

# Red de Acceso Móvil Planning

**Ing. Bruno Benedetti**  
**2do semestre 2024**

Introducción

Planning de  
parámetros

Baseband &  
interface  
dimensioning

Criterios de  
cobertura

Criterios de  
capacidad

# Introducción

## Objetivo

### Parámetros de Radio

Se deben definir parámetros varios de las celdas a desplegar, asociados a interfaz de radio que varían sitio a sitio:

- PCI
- RSI
- TAC
- LCRID
- ENBID
- GNBID

### Planning por Cobertura

Se debe estimar el rango de celda de la banda a desplegar de acuerdo a los requerimientos mínimos de servicio.

La red se dimensiona en cantidad de celdas y se ajusta la configuración de cada una de ellas para cumplir con criterios de RSRP y SINR.

### Planning por Capacidad

Se deben estimar la cantidad de radiobases que se prevén serán necesarias en cada zona.

Pro-activo: antes de comenzar un despliegue nuevo.

Re-activo: toma de decisiones en relación a capacidad en base a estado actual de la red.

# Introducción

## Setup de RF

En la etapa de planificación se deben considerar datos de despliegue físico de la radiobase.

### TILT:

Grados de inclinación. Puede ser “mecánico” o “eléctrico”.

El tilt eléctrico corresponde a aquel controlado a partir de desfases en los dipolos de la antena.

El tilt de la antena permite controlar la propagación del sector, enfocándola hacia zonas de interés y evitando que se extienda por fuera de ella.

RET: Remote Electrical Tilt.



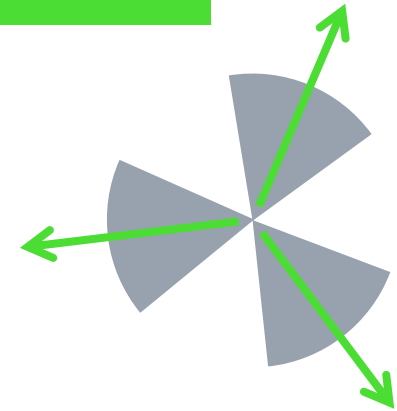
### Altura:

Sectores con objetivo de cobertura en general a mayor altura.

Sectores con objetivo de capacidad en general a menor altura para controlar propagación.

### Azimuth:

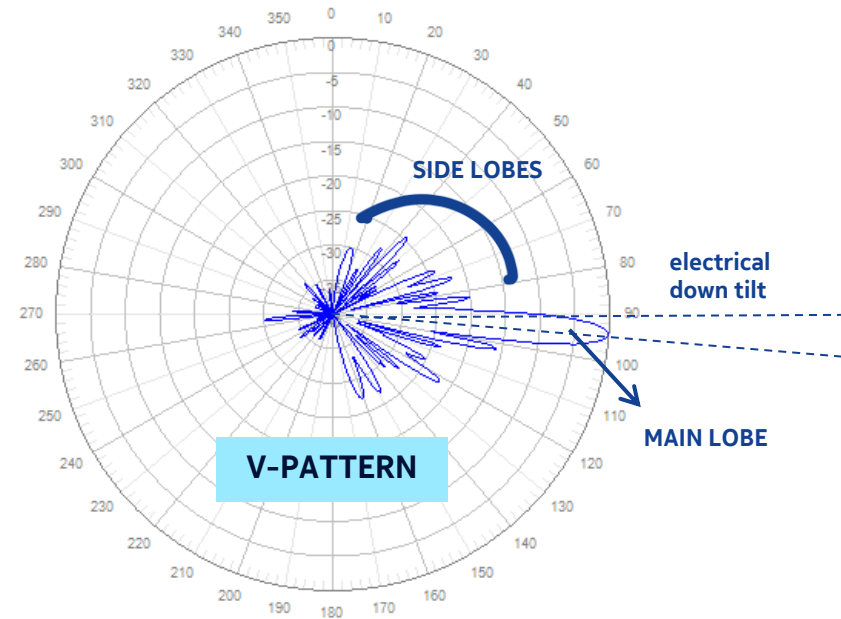
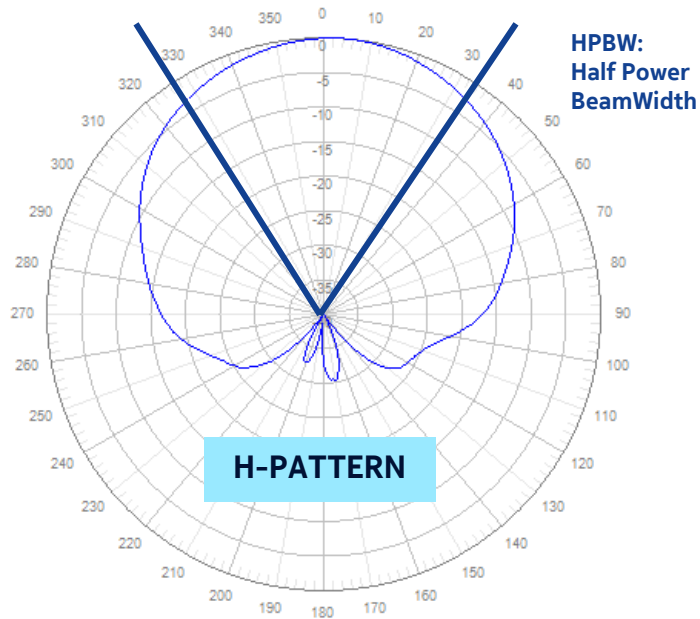
Orientación del sector.



