



**LABORATORIO PRACTICO**  
**COMUNICACIONES MOVILES Y SATELITALES**  
**2023**

**MEDIDAS EN UN AMBIENTE OUTDOOR**

**1. TITULO**

COMPROBACION DEL NIVEL DE INTENSIDAD DE UNA CELDA MOVIL CON MODELOS DE PROPAGACION APLICADOS EN AMBIENTES OUTDOOR – EXTERIORES.

**2. OBJETIVOS**

**General:**

- Validar el nivel de intensidad de una celda móvil con la aplicación de los modelos de propagación en ambientes Outdoor.

**Específicos:**

- Calcular las pérdidas por trayectoria de una celda en ambiente urbano.
- Realizar mediciones de intensidad de potencia
- Obtener comparaciones de pérdidas por trayecto y potencias de recepción entre los modelos

**3. MARCO TEORICO**

Los modelos de propagación permiten predecir el comportamiento de las señales electromagnéticas en un ambiente determinado, lo cual es indispensable en sistemas de radiofrecuencia y en general cualquier tipo de sistema de comunicación inalámbrico.

Los modelos de propagación predicen la pérdida por trayectoria que una señal de RF pueda tener entre una estación base y un receptor sea móvil o fijo. La ventaja de modelar radiocanales teniendo en cuenta las características de la trayectoria

entre Transmisor(Tx) y Receptor (Rx), es conocer la viabilidad de los proyectos que se deseen planear en determinados sectores, de esta manera se podrá hacer una estimación acerca de la necesidad, costos y capacidad de los equipos requeridos.

La finalidad de la gestión del espectro es maximizar la eficacia de utilización del espectro, minimizar la interferencia y eliminar las utilizaciones no autorizadas e inadecuadas del espectro. Las normas y reglamentos basados en la legislación pertinente constituyen una base reglamentaria y legal para el proceso de gestión del espectro. Las bases de datos de información, que contienen detalles de todos los usuarios autorizados del espectro, proporcionan la base administrativa y técnica para el proceso.

Con las redes Wi-Fi es posible mediante equipo de radio o Access Point establecer una celda condicionada por las características electrónicas del equipo para poder realizar mediciones de niveles de potencia que permitan medir el espectro y realizar pruebas de campo. Con la ayuda de aplicaciones freeware como es caso de Network Stumbler, InSSIDer o Wi-Fi Analytics Tool es posible realizar pruebas de tipo test drive. Para el caso de redes móviles existen programas APP que se ejecutan en los móviles y permiten realizar el monitoreo de la intensidad de señal que radia una estación base, como es el caso de la aplicación NET Monitor que se va a utilizar en la práctica de test drive en campo.

Google Earth Pro ofrece el conjunto más completo de datos geoespaciales disponibles de manera pública e incluye imágenes de alta resolución, escapadas en 3D por ciudades, mapas detallados de carreteras, imágenes panorámicas desde calles, imágenes históricas y puntos de interés importantes, como accidentes naturales, patrones climáticos y ubicaciones de empresas.

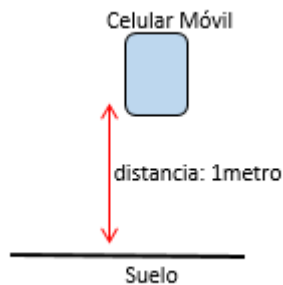
#### **4. MATERIALES Y EQUIPOS**

- Celular móvil
- Aplicación Net Monitor
- Computador con programas Google Earth Pro y Excel.

