de información transportados son bastante elevados.
- 

CONCEPTOS BÁSICOS

- Presenta simetría axial.

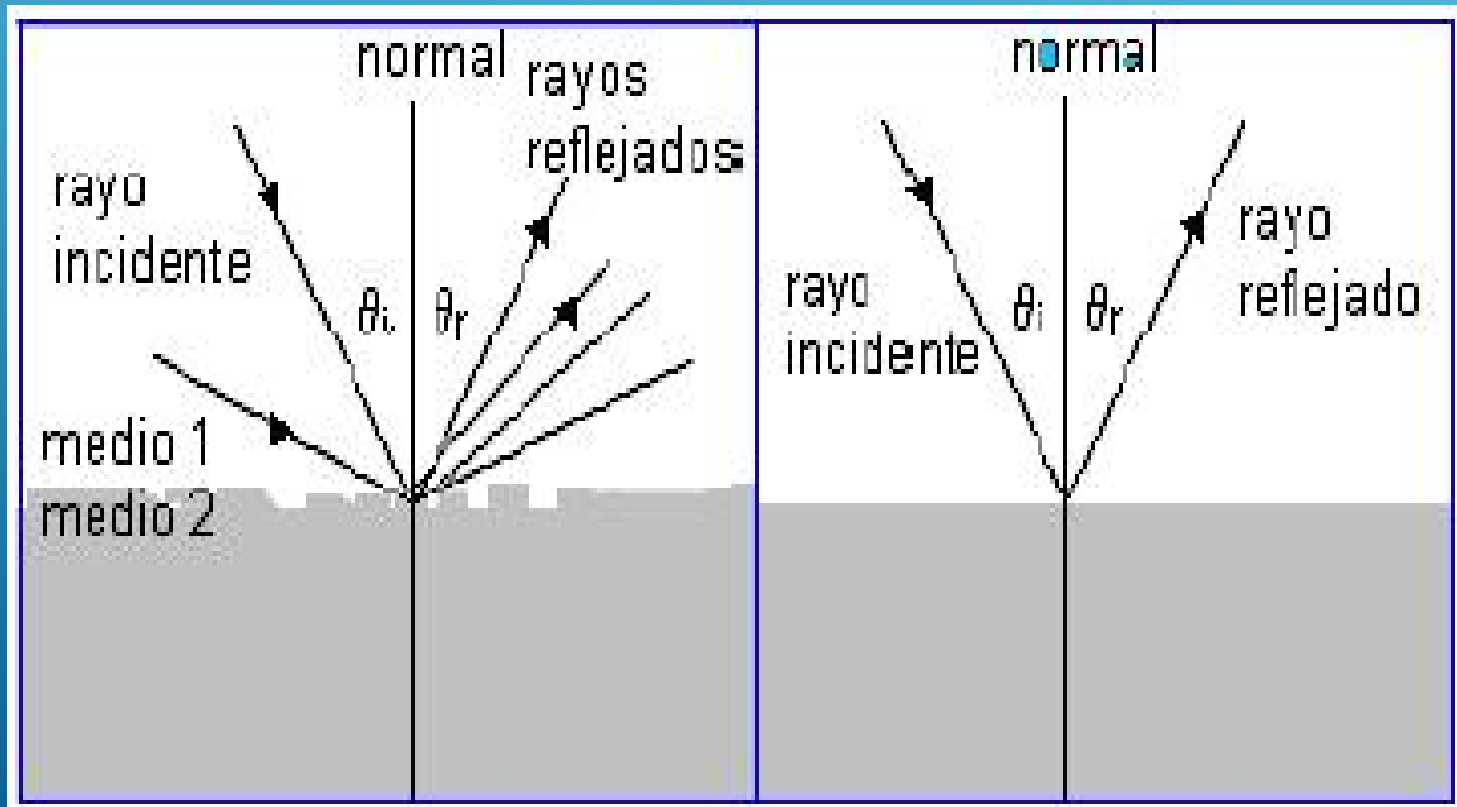


El core y el cladding son fabricados juntos como una única pieza de silicio (no pueden ser separados)

