

Universidad Peruana los Andes

FACULTAD DE INGENIERA



Asignatura: Redes Inalambricas

Docente: QUISPE REYES Carlos

Alumno: CHUQUIYAURI LAGUNAS

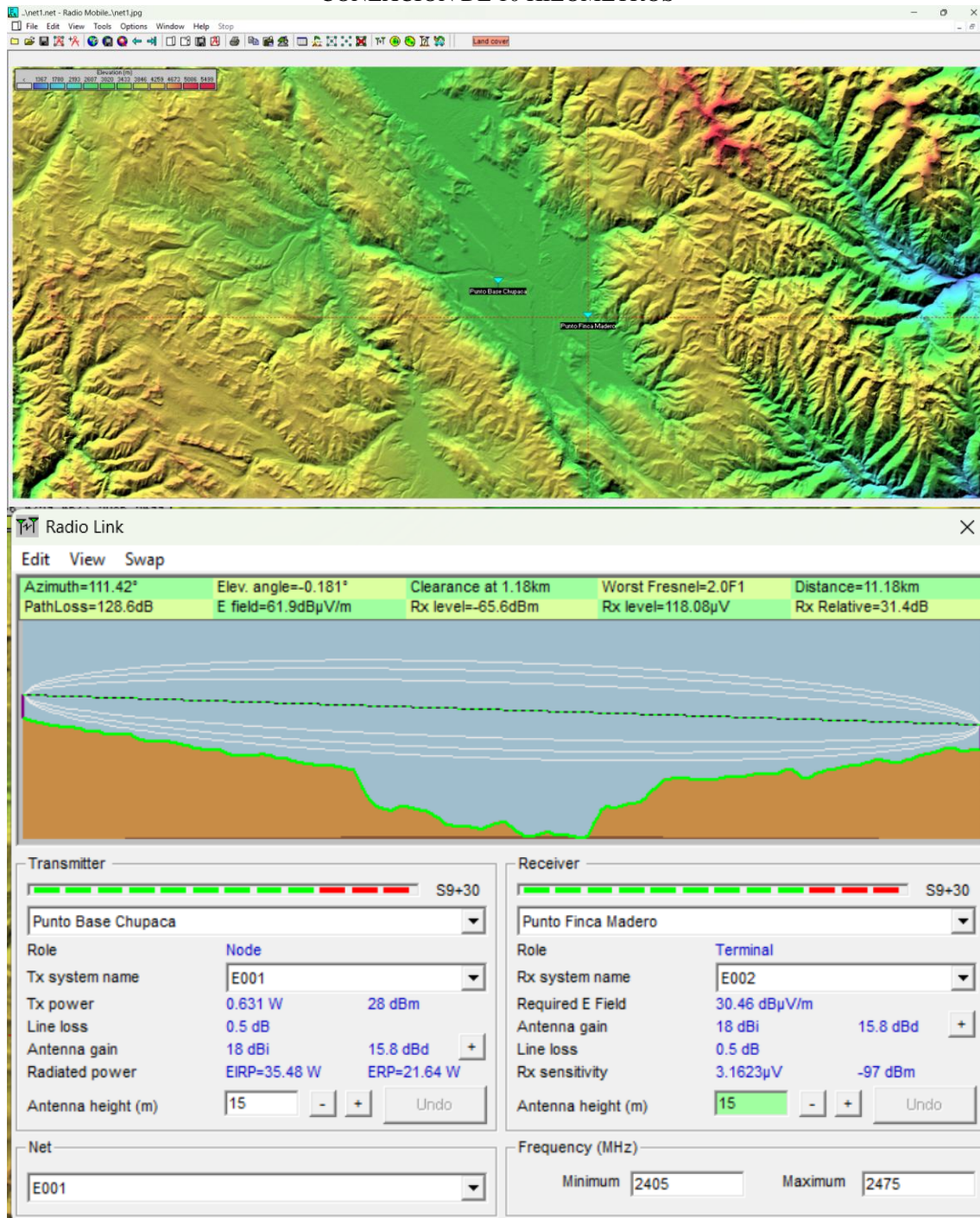
Albert Jeankarlo

Ciclo: V

Huancayo – Perú

2025

CONEXION DE 10 KILOMETROS



Units properties

Punto Base Chupaca

Punto Finca Madero

Unit 3

Unit 4

Unit 5

Unit 6

Unit 7

Unit 8

Unit 9

Unit 10

Unit 11

Unit 12

Unit 13

Unit 14

Unit 15

Unit 16

Unit 17

Unit 18

Unit 19

Unit 20

Unit 21

Unit 22

Unit 23

Unit 24

Unit 25

Unit 26

Unit 27

Unit 28

Unit 29

Name

Punto Finca Madero

Elevation (m)

