



REDES DE FEMTOCELIDAS

José Javier Martínez Vázquez

CONAMA2014



01

AUMENTO DE LA DEMANDA DE TRÁFICO:

- AUMENTO DEL ANCHO DE BANDA
- MEJORA DEL RENDIMIENTO ESPECTRAL
- DIVISIÓN CELULAR



02

LA DIVISIÓN CELULAR :

- ES MÁS FÁCIL DE IMPLEMENTAR Y PRESENTA UN RENDIMIENTO MÁS ELEVADO QUE EL RESTO DE ALTERNATIVAS.
- ES UNA BUENA SOLUCIÓN PARA DAR COBERTURA EN VIVIENDAS DE ZONAS RURALES Y SUBURBANAS.
- AUMENTA LOS COSTES DE EQUIPAMIENTO, INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.



03

CLASIFICACIÓN CELULAR

| TIPO DE CELDA | POTENCIA MÁXIMA POR ANTENA | GANANCIA TÍPICA | PIRE POR ANTENA |
|---------------|----------------------------|-----------------|-----------------|
| MACRO | 50 w | 17 dBi | 2500 w |
| MICRO | 5 w | 17 dBi | 250 w |
| PICO | 1 w | 17 dBi | 50 w |
| FEMTO | 20 mw | 12 dBi | 0,32 w |



04

| SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL | UL (MHz) | DL (MHz) |
|----------------------------|-----------|-----------|
| DIVIDENDO – DIGITAL | 790-862 | 790-862 |
| UMTS 100 | 880-890 | 925-935 |
| GSM | 890 - 915 | 935 - 960 |
| DCS 1800 | 1710-1785 | 1805-1880 |

| SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL | UL (MHz) | DL (MHz) |
|----------------------------|----------------------------|------------------------|
| LTE 1800 | 1710-1785 | 1805-1880 |
| UMTS | 1920-1980 F 1900-1920 T | 2110-2170 2010-2025 |
| LTE 2600 | 2500 - 2570 | 2620-2680 |



05

NIVELES DE REFERENCIA DE DENSIDAD DE POTENCIA

| RECOMENDACIÓN del CONSEJO 1999/519/CE | RD 1066/2001 M ^o DE LA PRESIDENCIA | DECRETO 148/2001 GENERALITAT |
|---------------------------------------|---|------------------------------|
| f /200 | f /200 | f /450 |
| 4 vatios /metro 2 | 4 vatios /metro 2 | 1,77 vatios /metro 2 |

| TIPO DE CELDA | PIRE POR ANTENA | NIVEL DE REFERENCIA (1) | NIVEL DE REFERENCIA (2) |
|---------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| MACRO | 2500 w | 7 METROS | 10,6 METROS |
| MICRO | 250 w | 2,23 METROS | 3,35 METROS |
| PICO | 50 w | 1 METRO | 1,5 METROS |
| FEMTO | 0,32 w | 0,08 METROS | 0,12 METROS |



06

NIVELES DE REFERENCIA DE INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO

| RECOMENDACIÓN del CONSEJO 1999/519/CE | RD 1066/2001 Mº DE LA PRESIDENCIA | DECRETO 148/2001 GENERALITAT |
|---------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| $1,375 \cdot f^{1/2}$ | $1,375 \cdot f^{1/2}$ | $0,9 \cdot f^{1/2}$ |
| 38,9 v/m | 38,9 v/m | 25,45 v/m |



07

CONSUMO ELÉCTRICO

LAS PREVISIONES PARA EL AÑO 2020 SITÚAN EN 100 MILLONES EL NÚMERO DE CELDAS DE PEQUEÑO TAMAÑO CON MÁS DE 500 MILLONES DE USUARIOS CON UN CONSUMO DE 4,4 TWh/AÑO

- Mejora del rendimiento energético de los equipos de telefonía celular.
- Estudio de nuevos protocolos de ahorro de energía para que las estaciones base adopten un modo inactivo de funcionamiento en horas o periodos de tiempo de baja demanda.
- Variar el tamaño de la celda, y por tanto el consumo de energía de la estación base, en función de la intensidad de tráfico.
- El uso de energías renovables.
- La utilización de repetidores o cabezas remotas.