CONCEPTOS BÁSICOS

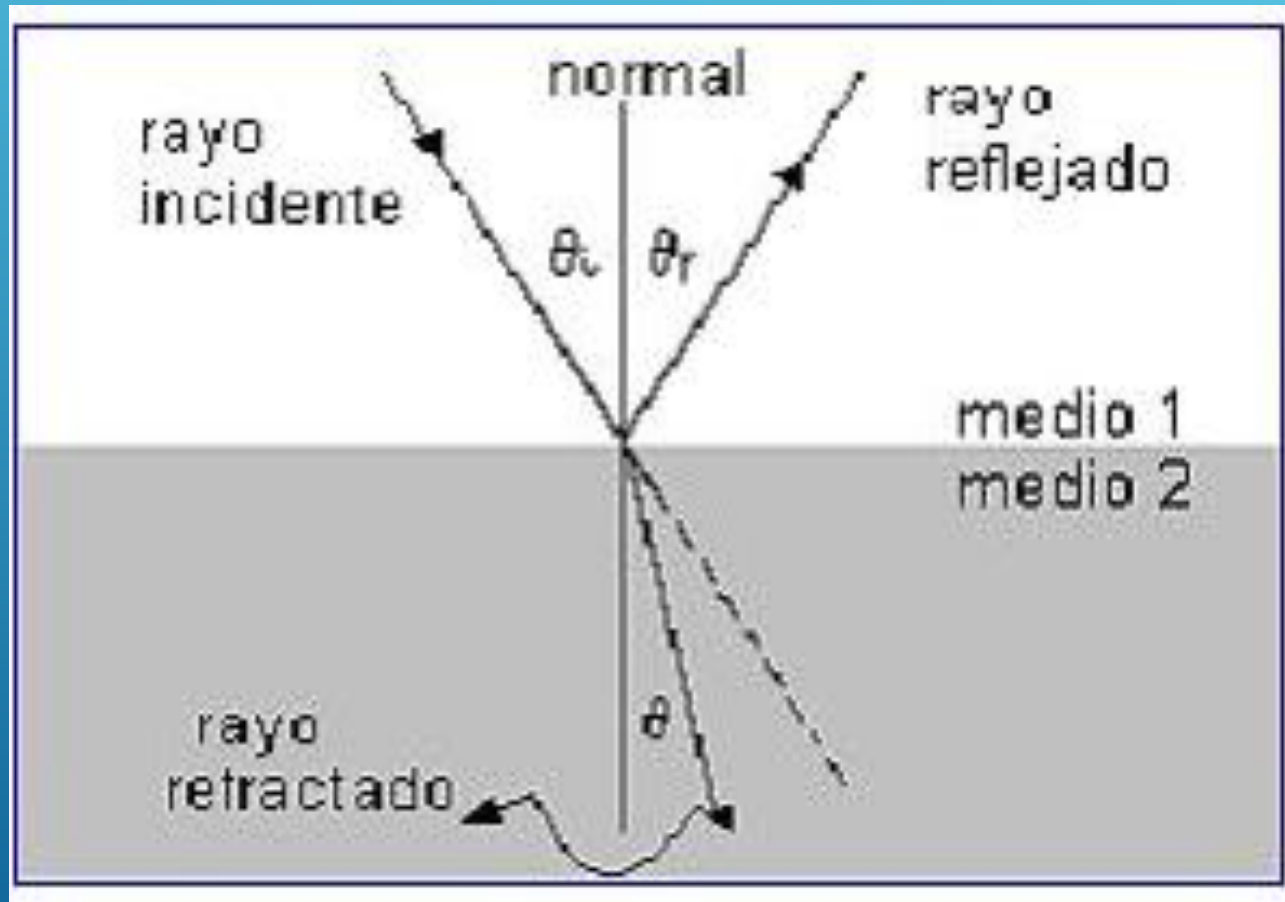
➤ Los conceptos más importantes

✓ Reflexión



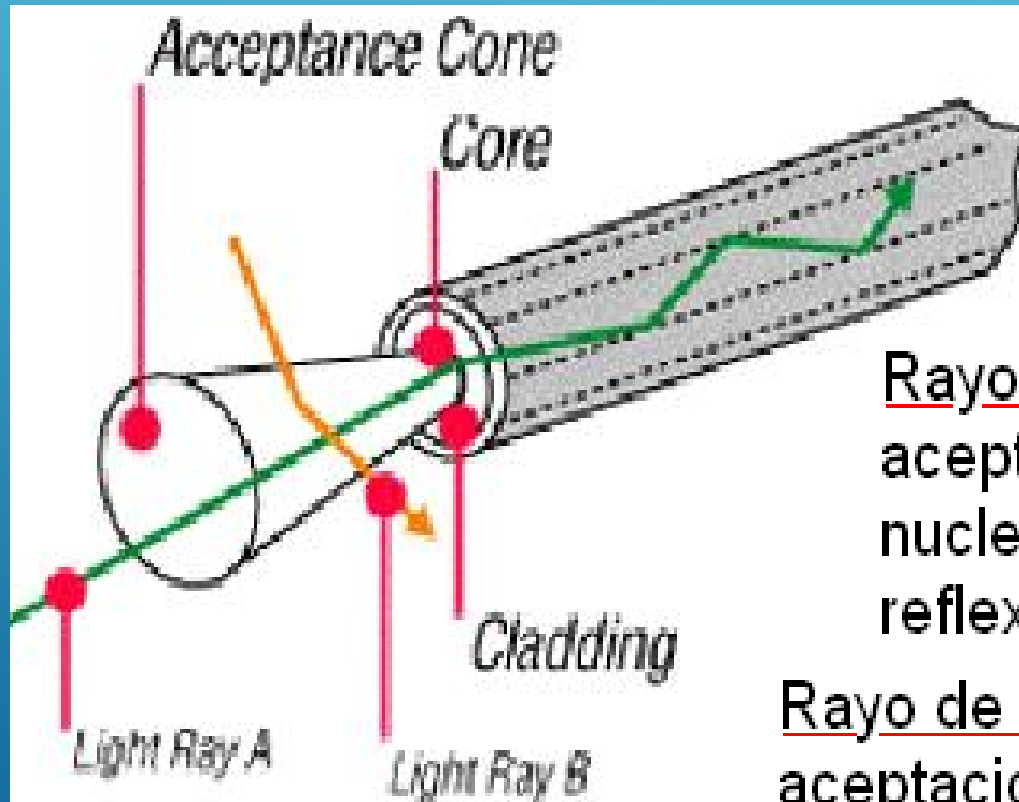
CONCEPTOS BÁSICOS

✓ Refracción



CONCEPTOS BÁSICOS

✓ Ángulo de aceptación

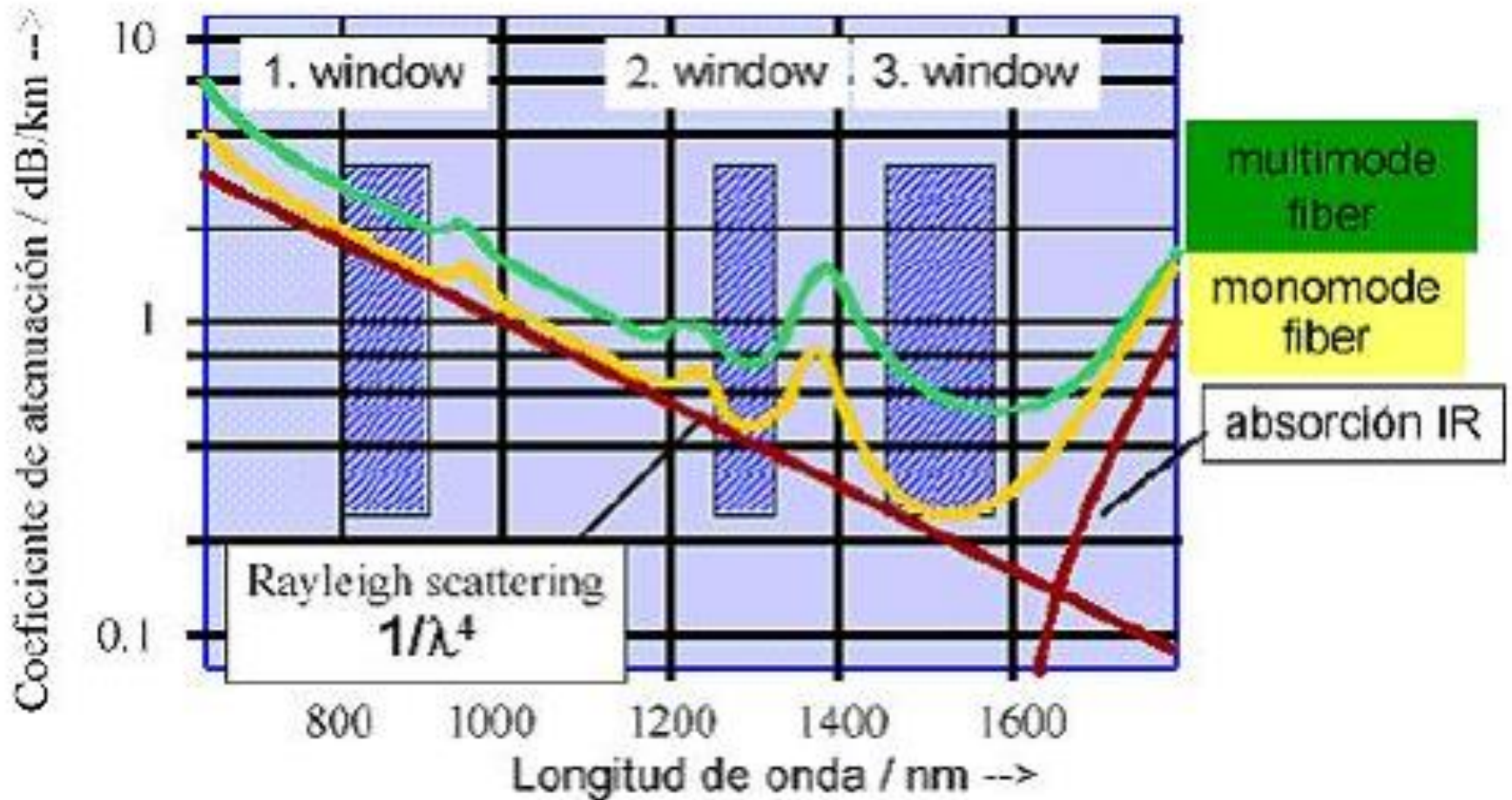


Rayo de luz A: Ingresó al cono de aceptación, y se transmitió por el núcleo de la fibra mediante reflexión total interna.

Rayo de luz B: No ingresó al cono de aceptación; la señal se perdió.

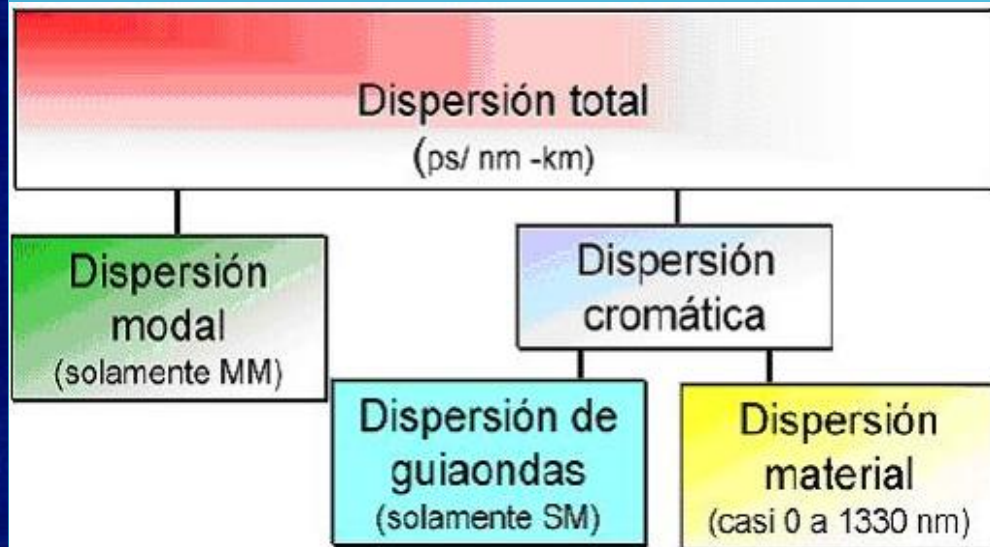
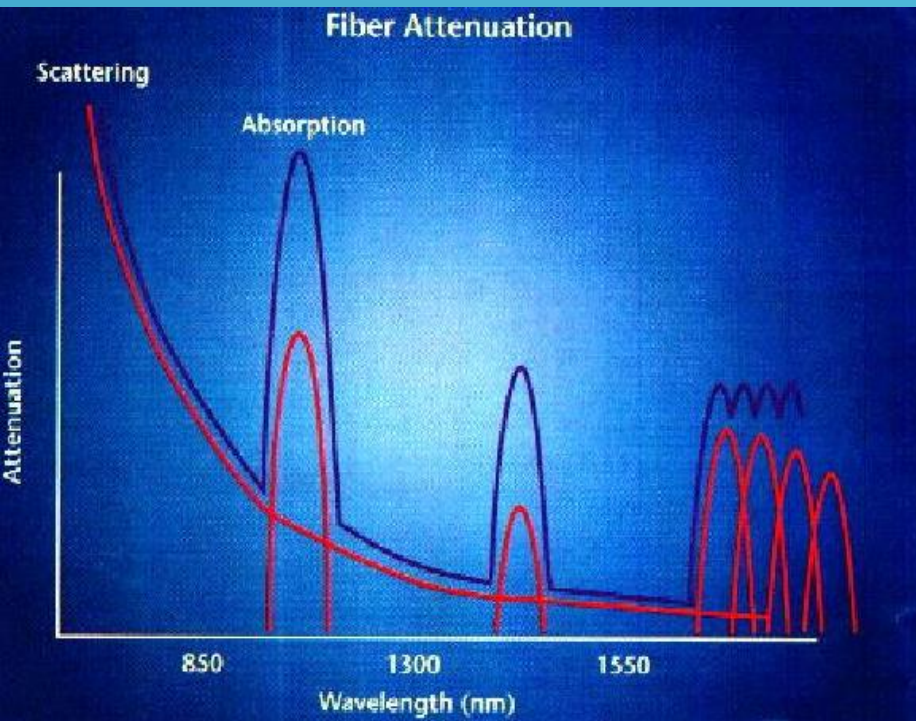
CONCEPTOS BÁSICOS