3242.1

Position

12°05'54.0"S 075°11'30.2"W

FH27JV

Copy

Paste

☐ Locked

Enter LAT LON or QRA

Place unit at cursor position

Place cursor at unit position

Style

☒ Enabled ☐ Left ☒ Centre ☐ Right

☐ Transparent

☐ No label

BackColor

ForeColor

Icon 16x16 pixels

Small font

Example

☐ Show only units that are members of a visible network

OK

Clear

Undo unit

Move up

Move down

Export

Import

Sort

Apply style

Properties of ..\net1.map

Centre

12°03'41.8"S 075°17'15.1"W

FH27W

Latitude

-12.0616

Longitude

-75.28753

Use cursor position

World map

Select a city name

Enter LAT LON or QRA

Punto Base Chupaca

☐ Adjust units elevation

☐ Merge pictures

☐ Force gray scale

Size (pixel)

Width(pixels)

1517

Height (pixels)

674

Size (km)

Width(km)

112.54

Height (km)

50.00

Elevation data source

Drive or path

SRTM

c:\radio mobile\srtm0.3

Top layer

Browse...

SRTM

c:\radio mobile\srtm1

Browse...

SRTM

c:\radio mobile\srtm3

Browse...

None

c

Browse...

None

c

Browse...

☒ Ignore missing files

Bottom layer

Initialize matrix with elevation (m)

0

Extract

Cancel

Top Left

11°50'12"S

075°48'19"W

Top Right

11°50'12"S

074°46'11"W

Bottom Left

12°17'12"S

075°48'19"W

Bottom Right

12°17'12"S

074°46'11"W

Resolution

74.2 m/pixel

2.40 arcsecond

Networks properties

Default parameters Copy Net Paste Net Cancel OK

List of all nets

- E001
- Net 2
- Net 3
- Net 4
- Net 5
- Net 6
- Net 7
- Net 8
- Net 9
- Net 10
- Net 11
- Net 12
- Net 13
- Net 14
- Net 15
- Net 16
- Net 17
- Net 18
- Net 19
- Net 20
- Net 21
- Net 22
- Net 23
- Net 24
- Net 25

Parameters Topology Membership Systems Style

Net name: E001

Surface refractivity (N-Units): 301

Minimum frequency (MHz): 2405

Ground conductivity (S/m): 0.005

Maximum frequency (MHz): 2475

Relative ground permittivity: 15

Polarization: ☒ Vertical ☐ Horizontal

Mode of variability: ☒ Spot ☐ Accidental ☐ Mobile ☐ Broadcast

% of time: 50

% of locations: 50

% of situations: 70

Additional loss: ☐ City ☐ Forest %: 0

Climate: ☐ Equatorial ☐ Continental sub-tropical ☐ Maritime sub-tropical ☐ Desert ☒ Continental temperate ☐ Maritime temperate over land ☐ Maritime temperate over sea

Networks properties

Default parameters Copy Net Paste Net Cancel OK

List of all nets

- E001
- Net 2
- Net 3
- Net 4
- Net 5
- Net 6
- Net 7
- Net 8
- Net 9
- Net 10
- Net 11
- Net 12
- Net 13
- Net 14
- Net 15
- Net 16
- Net 17
- Net 18
- Net 19
- Net 20
- Net 21
- Net 22
- Net 23
- Net 24
- Net 25

Parameters Topology Membership Systems Style

☒ Visible

☐ Voice net (Command/Subordinate/Rebroadcast)

☐ Data net, star topology (Master/Slave)

☒ Data net, cluster (Node/Terminal)

Maximum number of rebroadcasts allowed: 0

Networks properties

Default parameters Copy Net Paste Net Cancel OK

List of all nets

- E001
- Net 2
- Net 3
- Net 4
- Net 5
- Net 6
- Net 7
- Net 8
- Net 9
- Net 10
- Net 11
- Net 12
- Net 13
- Net 14
- Net 15
- Net 16
- Net 17
- Net 18
- Net 19
- Net 20
- Net 21
- Net 22
- Net 23
- Net 24
- Net 25

Parameters Topology **Membership** Systems Style

List of all units

- ☒ Punto Base Chupaca
- ☒ Punto Finca Madero
- ☐ Unit 3
- ☐ Unit 4
- ☐ Unit 5
- ☐ Unit 6
- ☐ Unit 7
- ☐ Unit 8
- ☐ Unit 9
- ☐ Unit 10
- ☐ Unit 11
- ☐ Unit 12
- ☐ Unit 13
- ☐ Unit 14
- ☐ Unit 15
- ☐ Unit 16
- ☐ Unit 17

Member of E001

Role of Punto Finca Madero

Terminal

System

E002

Antenna height (m)