**08****CONSUMO ELÉCTRICO**

| MACRO BTS | Pot. Max. Consumida (W) | Pot. Media Consumida (W) |
|---|-------------------------|--------------------------|
| EQUIPO RADIO | 1845 | 1845 |
| CAPA DE TRANSPORTE | 240 | 240 |
| Switch | 15 | 15 |
| BMU | 50 | |
| Eq. rectificador + String baterías -100Ah | 1200 | |
| A/A | 2000 | |
| Total | 3350 + AA | 2100 + AA |

| PICO BTS/FOR (RRH) | Pot. Max. Consumida (W) | Pot. Media Consumida (W) |
|---|-------------------------|--------------------------|
| Equipo radio | 250 | 250 |
| Switch | 15 | 15 |
| Luminaria + ventiladores | 75 | 75 |
| Eq. rectificador + String baterías - 30Ah | 360 | |
| Total | 700 | 340 |

| MICRO BTS | Pot. Max. Consumida (W) | Pot. Media Consumida (W) |
|---|-------------------------|--------------------------|
| EQUIPO RADIO | 600 | 600 |
| CAPA DE TRANSPORTE | 240 | 240 |
| Switch | 15 | 15 |
| BMU | 50 | |
| Eq. rectificador + String baterías -100Ah | 1200 | |
| A/A | 2000 | |
| Total | 2105 + AA | 855 + AA |

| HeNb | Pot. Max. Consumida (W) | Pot. Media Consumida (W) |
|-----------------------|-------------------------|--------------------------|
| Equipo radio | 5 | 5 |
| Switch Router, | 5 | 5 |
| Acumuladores – 0,5 Ah | 2 | |
| Total | 12 | 10 |