# Introducción

## Setup de RF – Antenas

- Parámetros de antenas: apertura H, apertura V, ganancia dBi.
- Propagation patterns: side lobes, aperturas.
- mMIMO: en caso de beamforming de broadcast, también es relevante la distribución de los broadcast beams, en orientación H y V además de apertura y ganancia.





# Introducción

## Setup de RF – Antenas

<b>Operating Frequency Band</b>	1710 – 2180 MHz
<b>Polarization</b>	±45°

### Electrical Specifications

<b>Frequency Band, MHz</b>	<b>1710–1880</b>	<b>1850–1990</b>	<b>1920–2180</b>
<b>Gain, dBi</b>	19	19.1	19.2
<b>Beamwidth, Horizontal, degrees</b>	67	66.3	64.9
<b>Beamwidth, Vertical, degrees</b>	5	4.7	4.4
<b>Beam Tilt, degrees</b>	0–6	0–6	0–6
<b>USLS (First Lobe), dB</b>	18	18	18
<b>Front-to-Back Ratio at 180°, dB</b>	30	30	30
<b>CPR at Boresight, dB</b>	21	22	21
<b>CPR at Sector, dB</b>	10.3	11	9
<b>Isolation, Cross Polarization, dB</b>	30	30	30
<b>VSWR   Return loss, dB</b>	1.4 15.6	1.4 15.6	1.4 15.6
<b>PIM, 3rd Order, 2 x 20 W, dBc</b>	-153	-153	-153
<b>Input Power per Port, maximum, watts</b>	350	350	350

Ejemplo de datos de fabricante tomados de datasheet:

<https://www.commscope.com/globalassets/digizuite/262554-p360-hbxx-6517ds-vtm-comprehensiveexternal.pdf>

Introducción

Planning de  
parámetros

Baseband &  
interface  
dimensioning

Criterios de  
cobertura

Criterios de  
capacidad

# Parámetros de radio

## ENBID GNBID & CELLID

- El ENBID y GNBID son fáciles de configurar. Simplemente asegurar que no se debe repetir.
- GNBID también requiere definir a un length del GNBID.
- No pueden haber dos GNB con mismo GNBID ni dos ENB con mismo ENBID.
- CELLID es el ID local de la celda dentro del nodo. Debe ser único a nivel del nodo.