☒ System 15

☐ Other 0.5

Antenna direction

View pattern

Networks properties

Default parameters Copy Net Paste Net Cancel OK

List of all nets

- E001
- Net 2
- Net 3
- Net 4
- Net 5
- Net 6
- Net 7
- Net 8
- Net 9
- Net 10
- Net 11
- Net 12
- Net 13
- Net 14
- Net 15
- Net 16
- Net 17
- Net 18
- Net 19
- Net 20
- Net 21
- Net 22
- Net 23
- Net 24
- Net 25

Parameters Topology **Membership** Systems Style

List of all units

- ☒ Punto Base Chupaca
- ☒ Punto Finca Madero
- ☐ Unit 3
- ☐ Unit 4
- ☐ Unit 5
- ☐ Unit 6
- ☐ Unit 7
- ☐ Unit 8
- ☐ Unit 9
- ☐ Unit 10
- ☐ Unit 11
- ☐ Unit 12
- ☐ Unit 13
- ☐ Unit 14
- ☐ Unit 15
- ☐ Unit 16
- ☐ Unit 17

Member of E001

Role of Punto Base Chupaca

Node

System

E001

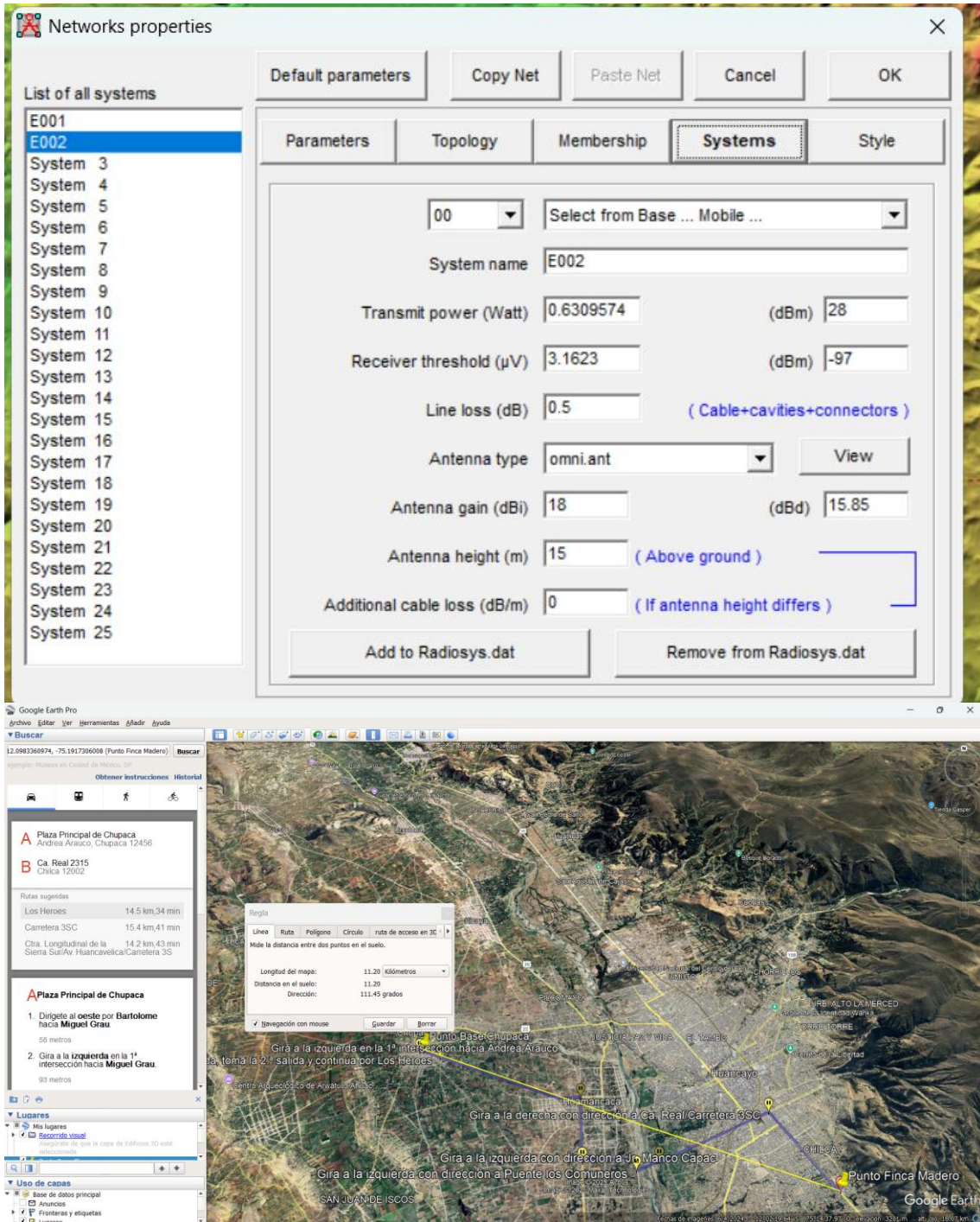
Antenna height (m)