ARQUITECTURA DE LA RED

09

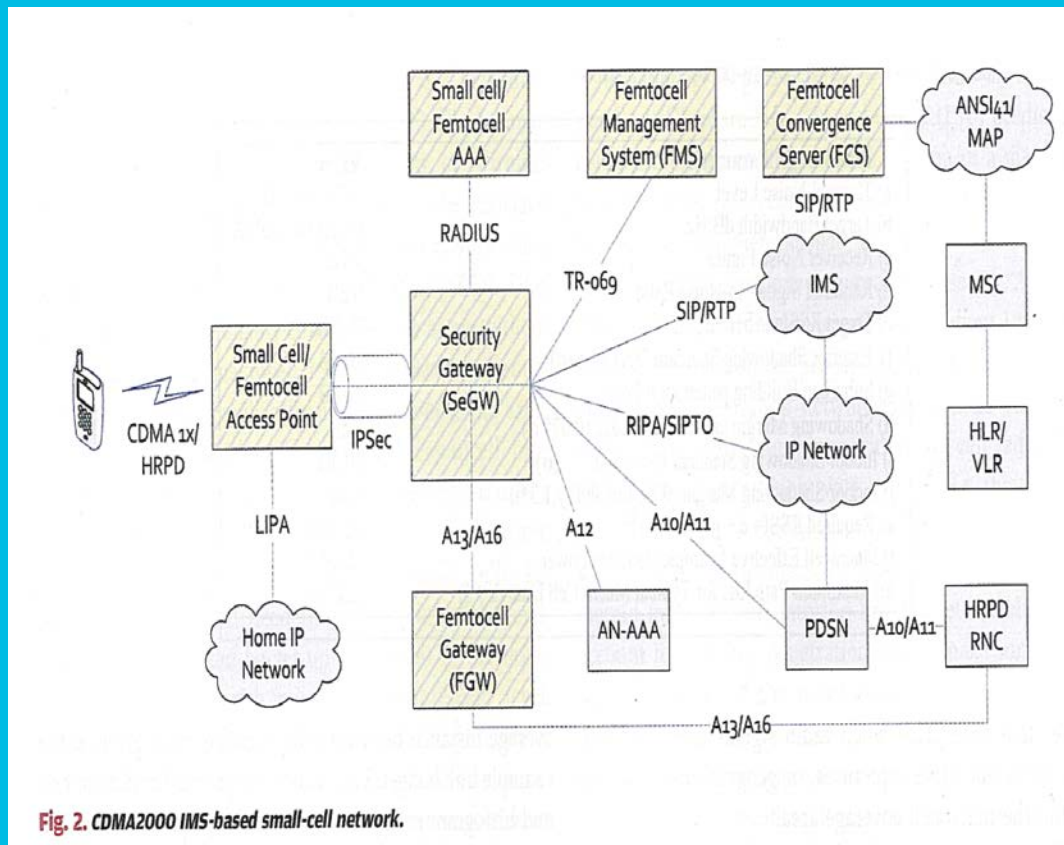
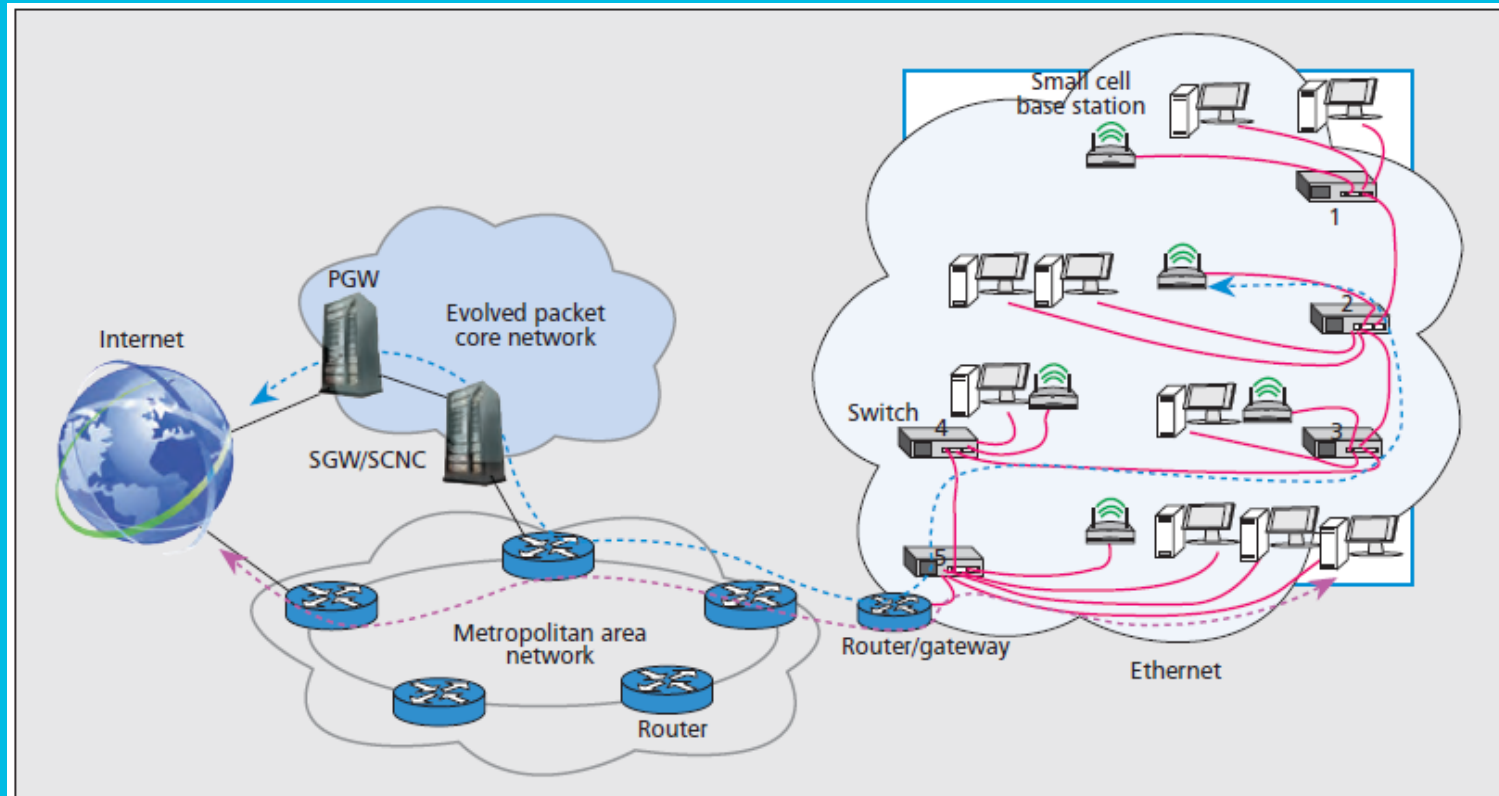