- ✓ Longitud de onda
- ✓ Ventana de transmisión



CONCEPTOS BÁSICOS

✓ Pérdidas (Atenuación y dispersión)

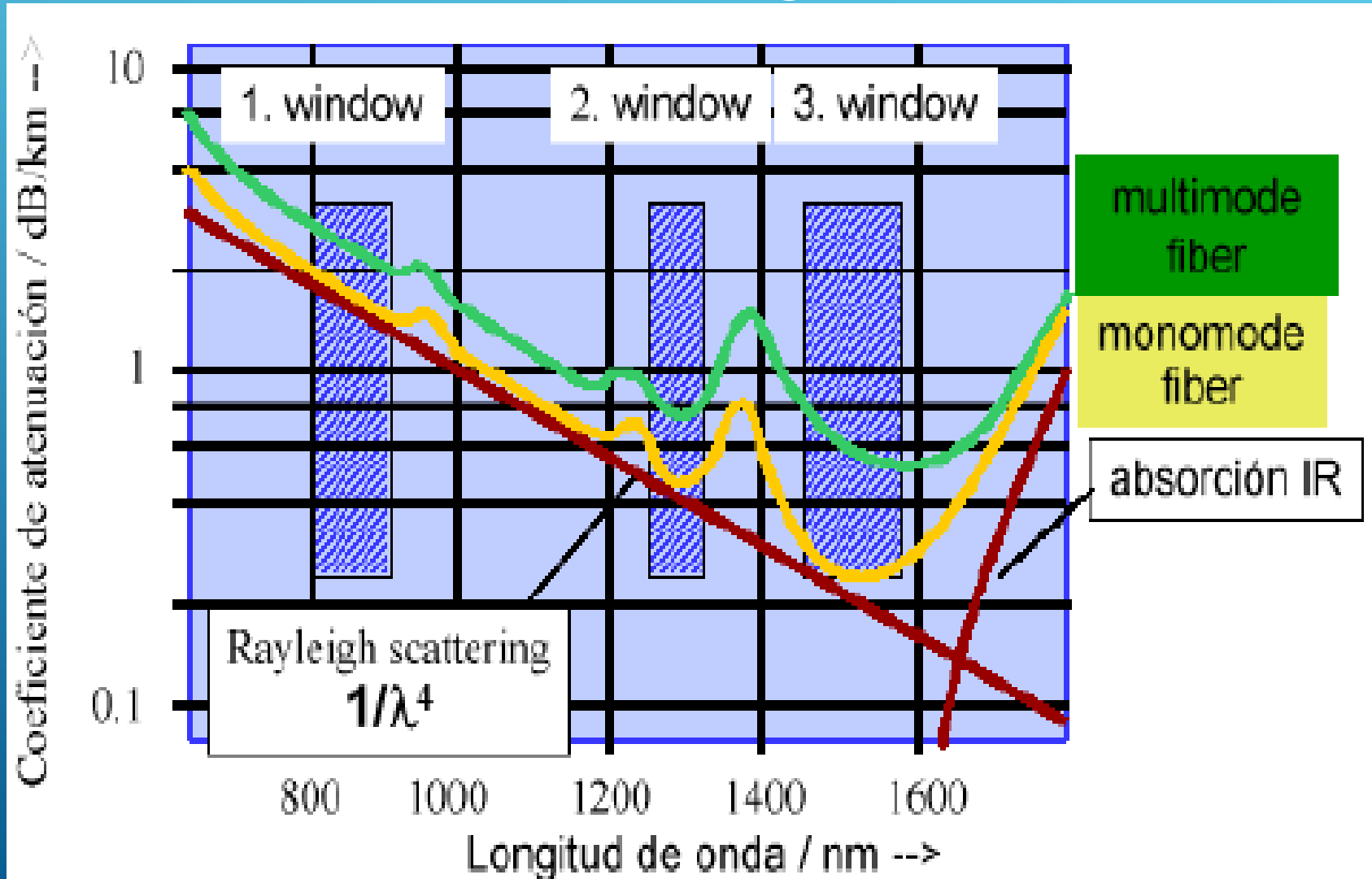


Pérdidas en las fibras

- ▶ **Atenuación:** Es la pérdida de potencia óptica que se da cuando la luz se propaga por la fibra; es medida en dB/Km. Existe la atenuación intrínseca y la extrínseca.
- ▶ **Atenuación intrínseca:** (Scattering) Es la que se ocasiona por defectos propios de los materiales (o introducidos en el proceso de fabricación) con los cuales fue construida la fibra. Atómicamente ocurre por la interacción de las impurezas con la luz que viaja a través de la fibra.
- ▶ **Atenuación extrínseca:** (macro bending) Es producida por curvaturas dadas en la fibra, las cuales se originan principalmente en la instalación de la misma. También existe atenuación extrínseca dada por micro curvaturas (micro bending).

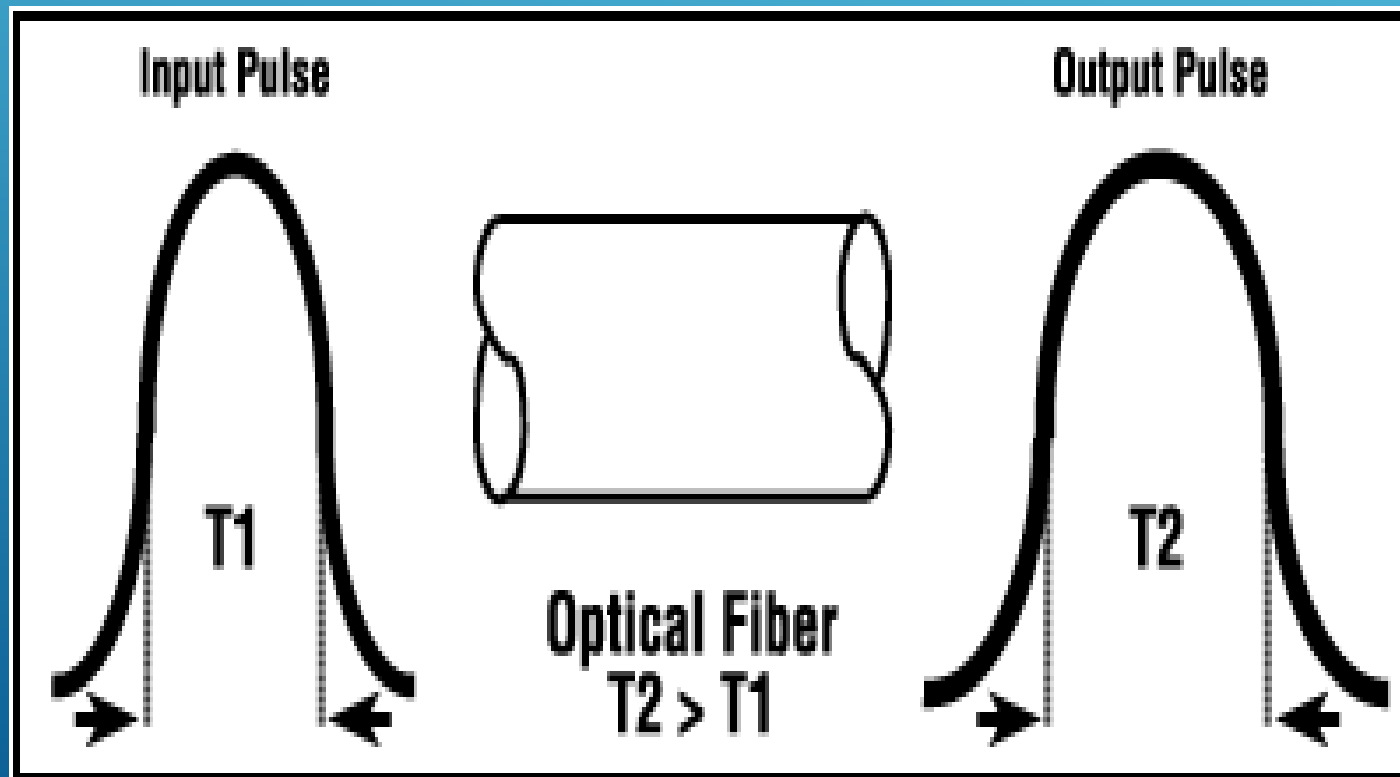
PÉRDIDAS EN LAS FIBRAS

- La figura muestra la variación del coeficiente de atenuación con la longitud de onda.



PÉRDIDAS EN LAS FIBRAS

- **Dispersión:** Se manifiesta (modela) como el esparcimiento de los pulsos de luz al propagarse por la fibra. Cuando los pulsos se ensanchan tienden entonces a solaparse, convirtiendo la información en señales indistinguibles (cambia 0's por 1's y biceversa).