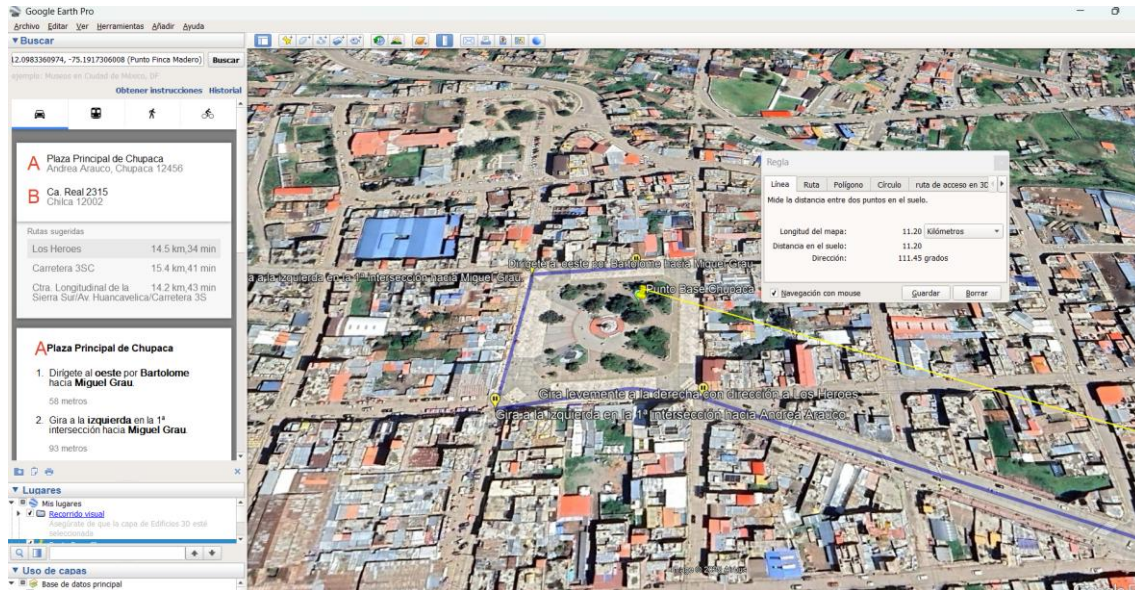
☒ System 15

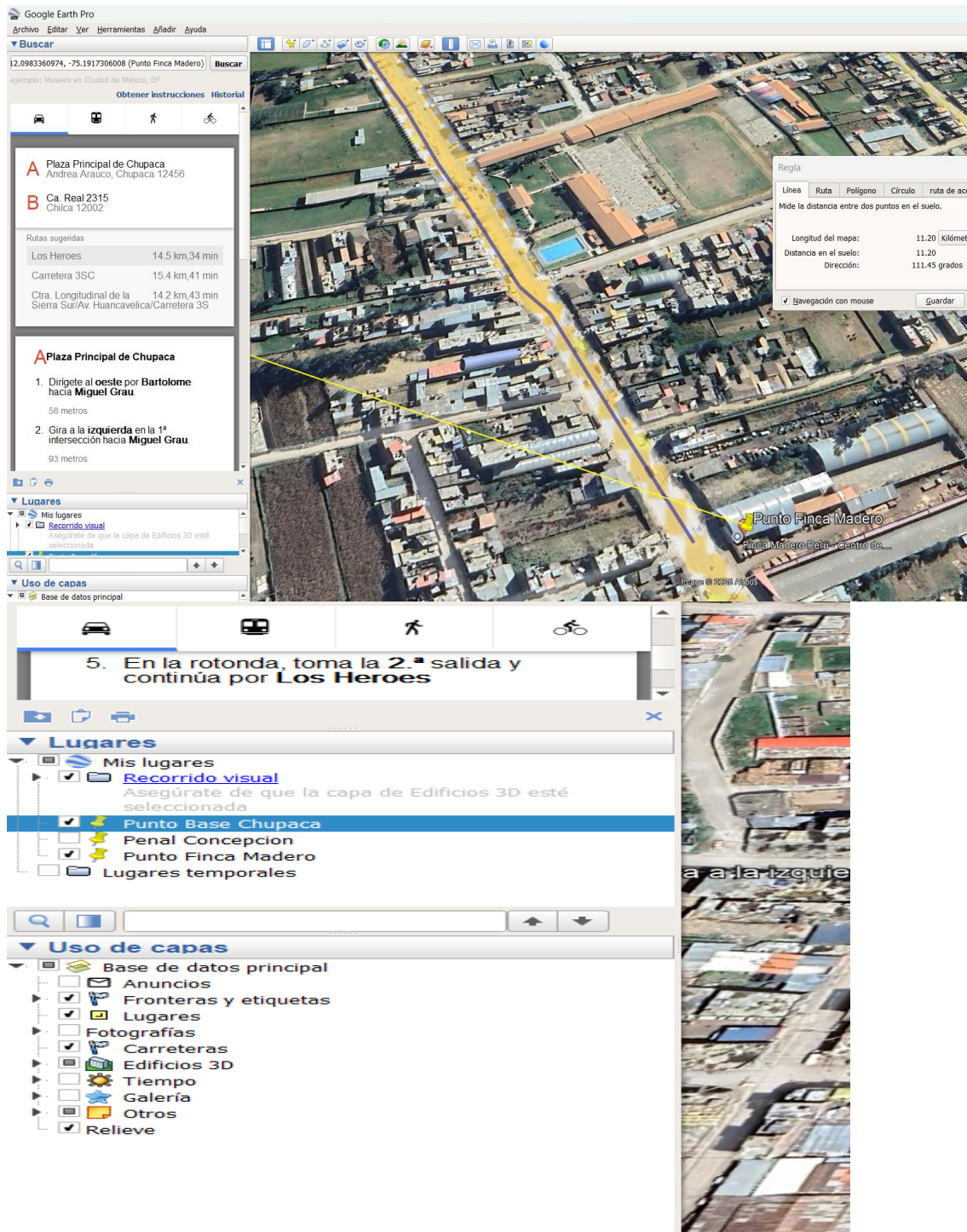
☐ Other 0.5

Antenna direction

View pattern







Google Earth Pro

Archivo Editar Ver Herramientas Añadir Ayuda

Buscar

12.0903360974, -75.1917306008 (Punto Finca Madero) **Buscar**

ejemplo: Museos en Ciudad de México, DF

Obtener instrucciones Historial

A Plaza Principal de Chupaca
Andrea Arauco, Chupaca 12456

B Ca. Real 2315
Chilca 12002

Rutas sugeridas

Los Heroes	14.5 km, 34 min
Carretera 3SC	15.4 km, 41 min
Ctra. Longitudinal de la Sierra Sur/Av. Huancavelica/Carretera 3S	14.2 km, 43 min

A Plaza Principal de Chupaca

- Dirigete al oeste por Bartolome hacia Miguel Grau
58 metros
- Gira a la izquierda en la 1ª Intersección hacia Miguel Grau
93 metros

Lugares

Mis lugares

- ☒ **Recorrido visual**
Asegúrate de que la capa de Edificios 3D esté seleccionada
- ☒ **Punto Base Chupaca**
- ☐ **Penal Concepcion**
- ☒ **Punto Finca Madero**
- ☐ **Lugares temporales**

Uso de capas

Base de datos principal

- ☐ Anuncios
- ☒ Fronteras y etiquetas
- ☒ Lugares
- ☐ Fotografías
- ☒ Carreteras
- ☐ Edificios 3D
- ☐ Tiempo
- ☐ Galería
- ☐ Otros
- ☒ Relieve

Regla

Línea Ruta Polígono Círculo ruta de acceso

Mide la distancia entre dos puntos en el suelo.