Fig. 2. CDMA2000 IMS-based small-cell network.



TOPOLOGÍAS DE RED (I)

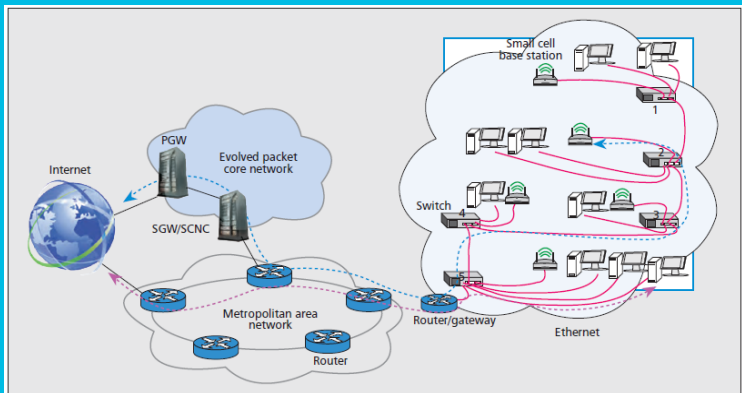
10





TOPOLOGÍAS DE RED (I)

11



ETHERNET EXTRAE SEÑALES CUANTIFICADAS CON 4 BITS (I/Q) DE LAS 600 SUBPORTADORAS DE SERVICIO, CON TASA DE CODIFICACIÓN DE 1:2, POR LO QUE SE TENDRÍA PARA UN SWITCH, UNA TASA DE TRANSMISIÓN:

$$600 \times 4 \times 2 \times 2 / 66,7 \mu\text{SEG} = 144 \text{ MBITS/SEG}$$

LTE DE 10 MHZ DE ANCHO DE BANDA.
1024 PORTADORAS OFDM DE LAS QUE 600 SON PARA TRANSMISIÓN DE DATOS.

MÁXIMA CAPACIDAD: 6 TERMINALES

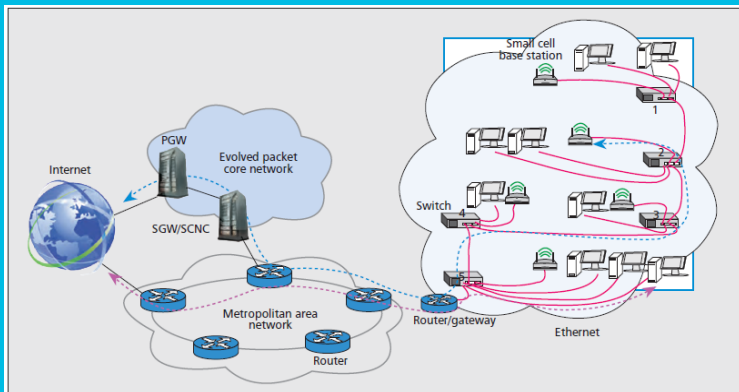
COSTE POR TERMINAL: 1.000 EUROS

$10 \text{ w} \times 24 \times 365 / 1000 = 87,6 \text{ kWh/año}$ por cada celda



TOPOLOGÍAS DE RED (I)