# Parámetros de radio

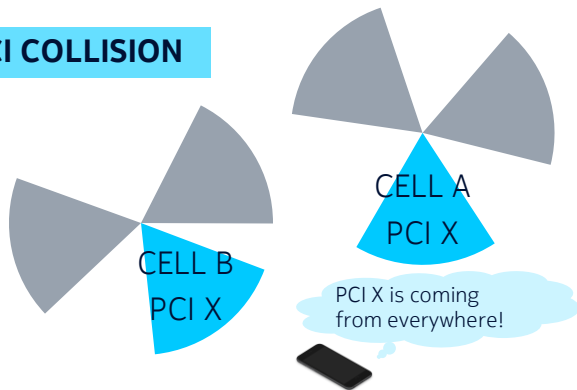
## PCI

El PCI debe evitar repetirse en celda cercanas dentro de la misma banda:

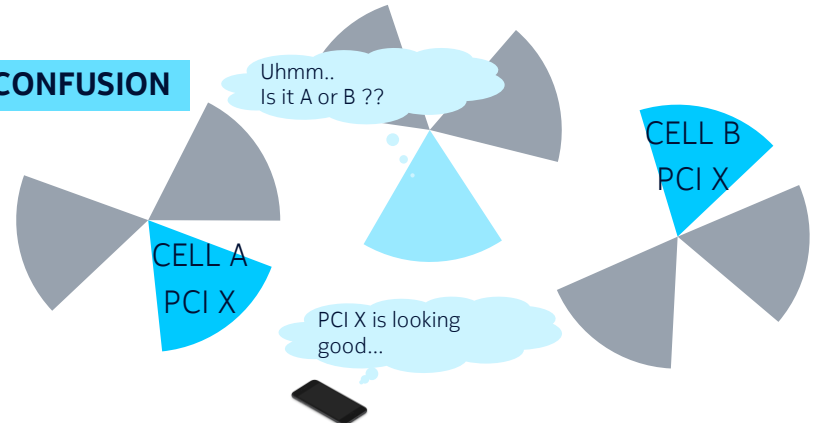
- PCI Collision: el móvil detecta dos celdas con mismo PCI. No sabe qué referencia tomar en estimación de canal y en comunicación con la rbs.
- PCI Confusion: el móvil reporta para movilidad un PCI. La rbs a la que está conectado tiene dos vecinas con el mismo PCI y no sabe cuál es la que mide el móvil y entonces a cuál pedir recursos para movilidad.

Además hay reglas de reuso para LTE y NR independientes que no son criticas pero si saludables cumplir.

### PCI COLLISION



### PCI CONFUSION



# Parámetros de radio

## PCI

- PCI mod 3 [2+ TX] / PCI mod 6 [1 TX]:
  - La ubicación en frecuencia de la RS está determinada por el valor de PCI mod 6.
  - Si hay 2 o más TX habrá una segunda RS 3 REs debajo.
  - Evitar solapar mismo PCI mod 3 en 2+TX o mismo PCI en 1TX permite irradiar la RS en misma ubicación, lo que ayuda a mejorar el RS SINR.
  - No es crítico, pero es saludable.
  - Más importante en redes con phase sync (ej TDD) y en celdas que comparten radiobase, ya que estarán enviando la RS al mismo tiempo.
  - PCI mod 3 también evita que el móvil mida el mismo PSS desde celdas muy cercanas.
- PCI mod 30:
  - Los patrones del UL SRS cambian cada PCI mod 30.
  - Es entonces también saludable evitar celdas vecinas con mismo PCI mod 30.

En NR hay reglas parecidas:

- PCI mod 3:
  - Evitar que la celda vecinas irradien misma secuencia de PSS.
- PCI mod 4:
  - La ubicación en frecuencia del PBCH DMRS es según PCI mod 4.

# Parámetros de radio

## RACH

Para el rach en cada banda se debe dimensionar un rango de celda, y a partir de ello determinar:

- Formato RACH (y PRACH Conf Index).
- Zero Correlation Zone (Cyclic Shifts).