Longitud del mapa: 11.20 Kilómetro

Distancia en el suelo: 11.20

Dirección: 111.45 grados

☒ Navegación con mouse **Guardar**

5. En la rotonda, toma la 2.ª salida y continúa por Los Heroes

Lugares

Mis lugares

- ☒ **Recorrido visual**
Asegúrate de que la capa de Edificios 3D esté seleccionada
- ☒ **Punto Base Chupaca**
- ☐ **Penal Concepcion**
- ☒ **Punto Finca Madero**
- ☐ **Lugares temporales**

Uso de capas

Base de datos principal

- ☐ Anuncios
- ☒ Fronteras y etiquetas
- ☒ Lugares
- ☐ Fotografías
- ☒ Carreteras
- ☐ Edificios 3D
- ☐ Tiempo
- ☐ Galería
- ☐ Otros
- ☒ Relieve

Azimuth (Azimut)

- **Azimuth=111.42°**
- **Definición:** El azimut es el **ángulo horizontal** desde una referencia (generalmente el norte verdadero o magnético) hasta un punto de interés. Se mide en el sentido de las agujas del reloj desde el norte (0°).
- **Explicación:** En el contexto de un enlace de radio, el azimut indica la **dirección horizontal en la que la antena está apuntando** desde un punto a otro. Un azimut de 111.42° significa que la antena está orientada aproximadamente hacia el sureste. Es fundamental para asegurar que las antenas transmisora y receptora estén correctamente alineadas horizontalmente.