12



CPRI (Common Public Radio Interface), EXTRAE SEÑALES CUANTIFICADAS CON 4 BITS (I/Q) DE LAS 1024 SUBPORTADORAS, INCLUYENDO EL PREFIJO CÍCLICO, CON TASA DE CODIFICACIÓN DE 1:2, POR LO QUE SE TENDRÍA PARA UN ER, UNA TASA DE TRANSMISIÓN:

$$(1 + 16,7/66,7) \times 1024 \times 4 \times 2 \times 2 / 66,7 \mu\text{SEG} = 307,14 \text{ Mbits/seg}$$

LTE DE 10 MHZ DE ANCHO DE BANDA.

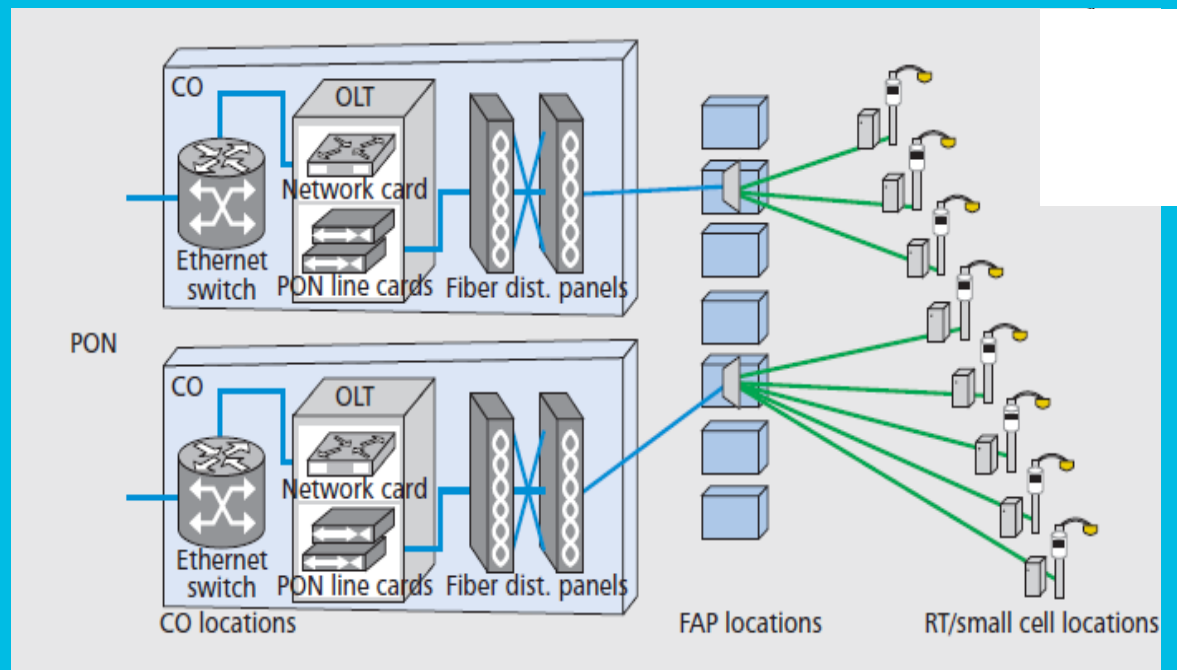
1024 PORTADORAS OFDM DE LAS QUE 600 SON PARA TRANSMISIÓN DE DATOS.