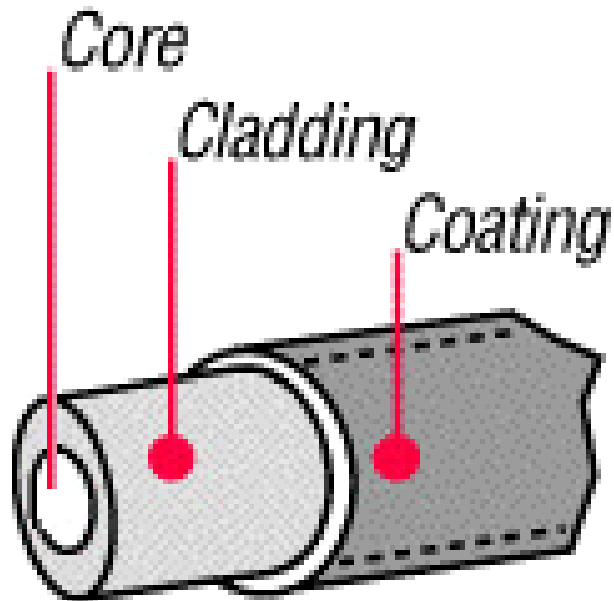


PÉRDIDAS EN LAS FIBRAS

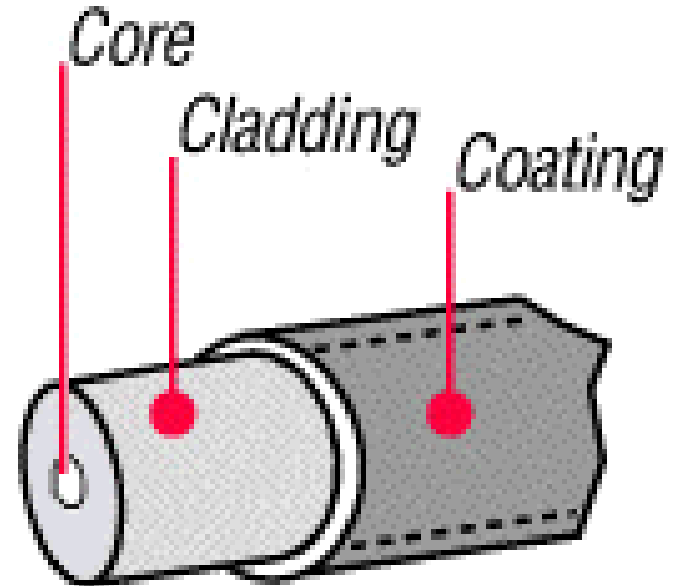
- ✓ **Dispersión cromática:** es el resultado de los diferentes rangos de longitudes de onda de las fuentes (emisores de luz); cada uno de estos rangos viaja a velocidades diferentes. Con la distancia, la variación en la velocidad de las longitudes de onda causa la dispersión de los pulsos de luz en el tiempo. (Este tipo de dispersión tiene especial interés en las fibras monomodo).
- ✓ **Dispersión modal:** Se presenta en las fibras multimodo, y es causada por la llegada en diferentes instantes de tiempo de la información, produciendo dispersión. La dispersión limita las velocidades (capacidades) de transmisión de las fibras ópticas.

TIPOS DE FIBRAS

- ▶ Los rayos de luz pueden ingresar a una fibra óptica y propagarse en estado estable de muchas formas, llamadas modos; cada modo porta una porción de luz.
- ▶ Generalmente el número de modos en una fibra es una función de la relación entre el diámetro del core, la apertura numérica y la longitud de onda.



Multimode Fiber (MM)



Single-Mode Fiber (SM)

TIPOS DE FIBRAS

- ✓ Single Mode (SM) Fiber
- ✓ Multi Mode (MM) Fiber



TIPOS DE FIBRAS

- ✓ Single Mode (SM) Fiber: Únicamente permite una forma de transmisión (propagación) para los rayos de luz a través de ésta. Para estas fibras el tamaño típico del core es de $8.3\text{ }\mu\text{m}$. Son usadas cuando las pérdidas permitidas no son muy altas y cuando se requieren velocidades de transmisión altas.

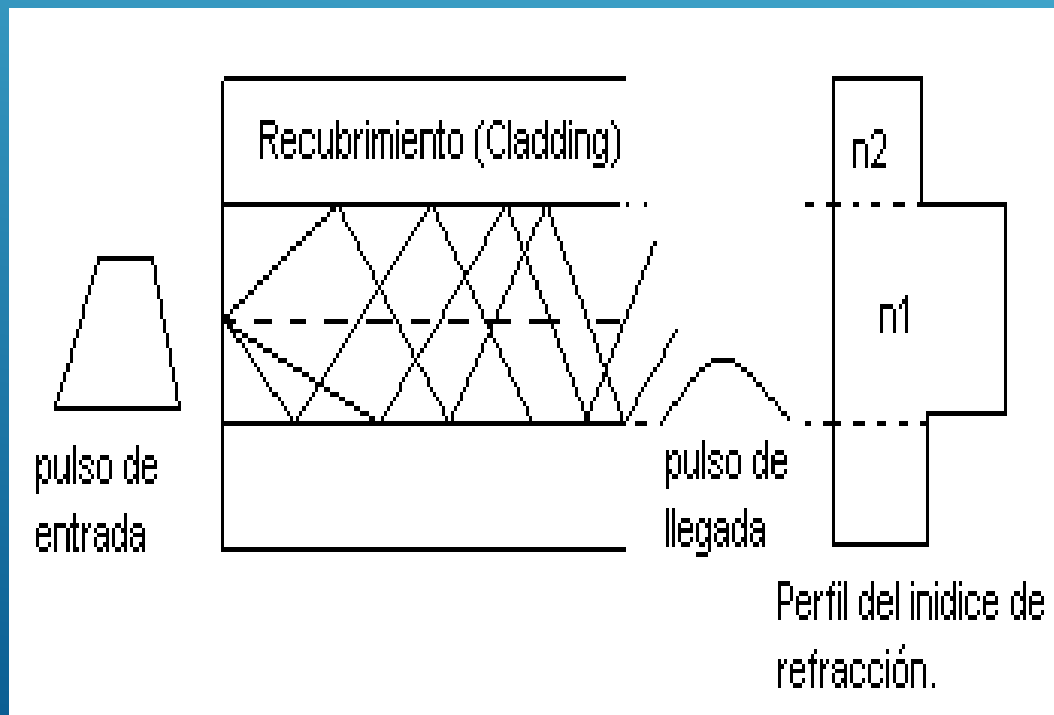


TIPOS DE FIBRAS

- ✓ Multi Mode (MM) Fiber: Permite más de una forma de vibración para la propagación de la luz. El tamaño del core oscila entre 50 μm y 62.5 μm ; son muy usadas para aplicaciones de cortas distancias y con requerimientos bajos de anchos de banda; el costo de sistemas con fibras MM es más bajo debido a que los empalmes se hacen menos exigentes y las fuentes no tienen que ser muy coherentes (LED's).