Elev. angle (Ángulo de Elevación)

- **Elev. angle=-0.18°**
- **Definición:** El ángulo de elevación es el **ángulo vertical** entre el horizonte (0°) y un punto de interés. Los valores positivos indican que se apunta hacia arriba y los negativos que se apunta hacia abajo.
- **Explicación:** Este valor representa la **inclinación vertical de la antena**. Un ángulo de elevación de -0.18° sugiere que la antena está apuntando ligeramente hacia abajo. Un ajuste preciso del ángulo de elevación es vital para maximizar la señal recibida, especialmente en enlaces de larga distancia donde la curvatura de la Tierra o los obstáculos pueden influir.

Clearance (Despeje)

- **Clearance at 1.18km**
- **Definición:** El despeje se refiere a la **distancia vertical libre de obstáculos** que existe en el camino de la señal de radio, en relación con la línea de visión directa o con las zonas de Fresnel. En este caso, se especifica en un punto particular de la distancia del enlace (1.18 km).
- **Explicación:** Un valor de "Clearance" (aunque no se proporciona la magnitud numérica en la imagen, solo la ubicación "at 1.18km") es crucial para evaluar si existen obstrucciones en la trayectoria de la señal. Los obstáculos pueden causar **atenuación de la señal, difracción y reflexiones**, lo que impacta negativamente en la calidad del enlace. Un despeje adecuado es esencial para un rendimiento óptimo.

Worst Fresnel (Peor Fresnel)

- **Worst Fresnel=2.0F1**
- **Definición:** La **Zona de Fresnel** es una región elipsoidal alrededor de la línea de visión directa entre el transmisor y el receptor. Representa el área donde la energía de las ondas de radio se propaga de manera más eficiente. La primera Zona de Fresnel (F1) es la más crítica. "Worst Fresnel" indica el **grado de obstrucción o despeje** en la zona de Fresnel más crítica del enlace. Un valor como 2.0F1 significa que el despeje es **dos veces el radio de la primera zona de Fresnel**.
- **Explicación:** Para un enlace de línea de visión (LoS) óptimo, se recomienda que al menos el **60% de la primera Zona de Fresnel** esté libre de obstáculos. Un valor de 2.0F1 es **excelente**, ya que indica que no solo la primera zona de Fresnel está completamente despejada, sino que también hay un margen significativo, lo que minimiza la atenuación y los efectos de difracción y garantiza una propagación de señal más limpia.

Distance (Distancia)

- **Distance=11.18km**
- **Definición:** Es la **longitud total del enlace de radio** entre la antena transmisora y la antena receptora.
- **Explicación:** Este valor es un parámetro fundamental que afecta directamente la **pérdida de trayectoria** (Path Loss) y la fuerza de la señal recibida. A mayor distancia, mayor es la pérdida de señal debido a la atenuación en el espacio libre.

PathLoss (Pérdida de Trayectoria)

- **PathLoss=128.6dB**
- **Definición:** La pérdida de trayectoria es la **reducción de la potencia de la señal de radio** a medida que viaja desde el transmisor hasta el receptor. Se expresa en decibelios (dB).

- **Explicación:** Esta pérdida incluye la atenuación en el espacio libre, así como pérdidas adicionales debido a absorción atmosférica, obstáculos (si los hay) y otros factores. Un valor de 128.6 dB es una pérdida significativa, típica de enlaces de microondas o radioenlaces de larga distancia. Se calcula basándose en la distancia, frecuencia y a menudo, factores ambientales.

E field (Campo Eléctrico)

- **E field=61.9dBμV/m**
- **Definición:** El campo eléctrico (E field) es una medida de la **intensidad del campo electromagnético** en un punto específico en el espacio. Se expresa en decibelios microvoltios por metro (dBμV/m).
- **Explicación:** Este valor indica la **fuerza de la señal de radiofrecuencia** en el punto de recepción **antes de que sea captada por la antena receptora**. Es una medida de la energía radiada por la antena transmisora y propagada a través del medio.

Rx level (Nivel de Recepción)

- **Rx level=-85.6dBm**
- **Definición:** El nivel de recepción (Received Level) es la **potencia de la señal que llega al receptor** después de ser capturada por la antena receptora y antes de cualquier procesamiento adicional. Se expresa en decibelios-milivatios (dBm).
- **Explicación:** Este es un parámetro crítico para determinar la **viabilidad y calidad del enlace**. Un valor de -85.6 dBm es un nivel de señal relativamente bajo, pero si está por encima del umbral de sensibilidad del receptor y el ruido, el enlace puede funcionar. Los sistemas están diseñados para operar con un Rx level mínimo para asegurar una comunicación confiable y una baja tasa de error de bits (BER).