Lo anterior determinará cuántas secuencias Zadoff Chu se necesitan para generar los requeridos 64 preambles de RACH, y por tanto cuántos roots que las generan. **RSI: Root Sequence Index.**

El RSI debe ser distinto en celdas vecinas con misma ubicación temporal y en frecuencia del RACH.

- La condición de separación **temporal** se puede cumplir fácilmente dentro del mismo nodo. En nodos distintos requeriría phase sync (y además no hay muchas opciones de ubicación temporal).
- La condición de **frecuencia** es válida, pero para evitar fragmentar el PUSCH se coloca por lo general pegado al PUCCH en rango inferior.
- La alternativa entonces es utilizar **distintos RSI**, en celdas que comparten misma ubicación temporal o que están en radiobases distintas. Dentro del mismo nodo se puede jugar con ubicación temporal (prach conf index).
- Hay 838 RSIs posibles. Cada celda deberá tener suficientes RSI, de acuerdo con el zero correl zone determinado por el cell range.

# Parámetros de radio

## RACH

Por ejemplo:

- Separación temporal con PRACH Conf Index distintos dentro del mismo nodo.
- De acuerdo a range de RACH se planifican 10 RSI por sitio.
- Distintos códigos RSI, uno por sitio.



Introducción

Planning de  
parámetros

Baseband &  
interface  
dimensioning

Criterios de  
cobertura

Criterios de  
capacidad



# Baseband & interface dimensioning

## Baseband

Al definir un sitio, la cantidad de bandas que se instalarán y la cantidad de celdas por banda, se debe considerar la capacidad de bandabase.

Depende de cada vendor lo que su producto ofrece, pero en general se debe considerar:

- Capacidad de tráfico (throughput).
- Máxima cantidad de usuarios.

El tráfico y los usuarios escalan distinto. El pico de usuarios no ocurre con el pico de tráfico.

# Baseband & interface dimensioning

## Backhaul

De acuerdo con el tipo de servicio que se quiere brindar y la capacidad de radio que se tiene disponible, se debe determinar un ancho de banda disponible en el transporte hacia por el backhaul hacia el backbone.

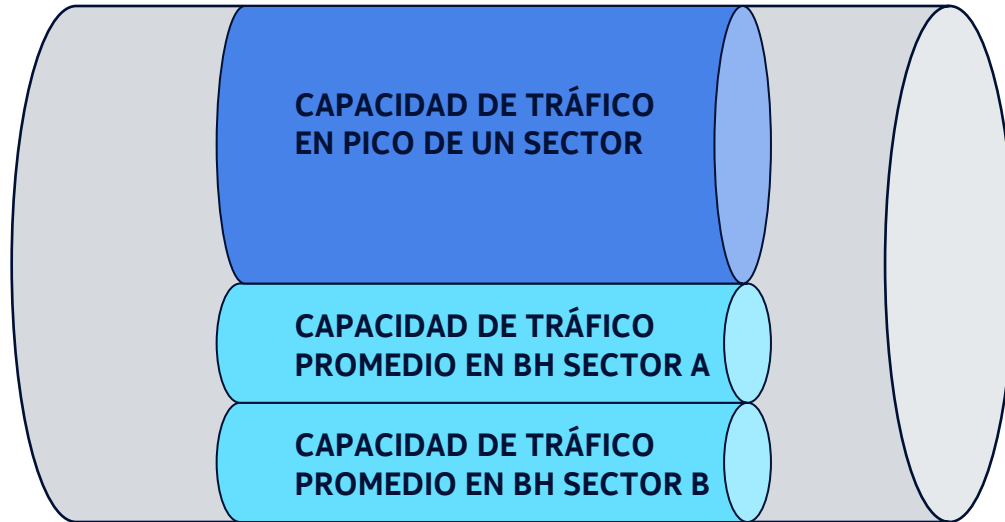
Ejemplos de criterios:

- Pico teórico de una sector:
  - Dimensionar para cubrir el pico máximo esperable en un sector.
  - Permite garantizar que al menos si hay un único usuario que en un instante demande todos los recursos podrá sacarle el máximo provecho a la celda.
- Pico teórico de 3 (todos) los sectores:
  - Dimensionar para la suma de los 3 picos permite cubrir cualquier escenario posible.
  - Es sobre-dimensionar porque es un escenario casi imposible que ocurra.
- Pico teórico de un sector más tráfico promedio del resto.
  - Punto medio entre las anteriores es permitir un tráfico promedio en los sectores y asumir que sobre ese tráfico promedio puedo permitir un consumo pico instantáneo sobre un sector.
  - El tráfico promedio puede ser tomando BH como referencia.

Se deben considerar distintos niveles de agregación del tráfico, dependiendo del setup de transporte (ej. agregación y simultaneidad de tráfico entre dos nodos distintos).

# Baseband & interface dimensioning

## Backhaul



Como ejemplo, considerar el tráfico promedio en BH de dos celdas, y sobre ello permitir el pico de otra.

# Baseband & interface dimensioning

## Fronthaul

La capacidad de fronthaul debe evaluarse por cada módulo de radio según lo que el radio y la baseband soporten.

- ¿Qué protocolo de radio se utiliza? CPRI ? eCPRI ?
- ¿Con qué capacidad se instala? 6 Gbps ? 10 Gbps ? 25 Gbps ?

En caso de eCPRI se debe dimensionar para el máximo tráfico alcanzable, de acuerdo a:

- # celdas.
- Max MIMO Layers.
- Bandwidth.

En caso de CPRI se debe dimensionar la capacidad de enlace necesaria que es persistente y no depende del tráfico de usuarios en la celda:

- # celdas.
- # transmitters.
- Bandwidth.

Introducción

Planning de  
parámetros

Baseband &  
interface  
dimensioning

Criterios de  
Cobertura

Criterios de  
Capacidad



# Criterios de Cobertura

## Consideraciones

El criterio de cobertura busca que todos los móviles que se conectan a la radiobase puedan tener un servicio mínimo.

- Se debe definir qué es ese servicio mínimo.
  - Ej niveles de throughput mínimos que se quiere garantizar.
  - En general es el UL, por estar limitado por la potencia limitada en el móvil, el que determina el rango máximo de cobertura.
- A partir de ese servicio mínimo se definen niveles mínimos de cobertura en RSRP y SINR que se deben cumplir.
- También se determina un rango de celda esperable que puede servir de input para dimensionamiento de RACH.