MÁXIMA CAPACIDAD: 3 TERMINALES



TOPOLOGÍAS DE RED (II) FTTN

13



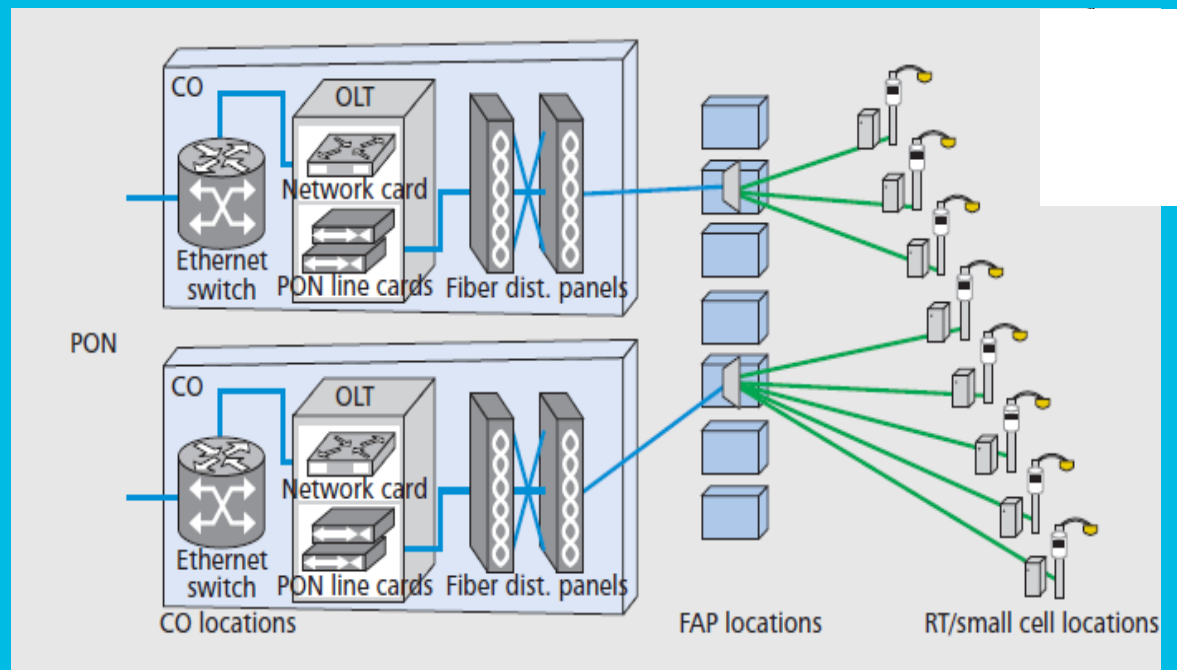
COSTE ESTIMADO POR CELDA: 12.000 EUROS

CONAMA2014



TOPOLOGÍAS DE RED (II) FTTN

14

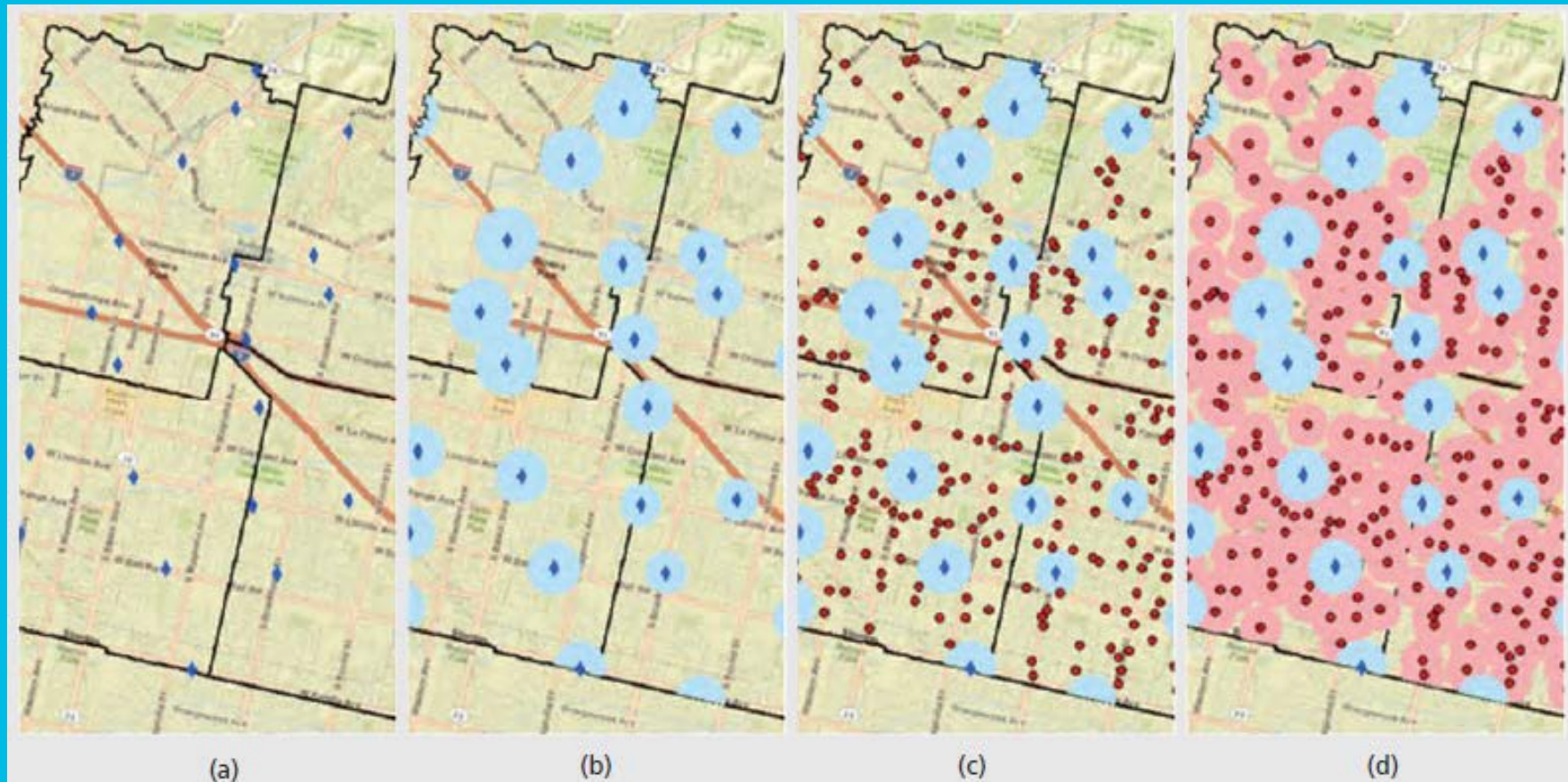