Rx level (Nivel de Recepción en μV)

- **Rx level=118.00μV**
- **Definición:** Esta es otra forma de expresar el nivel de recepción, en este caso, como un **voltaje en microvoltios (μV)**. Representa el voltaje de la señal de radiofrecuencia en la entrada del receptor.
- **Explicación:** Es simplemente una **conversión lineal** del valor de Rx level en dBm a una unidad de voltaje. Ambas mediciones (dBm y μV) describen la misma potencia de señal en la entrada del receptor, pero dBm es más comúnmente utilizado en ingeniería de RF debido a su escala logarítmica que facilita el manejo de rangos de potencia muy amplios.

Rx Relative (Receptor Relativo)

- **Rx Relative=31.4dB**
- **Definición:** Este valor probablemente representa el **margen de desvanecimiento (fade margin)** o la **relación señal-ruido (SNR)** relativa a algún umbral o sensibilidad del receptor. No es un término estándar universal, por lo que su significado exacto puede variar ligeramente dependiendo del software o la herramienta que lo genera.
- **Explicación:** Si se interpreta como margen de desvanecimiento, un valor de 31.4 dB es **excelente**. Un margen de desvanecimiento es la cantidad de atenuación adicional que la señal puede soportar antes de que el nivel de recepción caiga por debajo del umbral mínimo requerido para una operación confiable. Un margen alto indica un enlace **robusto y resistente** a las fluctuaciones de la señal causadas por condiciones atmosféricas, lluvia u otros fenómenos de desvanecimiento.

Razones para la Mejora y Puntos Clave

Aunque el "Worst Fresnel" de 2.0F1 indica un excelente despeje de la Zona de Fresnel (lo que es ideal para evitar pérdidas por difracción), y el "Rx Relative" de 31.4dB sugiere un muy buen margen de desvanecimiento, existen otros factores que siempre se pueden optimizar en un enlace de radio.

Los puntos principales para considerar una mejora son:

- **Nivel de Recepción (Rx Level):** Un Rx level de -85.6 dBm, aunque funcional, es relativamente bajo para muchos estándares de enlaces de microondas modernos, especialmente si se busca mayor fiabilidad, capacidad (velocidad de datos) o resiliencia ante condiciones adversas. Los niveles más cercanos a -60 dBm o -50 dBm son generalmente preferibles para enlaces de alta calidad.
- **Pérdida de Trayectoria (Path Loss):** Una pérdida de 128.6 dB es considerable. Si bien es inherente a la distancia, se pueden tomar medidas para compensarla y aumentar la señal recibida.

- **Capacidad/Rendimiento:** Un nivel de señal más fuerte puede permitir el uso de esquemas de modulación de orden superior (ej., 256-QAM en lugar de 64-QAM), lo que incrementa la velocidad de datos que se puede transmitir a través del mismo ancho de banda.
- **Margen de Ruido (SNR/SINR):** Aunque no se muestra directamente, un mejor Rx level implica una mejor relación Señal a Ruido (SNR) o Señal a Ruido e Interferencia (SINR), lo cual es fundamental para la integridad de los datos y una menor tasa de error de bits (BER).

¿Cómo Mejoraría la Conexión? (Detalle de las Acciones)

Para mejorar la conexión, me centraría en **aumentar la potencia de la señal recibida (Rx Level)** y, consecuentemente, mejorar la relación señal-ruido. Aquí se detallan las acciones:

1. Aumento de la Ganancia de las Antenas

- **Explicación:** La **ganancia de la antena** es la medida de cuán eficientemente una antena convierte la potencia de entrada en ondas de radio que viajan en una dirección específica, o cuán eficientemente convierte las ondas de radio entrantes en potencia eléctrica en la salida de la antena. Se mide en dBi (decibelios isotrópicos).
- **Acción:** Reemplazar las antenas actuales por antenas con una **mayor ganancia**.
 - **Ejemplo:** Si actualmente se usan antenas de 30 dBi, podríamos considerar antenas de 34 dBi o 38 dBi, si el presupuesto y el espacio lo permiten.
 - **Impacto Esperado:** Cada incremento de 3 dBi en la ganancia de *ambas* antenas resultaría teóricamente en un aumento de 6 dB en el Rx Level. Si aumentamos la ganancia de cada antena en 4 dB, por ejemplo, el Rx Level pasaría de -85.6 dBm a -77.6 dBm (8 dB de mejora).
- **Consideraciones:** Antenas de mayor ganancia suelen ser **físicamente más grandes** y más costosas. También tienen un **haz más estrecho**, lo que requiere una alineación más precisa.