## 5. PROCEDIMIENTO

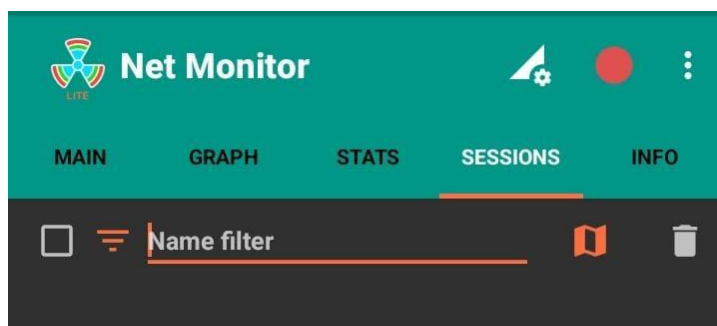


- 5.1 Instalar el aplicativo de captura de datos NET MONITOR en el celular móvil
- 5.2 Identifique a que torre móvil está conectado la SinCard o su operador móvil de su celular.
- 5.3 Para realizar la primera muestra ubíquese en un punto de referencia en dirección a la estación base a la cual esta su operador móvil.  
De esta manera tome una distancia de un metro (1m) del suelo hasta su celular móvil quien es él que realizara la captura de datos.  
Nota. Para mejor precisión en las muestras deje fijo el celular y evite interferencias para ello apóyelo en una mesa.

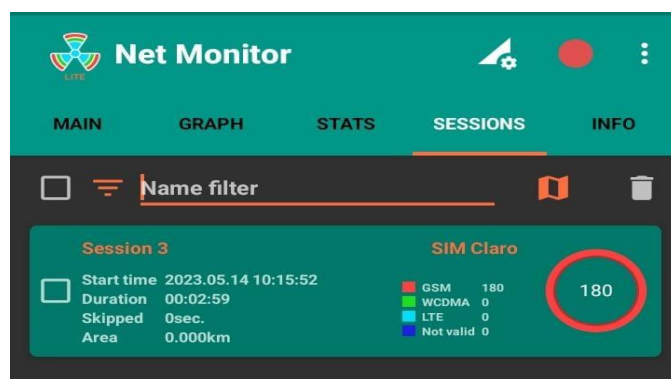


- 5.4 Ejecute la aplicación NET MONITOR en el celular móvil y siga los pasos:

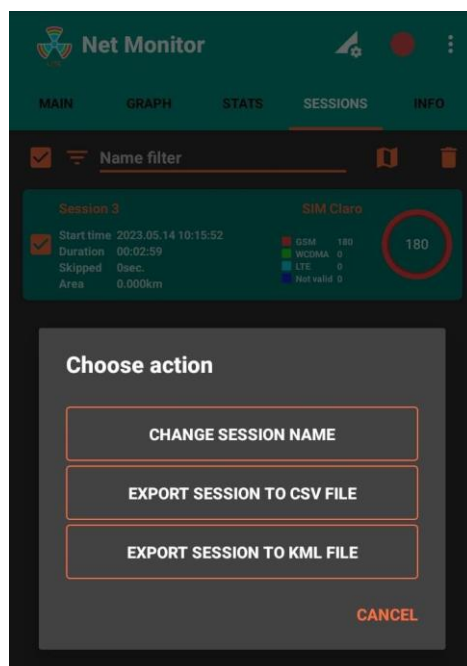
Ubíquese en SESSIONS y comience a tomar las muestras dando click en el círculo rojo.



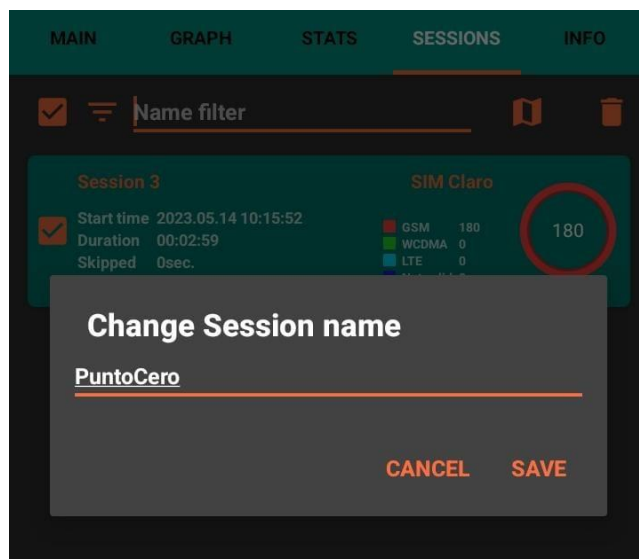
Tome las muestras por 3 minutos (180 segundos)