LTE DE 700 MHZ Y 250 m W.
Nivel de referencia a 20/28 cm



TOPOLOGÍAS DE RED (II) FTTN

15

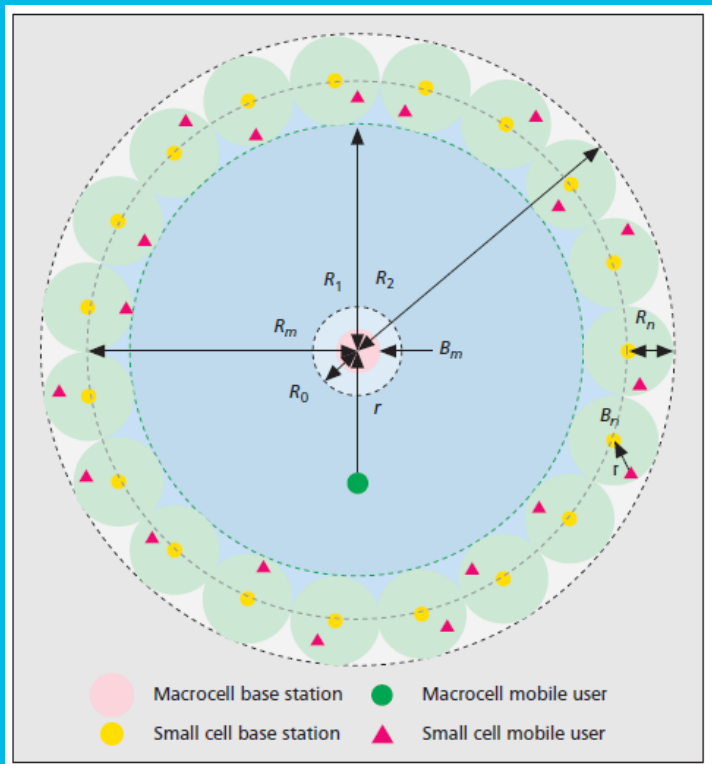


$25 \text{ w} \times 24 \times 365 / 1000 = 219 \text{ kWh/año por cada celda (300)}$