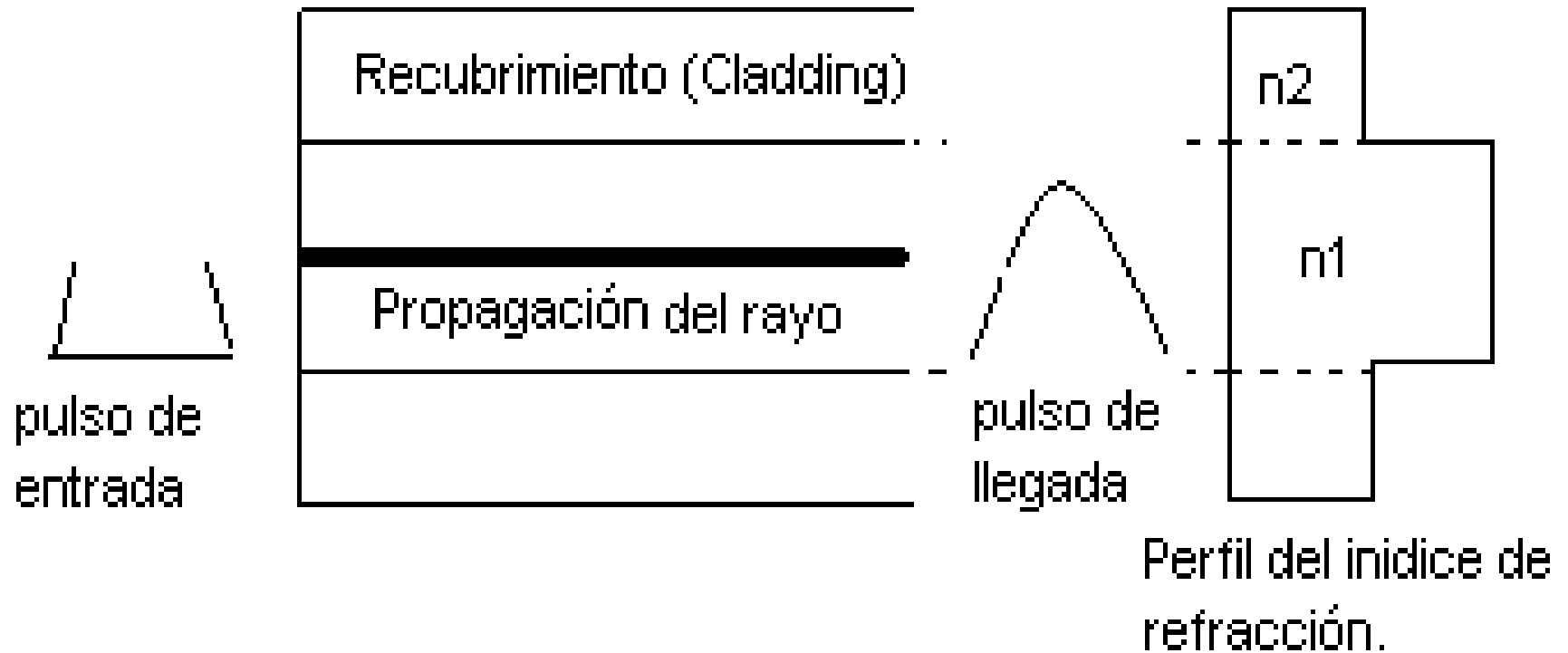
TIPOS DE FIBRAS

- ▶ Ambos tipos de fibras actúan como medio de transmisión para la luz, pero operan de formas distintas, tienen diferentes características y aplicaciones.
- ▶ ***Las fibras también pueden ser clasificadas por el perfil de su índice de refracción, algunas de estas son:***
 - ▶ Fibra Multimodo de índice escalón (step Index):



TIPOS DE FIBRAS

- Fibra Monomodo de índice escalón (step Index).



VENTAJAS	DESVENTAJAS
La apertura Numérica es alta	La dispersión de la señal es alta
El acoplamiento a la fuente de luz es fácil de realizar	El ancho de banda es mínimo
Su costo es bajo	Se puede usar solamente en líneas cortas

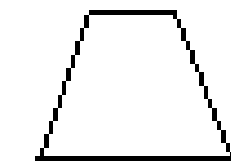
Fibra Multimodo de índice escalón (step Index)

VENTAJAS	DESVENTAJAS
La dispersión de la señal es mínima	La apertura numérica es baja
Es muy útil para líneas largas y anchos de banda de gran magnitud (500 MHz o más)	El acoplamiento a la fuente de luz es Difícil de lograr.
Altas velocidades de operación.	La alineación en los empalmes es difícil de realizar.
	El costo es alto

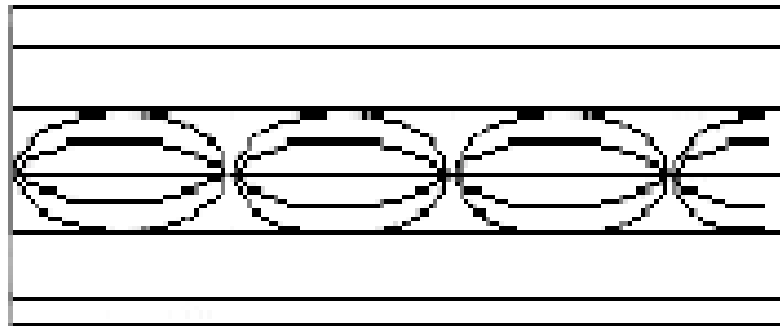
Fibra Monomodo de índice escalón (step Index)

TIPOS DE FIBRAS

- ▶ Fibra Multimodo de índice gradual (graded Index).
- Su Índice de refracción del núcleo varía en función de la distancia al eje.
- Es importante anotar que la propagación monomodo sólo se presenta en las fibras de Índice escalón.
- Por tanto no existe una fibra monomodo de índice gradual (sólo se consideran para casos académicos).



pulso de
entrada



pulso de
salida



perfil del índice de
refracción

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES


No presenta problemas de acoplamiento con los emisores y receptores

Posee características de ancho de banda superiores y menos dispersión que las fibras multimodo de índice escalón

La dispersión de la señal es mínima

GUÍA DE ONDA

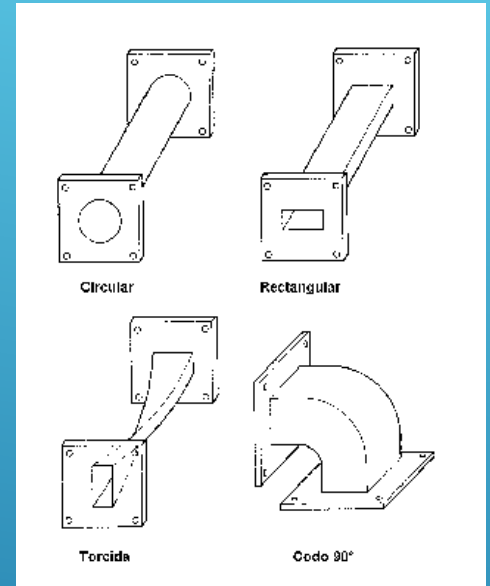
La transmisión de señales por guías de onda reduce la disipación de energía.

- ✓ Producen poca atenuación.
 - ✓ Consisten en tubos de un material conductor de sección rectangular, circular o elíptica, en los cuales la dirección de la energía electromagnética debe ser principalmente conducida a lo largo de la guía y limitada en sus fronteras.
- 
- A series of white diagonal lines of varying lengths and thicknesses, located in the bottom right corner of the slide, creating a modern, abstract graphic element.

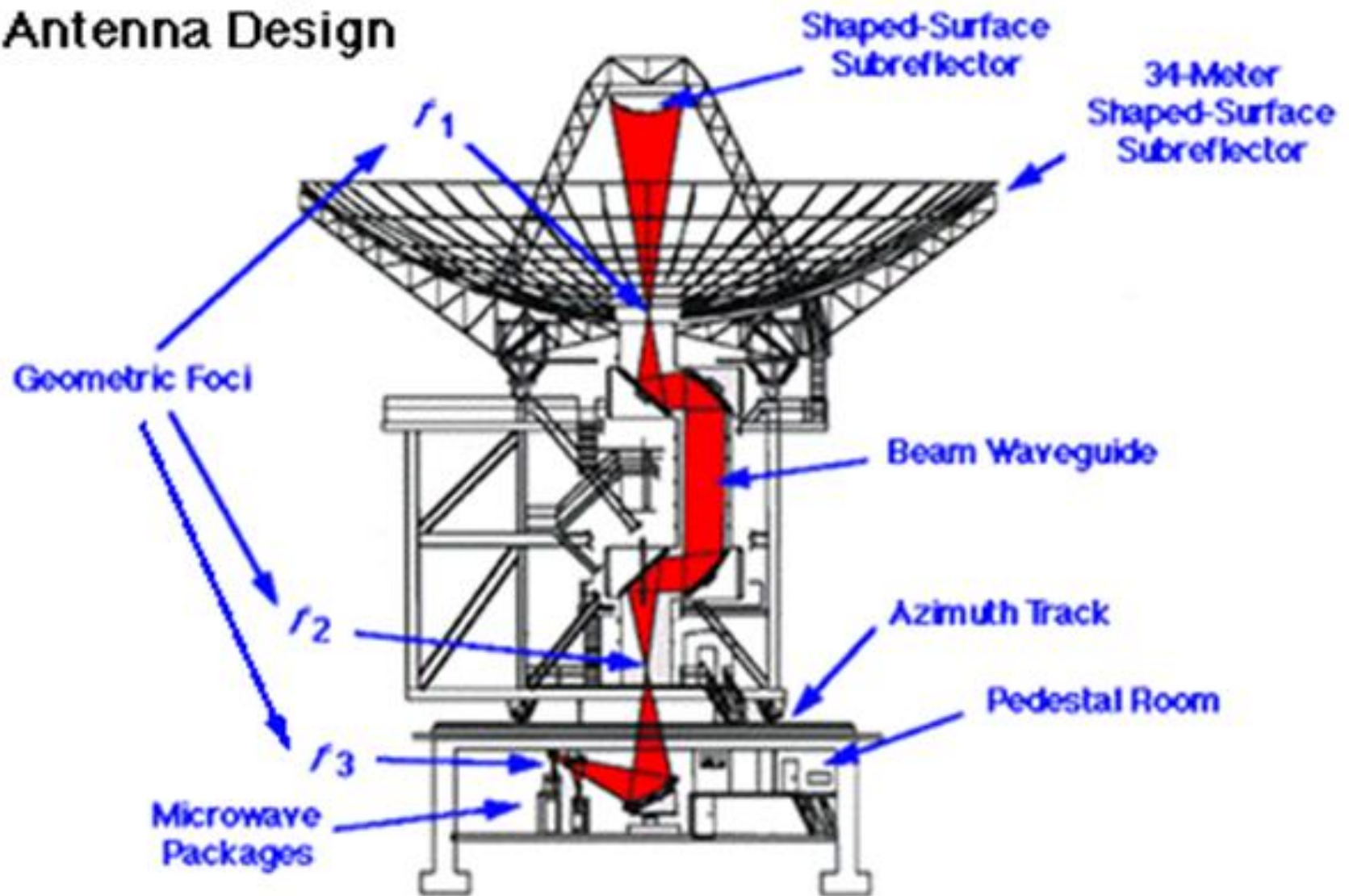
- ✓ No hay pérdidas de potencia por radiación y las pérdidas en el dieléctrico son muy bajas debido a que suele ser aire.
- ✓ Este sistema evita que existan interferencias en el campo por otros objetos.