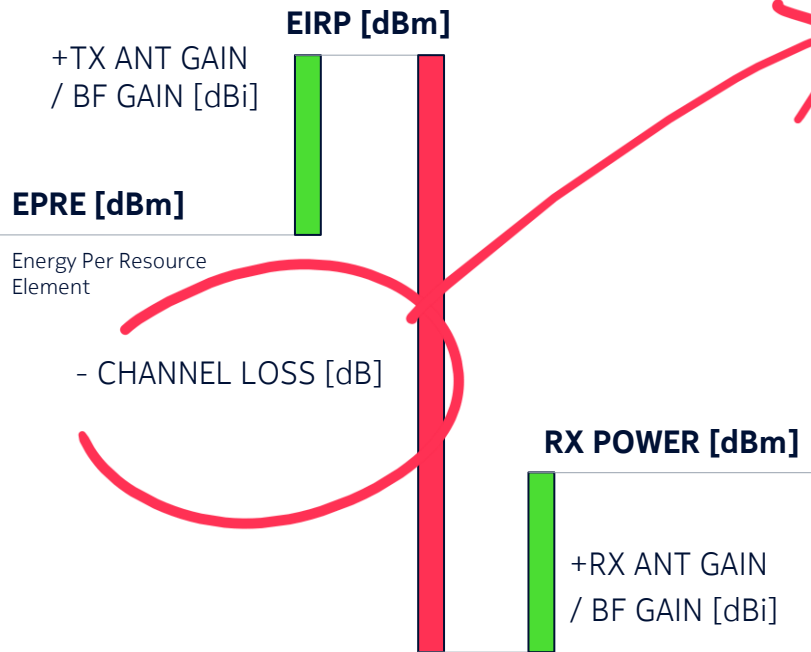
# Criterios de Cobertura

## Link Budget

- El Link Budget calcula el nivel de potencia mínimo (en RSRP / SS-RSRP) que se debe cumplir así como también definir una distancia de cobertura.
- La referencia de distancia permite tener una primera noción de cuántas celdas se deben utilizar para cubrir un área.
- Debe considerar:
  - Potencia de transmisión (de la celda en caso de DL y del móvil en caso de UL).
  - Ganancias de antenas.
  - Alturas de móvil y de radiobase.
  - Estimación de pérdidas.
  - Nivel de potencia y SINR en recepción mínimos para el servicio.
  - Nivel de carga en celdas vecinas (que influye en SINR).
  - Nivel de carga de celda propia (que influye en capacidad de tráfico).
  - Margen. Recordar que es un ejercicio teórico y por tanto se debe cubrir con márgenes.
- La estimación de pérdidas puede ser en base a FRIIS simple o puede ser con distintos modelos de propagación según entornos (urbanos, sub-urbanos).

# Criterios de Cobertura

## Link Budget (simplificado; no a escala)



El channel loss no es un simple free space loss... porque generalmente no es espacio libre.

Debe tener en cuenta tipo de entorno (urbano, suburbano, rural, bosque, agua, etc.) y calcular pérdidas en base a ello.

La potencia mínima en recepción debe definirse en base al **servicio** mínimo requerido.

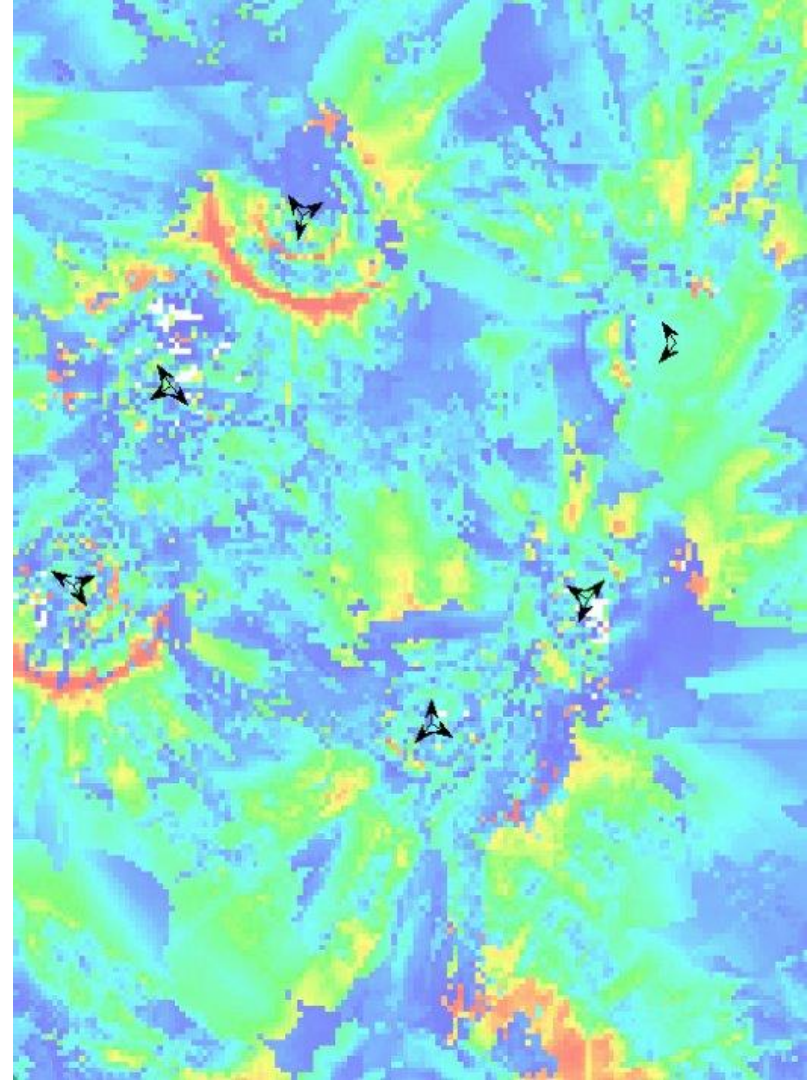
Además, se debe calcular un **SINR** que dependerá en su denominador de la carga y potencia recibida desde celdas vecinas en DL y usuarios de celdas vecinas en UL.