TOPOLOGÍAS DE RED (III) COE

16

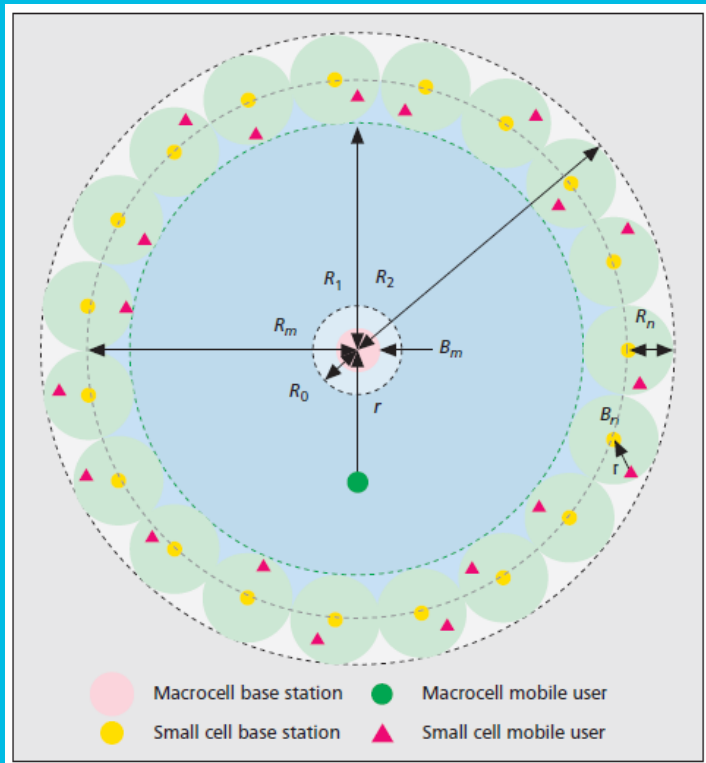


| | | |
|---------------------------|-----------|---------------|
| Potencia transmitida | Picocelda | Pequeña celda |
| Potencia transmitida | 1 vatio | 1 vatio |
| Radio de la celda | 500 m | 10,50,100 m |
| Altura de antena | 25 m | 12,5 m |
| Altura del terminal móvil | 2m | 2m |
| $R_n = 50$ | | $N = 40$ |
| $R_n = 100$ | | $N = 20$ |



TOPOLOGÍAS DE RED (III) COE

17



COSTE DE UNA CELDA: 25.000 EUROS

NIVEL DE REFERENCIA A 1 METRO

$340 \times 24 \times 365 = 3 \text{ Mwh/año POR CELDA}$



REDES DE FEMTOCELDA

TOPOLOGÍAS DE RED (IV) MoF

18

CONAMA2014



REDES DE FEMTOCELDA

TOPOLOGÍAS DE RED (IV) MoF

19

CONAMA2014



20

Son económicas y fáciles de instalar.

Los niveles de referencia a escasos centímetros

Las previsiones para el año 2020 sitúan en 100 millones el número de pequeñas celdas de pequeño tamaño con más de 500 millones de usuarios y un consumo de 4,4 Twh/año.

Reducción de consumo eléctrico de las redes celulares.

La puesta en funcionamiento y desconexión sin una planificación previa obliga a unas arquitecturas de red específicas.

La existencia de infraestructuras de fibra óptica facilita en buena medida la instalación de HeNB.

La utilización de redes de fibra óptica disminuye el nivel de campo eléctrico ambiental y por tanto los niveles de interferencias.