GUÍA DE ONDA



Beam Waveguide Antenna Design



COMUNICACIONES POR RADIO

COMPONENTES

TRANSMISOR / RECEPTOR
(TRANSCCEPTOR)

IRRADIANTE (ANTENA)

LÍNEA DE TRANSMISIÓN

BANDAS DE OPERACIÓN

ALTA FRECUENCIA (HF)

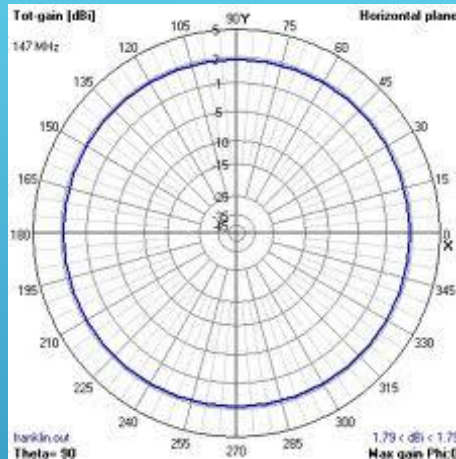
MUY ALTA FRECUENCIA (VHF)

ULTRA ALTA FRECUENCIA (UHF)

DISTINTAS ATENUACIONES, ANCHOS DE BANDA,
CAPACIDADES

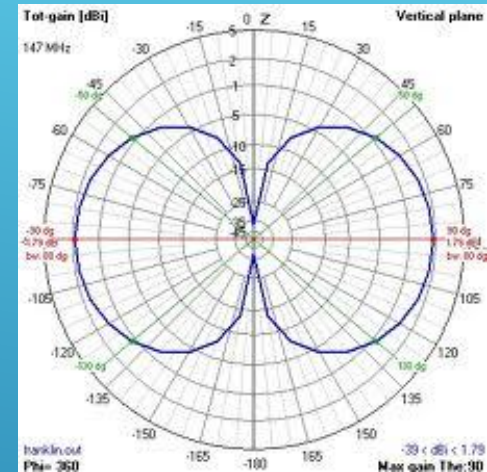
IRRADIANTES (ANTENAS)

Omnidireccionales



Direccionales

Diagramas de irradiación
Ganancia y Directividad

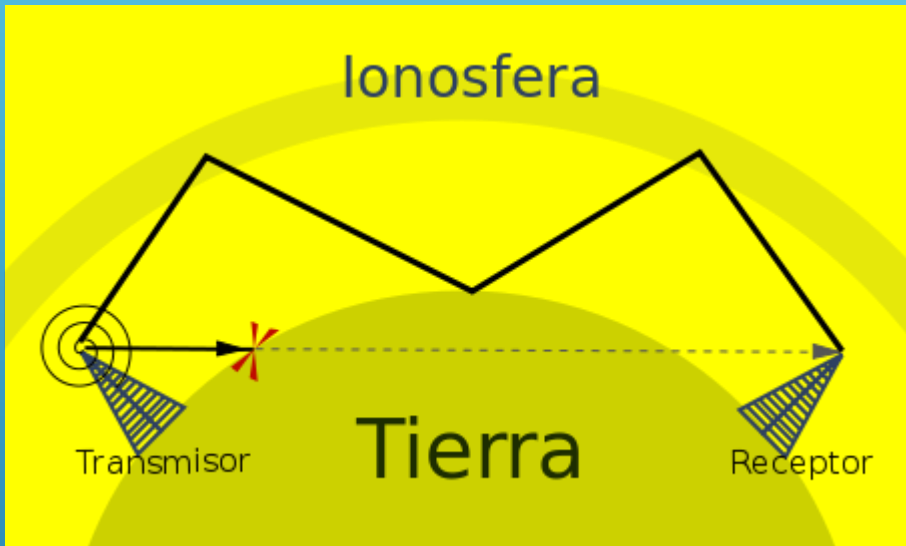


$$c = \lambda * f$$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Antena	Cálculo de longitud (metros)
¼ de onda	75 / f (MHz)
½ de onda	150 / f (MHz)
Onda completa	300 / f (MHz)

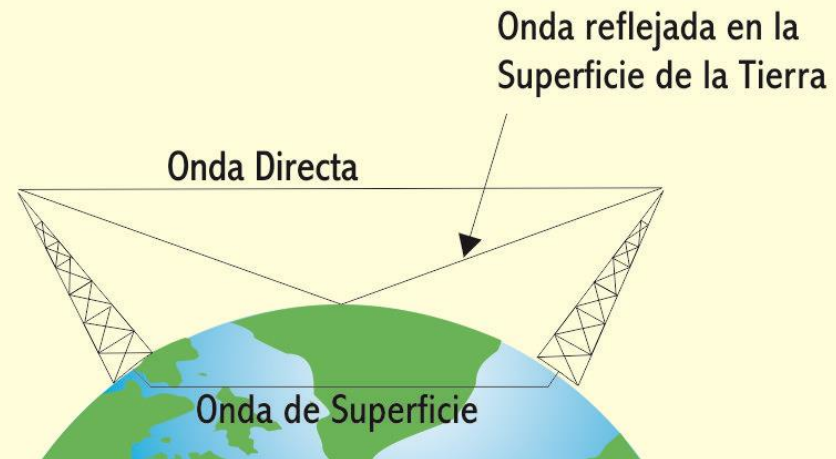
MODOS DE PROPAGACIÓN



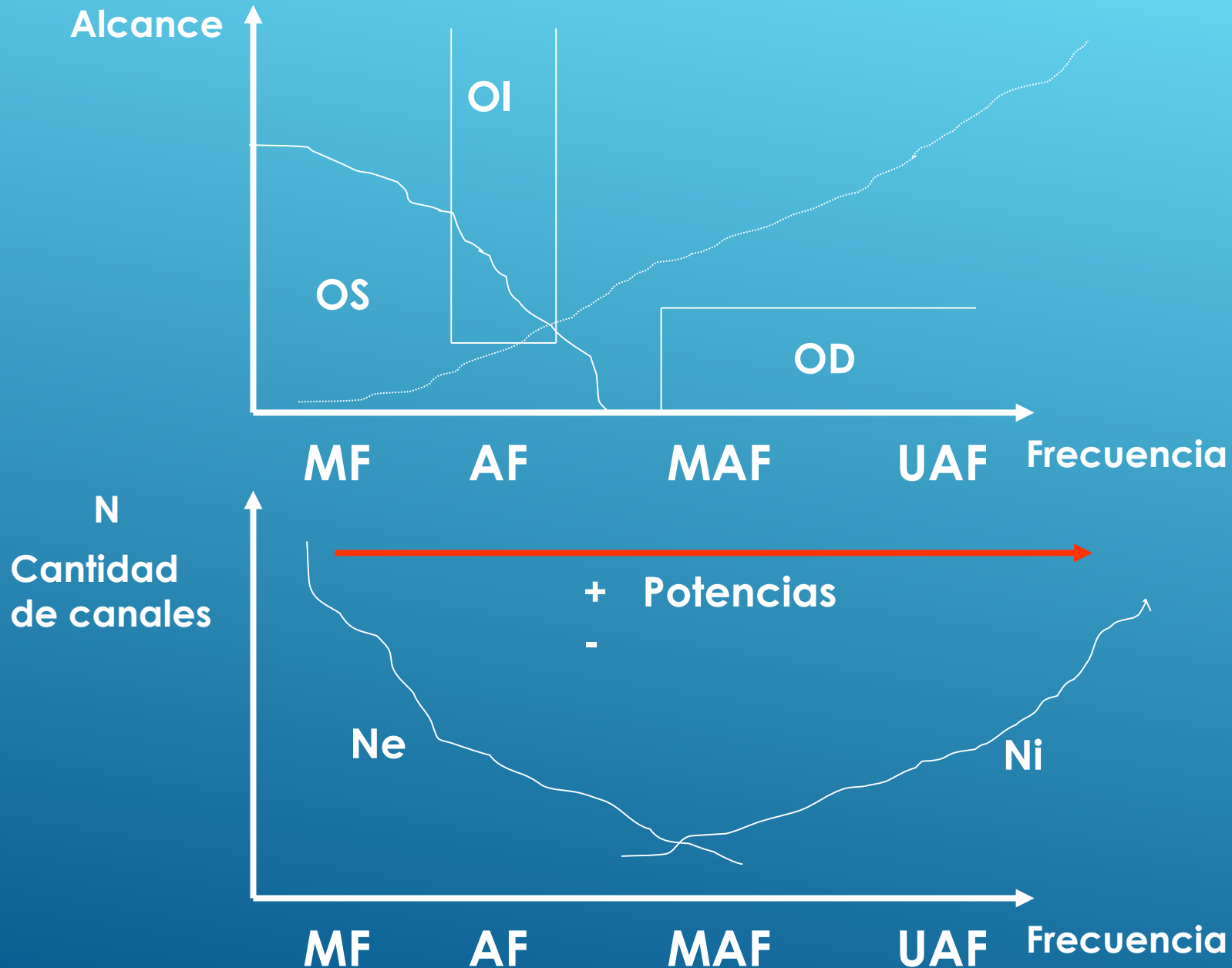
ONDA IONOSFÉRICA



ONDA TERRESTRE



CARACTERÍSTICAS SEGÚN LA BANDA DE OPERACIÓN



ONDA IONOSFÉRICA

Capas de la Atmósfera

Altura respecto
de la corteza
terrestre

Tropósfera

Estratósfera

Ionósfera (60 a 350 km)