Por otro lado, siempre en un diseño se deben considerar **márgenes** para adaptarse a condiciones distintas a las previstas.

# Crterios de Cobertura

## Simulaciones

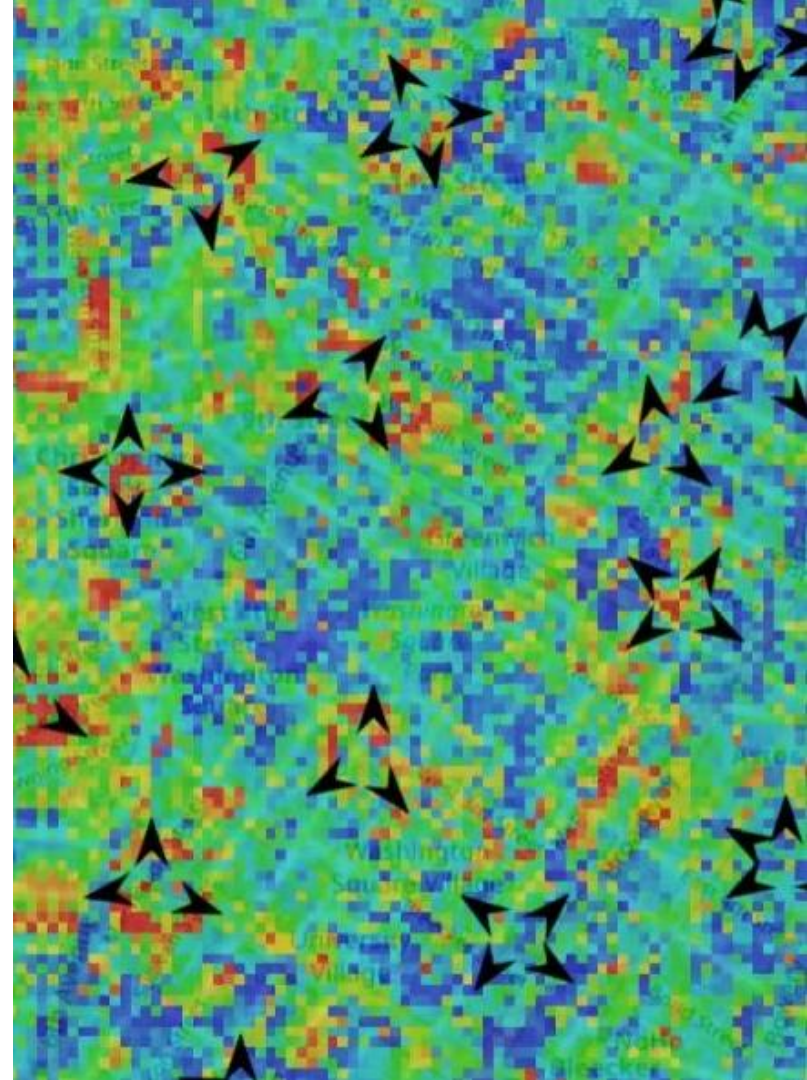
- Se utilizan softwares que buscan predecir la cobertura de las celdas instaladas o posibles a instalar.
- Permiten además definir según el software los parámetros de azimuth, tilt, altura a desplegar.
- Se definen los objetivos de cobertura en base a lo estimado en Link Budget de RSRP / SS-RSRP / RS-SINR / SS-SINR / PDSCH Pwr / PDSCH SINR.
- Estos sw necesitan como input los mapas de terreno, tipo de clutter (parque, agua, denso urbano, urbano, suburbano, rural, bosque, etc), además de info de edificios y sus alturas en las zonas.
- Algunos sw incluso consideran proyecciones 3d, aunque son más difíciles de disponer.