Para cambiar el nombre y guardar los archivos mantenga seleccionada la muestra en la cual aparecerán las siguientes tres opciones:

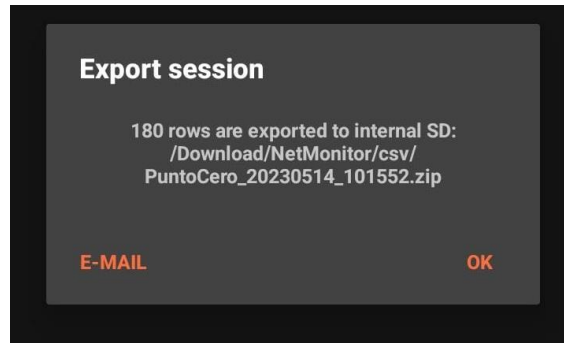


Cambie el nombre a la muestra por: PuntoCero y la siguiente muestra por: PuntoUno, PuntoDos, PuntoTres y así sucesivamente.



Exporte los archivos: CSV y KML, los cuales quedaran guardados en los archivos del Celular Móvil





Para las siguientes muestras aplíquelas cada 50 metros y realice los pasos anteriores hasta llegar a lo más cercano de estación base o torre, recuerde ir cambiando los nombres de las muestras e ir guardando los archivos.

5.5 Una vez tomadas todas las muestras pase los datos CSV(Excel) y MKL(Ubicación) guardados en el celular móvil a un computador.



5.6 Abra la carpeta que contiene los archivos KML, recuerde que el computador debe tener instalada la aplicación de Google Earth Pro. Vaya abriendo punto por punto que abrirá en la aplicación Google Earth Pro mostrará la ubicación exacta de cada muestra y observará el recorrido realizado.

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
puntocero_20220602_063449	2/06/2022 6:48 a. m.	KML	106 KB
puntocinco_20220602_070608	2/06/2022 10:55 a. m.	KML	106 KB
puntocuatro_20220602_070046	2/06/2022 10:52 a. m.	KML	106 KB
puntodiez_20220602_073039	2/06/2022 11:08 a. m.	KML	106 KB
puntodos_20220602_064944	2/06/2022 10:46 a. m.	KML	110 KB
puntonueve_20220602_072552	2/06/2022 11:07 a. m.	KML	107 KB
puntoocho_20220602_072057	2/06/2022 11:04 a. m.	KML	112 KB
puntoonce_20220602_073743	2/06/2022 11:10 a. m.	KML	106 KB
puntoseis_20220602_071125	2/06/2022 10:56 a. m.	KML	106 KB
puntosiete_20220602_071623	2/06/2022 11:01 a. m.	KML	106 KB
puntouno_20220602_064126	2/06/2022 10:42 a. m.	KML	106 KB
puntres_20220602_065556	2/06/2022 10:48 a. m.	KML	106 KB





También la aplicación permite observar datos como:

RSRP (Potencia de Señal Recibida de Referencia)  
 RSRQ (Calidad de la Señal Recibida de Referencia)  
 RSSNR (Señal de Referencia Señal a Ruido)  
 Y la fecha junto con la hora de la muestra tomada



5.7 Para los archivos CSV, cree una de Excel llamado Datos-Excel y organice los datos generados por cada punto separados uno por uno en hoja de cálculo diferente