2. Aumento de la Potencia de Transmisión (Tx Power)

- **Explicación:** La **potencia de transmisión** es la cantidad de energía de radiofrecuencia que la radio envía a la antena.
- **Acción:** Incrementar la potencia de salida del transmisor (radio).
 - **Ejemplo:** Si la radio está transmitiendo a +20 dBm, y es posible, aumentarla a +23 dBm.
 - **Impacto Esperado:** Cada aumento de 1 dB en la potencia de transmisión resulta en un aumento de 1 dB en el Rx Level. Un aumento de 3 dB de Tx Power mejoraría el Rx Level de -85.6 dBm a -82.6 dBm.
- **Consideraciones:** Está limitada por regulaciones locales (límites de EIRP - Potencia Isotrópica Radiada Equivalente), la capacidad del equipo de radio y el riesgo de saturación de la entrada del receptor opuesto si la potencia es excesiva en enlaces cortos. También incrementa el consumo energético y la generación de calor en el transmisor.

3. Reducción de las Pérdidas en la Línea de Alimentación (Cables y Conectores)

- **Explicación:** Los **cables coaxiales** que conectan la radio a la antena, así como los **conectores**, introducen atenuación (pérdida de señal). A mayor longitud del cable, mayor diámetro del cable, o mayor frecuencia, mayores son estas pérdidas.
- **Acción:**
 - Utilizar **cables de baja pérdida** (ej., LMR-400 o cables de guía de onda si la frecuencia lo permite), especialmente en tramos largos.
 - Reducir la **longitud de los cables** al mínimo indispensable.
 - Asegurar que todos los **conectores estén bien instalados**, limpios y sellados, evitando adaptadores innecesarios.
- **Impacto Esperado:** Incluso una reducción de 1 o 2 dB en las pérdidas del cable en cada extremo del enlace puede resultar en un aumento de 2 a 4 dB en el Rx Level. Si cada cable pierde 2 dB menos, el Rx Level mejoraría de -85.6 dBm a -81.6 dBm.
- **Consideraciones:** Cables de baja pérdida son más rígidos y costosos.

4. Optimización de la Alineación de las Antenas

- **Explicación:** Una **alineación precisa** de las antenas (tanto en azimut como en elevación) es fundamental para asegurar que el haz principal de cada antena apunte directamente a la otra, maximizando la energía recibida.
- **Acción:** Realizar un **ajuste fino de la alineación** de ambas antenas utilizando herramientas de precisión (ej., analizadores de espectro, herramientas de alineación láser o software de gestión del radio que muestre el Rx Level en tiempo real).

- **Impacto Esperado:** Incluso una pequeña desviación en la alineación puede causar una caída significativa en el Rx Level. Una alineación óptima podría recuperar varios dBs que se están perdiendo actualmente si la alineación inicial no fue perfecta.
- **Consideraciones:** Requiere personal capacitado y equipo especializado. El "Azimuth=111.42°" y "Elev. angle=-0.18°" son los ángulos de diseño, pero la alineación física puede no ser exacta.

5. Consideración de Repetidores (para distancias extremas o muchos obstáculos)

- **Explicación:** Si la distancia es demasiado grande o existen obstáculos insuperables, la solución podría ser dividir el enlace en **múltiples saltos** utilizando repetidores.
- **Acción:** Instalar una estación intermedia que reciba la señal, la amplifique y la retransmita.
- **Impacto Esperado:** Cada salto adicional mejora el Rx Level de ese segmento.
- **Consideraciones:** Mayor costo (equipos, energía, infraestructura), latencia adicional y puntos de falla. Esto no parece ser necesario con el "Worst Fresnel" de 2.0F1, pero es una opción para casos extremos.

Resumen y Priorización

La estrategia ideal es una combinación de las opciones anteriores. Dada la excelente Zona de Fresnel, el enfoque principal debe ser:

1. **Optimización de la Ganancia de las Antenas:** Es la forma más efectiva de aumentar el Rx Level sin aumentar el riesgo de interferencia o saturación.
2. **Reducción de Pérdidas de Cables:** Una medida rentable que siempre ayuda.
3. **Alineación Precisa:** Crucial y a menudo subestimada.
4. **Aumento de la Potencia de Transmisión:** Como última opción y dentro de los límites regulatorios.

Al implementar estas mejoras, el "Rx level" de -85.6 dBm podría mejorarse significativamente (por ejemplo, a un rango de -75 dBm a -65 dBm), lo que resultaría en un enlace más robusto, con mayor ancho de banda y mayor fiabilidad, incluso bajo condiciones de desvanecimiento o ruido.