# Crterios de Cobertura

## Simulaciones

- La simulación de cobertura puede ser en base a:
  - Trazado de rayos.
    - Considera por supuesto pérdidas según distancia.
    - Necesita conocimiento importante de edificios que no siempre están disponibles en lo mapas.
    - Predicciones 3d usan esta información “completa”.
    - Predicciones “2.5d” utilizan únicamente info de altura de edificaciones.
  - Modelo de pérdidas
    - En base al tipo de clutter se definen por la experiencia distintas pérdidas.
    - Por ejemplo, será mayor la pérdida en un clutter de bosque que en un clutter suburbano de edificios bajos.
- Debe considerar o un nivel de carga media para estimar SINR además de RSRP / SS-RSRP.
  - Alternativamente, si se tiene info geográfica de tráfico (traffic maps) se puede evaluar carga según esta info de tráfico.
- Puede usarse para estimar impacto de cambios a nivel teórico antes de realizarlos en la red.





Introducción

Planning de  
parámetros

Baseband &  
interface  
dimensioning

Crterios de  
cobertura

Crterios de  
capacidad

# Criterios de Capacidad

## Consideraciones

- Los criterios de cobertura buscan garantizar un nivel mínimo de servicio.
- Pero no consideran que en ocasiones se deben instalar celdas con mayor densidad que la que la cobertura determina, para hacer frente a los requerimientos de tráfico de cada zona.
- Una zona con muchos usuarios y tráfico necesitará más celdas para cubrir el mismo nivel de tráfico.
- Se debe estimar un nivel de tráfico requerido por zona e instalar una cantidad de radiobases acorde.

# Crterios de Capacidad

## Posibles Inputs

- Los **mapas de tráfico** permiten observar en qué zonas hay mayores requerimientos de tráfico. Estos muestran una densidad de tráfico por zonas.
- Pueden estimarse en base a info demográfica de densidad de población, pero el tráfico es algo que varía en las distintas horas del día y los distintos días de las semanas, además de épocas del año. La info de densidad de población no es tan flexible.
- El **conocimiento que ya se tiene de la red actual** se puede aprovechar. Por ejemplo en despliegue de 5G sobre red actual LTE ya disponible:
  - Conocimiento de tráfico por celda / zona.
  - Conocimiento de % de usuarios que soportan 5G por celda / zona.
  - Armar traffic maps en base a medidas geolocalizadas de móviles (ej MDT – Minimization of DriveTest).
- Alternativamente, también se puede considerar un deployment re-activo.
  - Revisar indicadores de las celdas, cuáles tienen un consumo elevado de recursos.
  - Puede ser un despliegue de sitio nuevo vecino, o en algunos casos considerar sectorización.

# Crterios de Capacidad

## Simulaciones

- Así como hay sw que permiten estimar cobertura, también se pueden estimar niveles de exigencia de tráfico.
- Puede ser el mismo sw que cumpla ambas funciones.
- Se debe estimar un perfil de tráfico de usuario, por ej con info de:
  - Cantidad de conexiones por hora.
  - Volumen de cada conexión
  - Bw mínimo de conexión.
  - Etc.
- Se puede asumir distribución random de usuarios en la zona de interés o tomar info de traffic maps.
- Correr varias simulaciones y tomar info promedio de niveles de carga.