- D

- E

- F

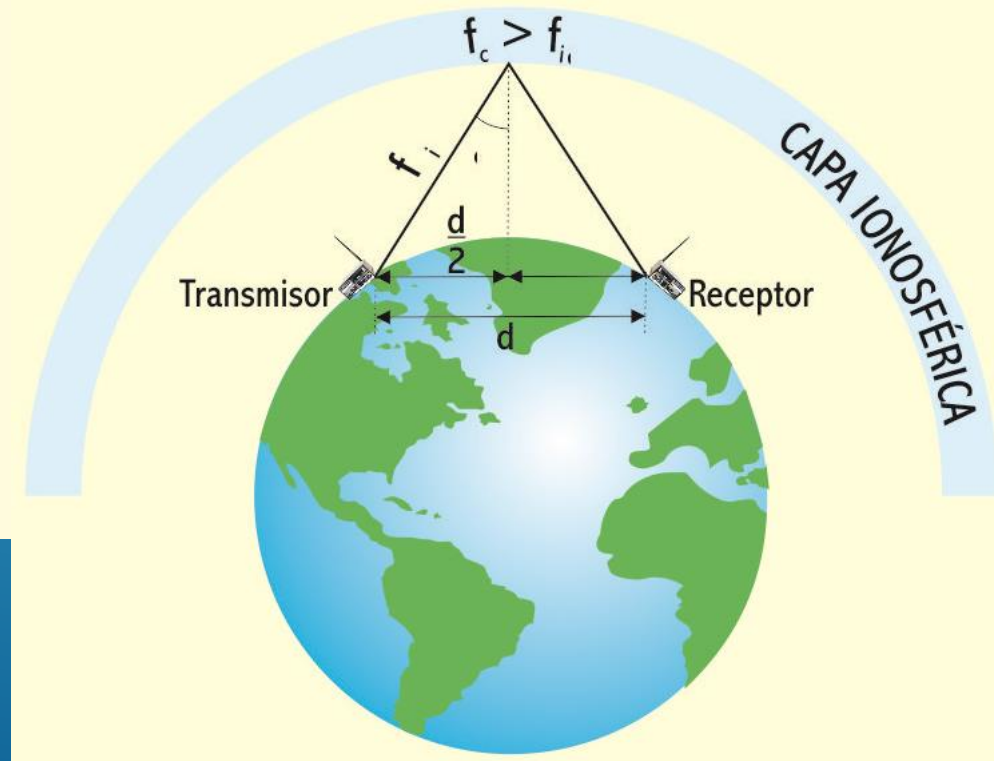
F1

F2

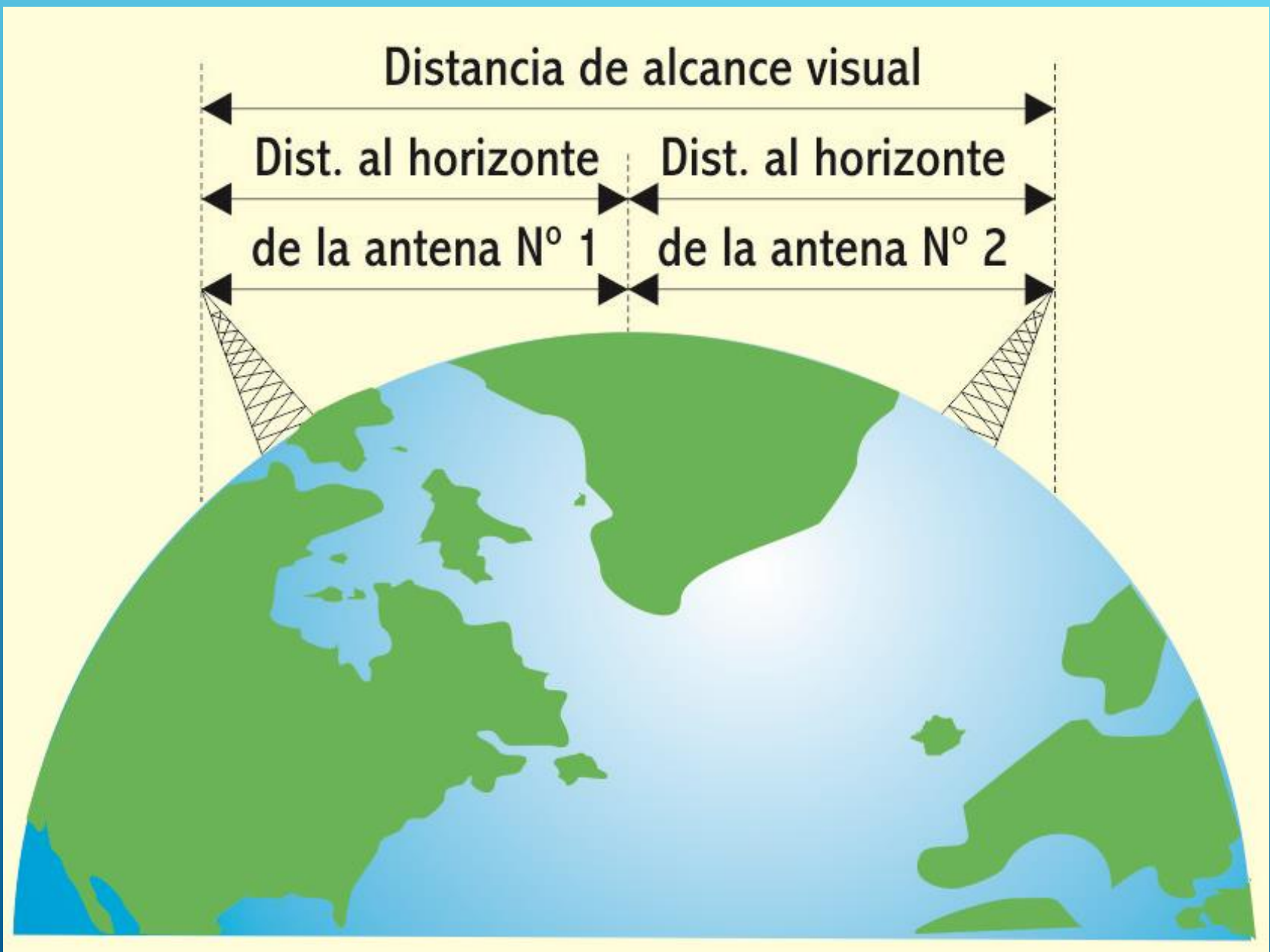


ONDA IONOSFÉRICA

CÁLCULO DE DISTANCIA DE SALTO



ONDA DIRECTA



ONDA DIRECTA



**FENÓMENO DE DIFRACCIÓN
POR EFECTO DE LA
ATMÓSFERA EN LA
CURVATURA DE LA TIERRA**

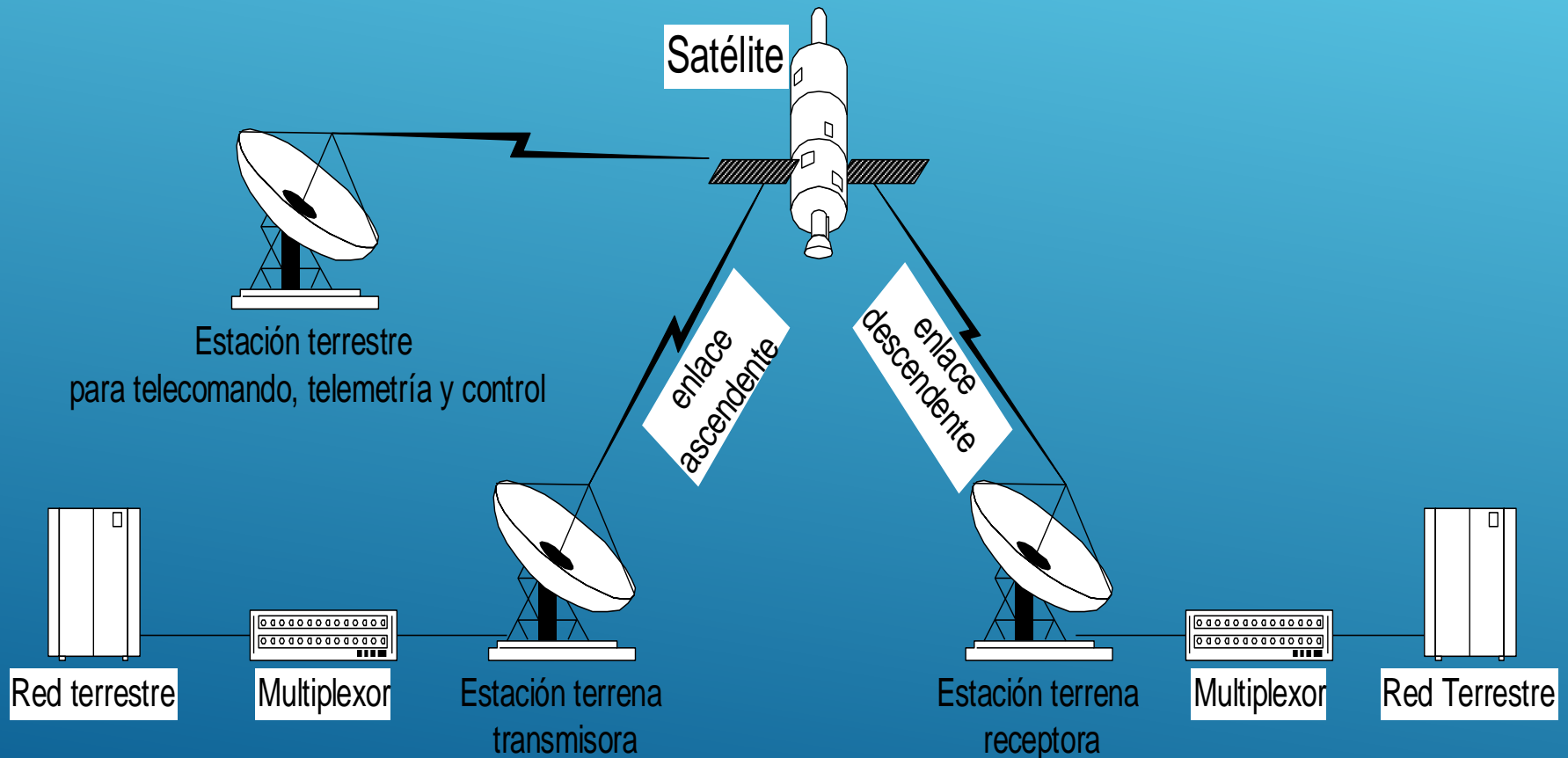
$$D = 4,14 (H)^{1/2}$$

ANTENAS DE RADIOENLACES (MICROONDAS)



COMUNICACIONES SATELITALES

Componentes de una comunicación satelital



ANTENAS SATELITALES



TIPOS DE SATÉLITES DE COMUNICACIONES

- ➡ • de órbita baja (LEO - Low Earth Orbit), con altura entre 150 y 450 km, dan la vuelta a la Tierra en aproximadamente 1,5 horas, permaneciendo a la vista de una estación terrena durante alrededor de un cuarto de hora.
- ➡ • de órbita media (MEO - Medium Earth Orbit), con altura entre 9000 y 18000 km, tiene un período de rotación comprendido entre 5 y 12 horas, permaneciendo a la vista de una estación terrena entre 2 y 4 horas.
- ➡ • geoestacionarios (GEO - Geosynchronous Earth Orbit), con altura de 36000 km, tiene un período de rotación de 24 horas por lo que se llaman geosincrónicos también.

TIPOS DE SATÉLITES DE COMUNICACIONES

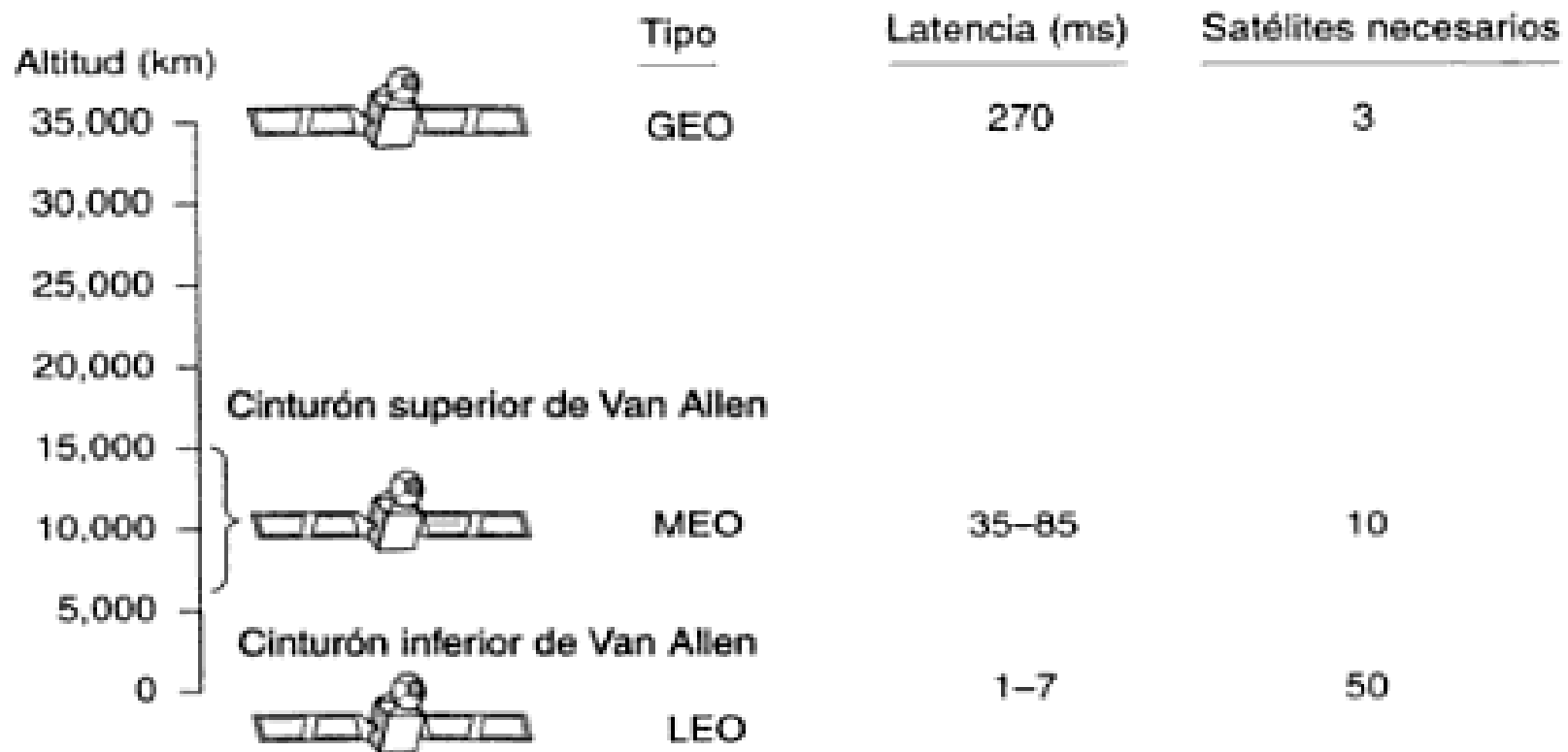


Figura 2-15. Satélites de comunicaciones y algunas de sus propiedades, entre ellas: altitud sobre la Tierra, tiempo de duración de un viaje de ida y vuelta y la cantidad de satélites necesarios para abarcar toda la Tierra.

CARACTERÍSTICAS DE INTERÉS

CANTIDAD DE TRANSPONDERS DE UN SATÉLITE
ANCHO DE BANDA DE CADA TRANSPONDER
CAPACIDAD TOTAL DEL SATÉLITE

BANDA DE OPERACIÓN (C, Ku, Ka)
CALIDAD DE LA SEÑAL (ATENUACIONES)
CONFIABILIDAD
TAMAÑO DE LA ANTENA

TIPO DE SATÉLITE
COBERTURA
RETARDOS, SENSIBLE A ECLIPSES Y LLUVIA

CARACTERÍSTICAS DE INTERÉS

**COSTOS
DEPENDENCIA
CONFIABILIDAD**

**SERVICIOS (VSAT, SCPC, DAMA, MCPC)
SEGÚN TIPO DE INFORMACIÓN A TRANSFERIR**

**VSAT (VERY SMALL APERTURE TERMINAL)
SCPC (SINGLE CHANNEL PER CARRIER)
MCPC (MULTI CHANNEL PER CARRIER)
DAMA (DEMAND ASSIGNMENT MULTIPLE ACCESS)
TDMA (TIME DIVISION MULTIPLEX ACCESS)**

CARACTERÍSTICAS DE INTERÉS

ENLACE PUNTO A PUNTO (SCPC)
ENLACE PUNTO A MULTIPUNTO (VSAT)

BANDA	FREC (GHz)	CARACTERÍSTICAS
C	4/6	MENOR ATENUACIÓN MAYOR TAMAÑO ANTENA
Ku	12 / 14	
Ka	17 / 30	MAYOR ATENUACIÓN MENOR TAMAÑO ANTENA

VSAT