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
puntocero_20220602_063449	4/06/2022 2:03 p. m.	Archivo de valores...	39 KB
puntocinco_20220602_070608	2/06/2022 10:54 a. m.	Archivo de valores...	39 KB
puntocuatro_20220602_070046	2/06/2022 10:51 a. m.	Archivo de valores...	39 KB
puntodiez_20220602_073039	2/06/2022 11:07 a. m.	Archivo de valores...	39 KB
puntodos_20220602_064944	2/06/2022 10:43 a. m.	Archivo de valores...	40 KB
puntounueve_20220602_072552	2/06/2022 11:05 a. m.	Archivo de valores...	39 KB
puntoocho_20220602_072057	2/06/2022 11:03 a. m.	Archivo de valores...	41 KB
puntoonce_20220602_073743	2/06/2022 11:09 a. m.	Archivo de valores...	38 KB
puntoseis_20220602_071125	2/06/2022 10:56 a. m.	Archivo de valores...	39 KB
puntosiete_20220602_071623	2/06/2022 10:59 a. m.	Archivo de valores...	39 KB
puntouno_20220602_064126	2/06/2022 10:40 a. m.	Archivo de valores...	39 KB
puntres_20220602_065556	2/06/2022 10:47 a. m.	Archivo de valores...	39 KB

Datos de las muestras organizadas en un solo Excel:

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista ¿Qué desea hacer?

Calibri 11 A A

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas

Formato condicional Dar formato como tabla Estilos de celda Insertar Eliminar Formato

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1														
2		PUNTO CERO												
3		REPORT	NOMBRE							rsal / RSRP	rsrq / RSRQ	rssnr / RSSNR	FECHA	HORA
4			NET_OP_NAME	DIR MAC	NETTYPE	NET_OP_CODE	NODE_ID	CID	PSC PCI					
5		0	Claro	b4f7:a1:b7:c9:60	LTE	732101	9070	201	490	-58	-13	72	2022-06-02	6:34:49 a.m.
6		1	Claro	b4f7:a1:b7:c9:60	LTE	732101	9070	201	490	-58	-13	72	2022-06-02	6:34:50 a.m.
7		2	Claro	b4f7:a1:b7:c9:60	LTE	732101	9070	201	490	-58	-13	72	2022-06-02	6:34:51 a.m.
8		3	Claro	b4f7:a1:b7:c9:60	LTE	732101	9070	201	490	-61	-13	72	2022-06-02	6:34:52 a.m.
9		4	Claro	b4f7:a1:b7:c9:60	LTE	732101	9070	201	490	-61	-13	72	2022-06-02	6:34:53 a.m.
10		5	Claro	b4f7:a1:b7:c9:60	LTE	732101	9070	201	490	-61	-13	72	2022-06-02	6:34:54 a.m.
11		6	Claro	b4f7:a1:b7:c9:60	LTE	732101	9070	201	490	-62	-13	72	2022-06-02	6:34:55 a.m.
12		7	Claro	b4f7:a1:b7:c9:60	LTE	732101	9070	201	490	-62	-13	72	2022-06-02	6:34:56 a.m.
13		8	Claro	b4f7:a1:b7:c9:60	LTE	732101	9070	201	490	-62	-13	140	2022-06-02	6:34:57 a.m.
14		9	Claro	b4f7:a1:b7:c9:60	LTE	732101	9070	201	490	-57	-10	140	2022-06-02	6:34:58 a.m.
15		10	Claro	b4f7:a1:b7:c9:60	LTE	732101	9070	201	490	-57	-10	140	2022-06-02	6:34:59 a.m.
16		11	Claro	b4f7:a1:b7:c9:60	LTE	732101	9070	201	490	-57	-10	104	2022-06-02	6:35:00 a.m.
17		12	Claro	b4f7:a1:b7:c9:60	LTE	732101	9070	201	490	-61	-11	104	2022-06-02	6:35:01 a.m.
18		13	Claro	b4f7:a1:b7:c9:60	LTE	732101	9070	201	490	-61	-11	104	2022-06-02	6:35:02 a.m.
19		14	Claro	b4f7:a1:b7:c9:60	LTE	732101	9070	201	490	-61	-11	104	2022-06-02	6:35:03 a.m.
20		15	Claro	b4f7:a1:b7:c9:60	LTE	732101	9070	201	490	-60	-12	104	2022-06-02	6:35:04 a.m.
21		16	Claro	b4f7:a1:b7:c9:60	LTE	732101	9070	201	490	-60	-12	104	2022-06-02	6:35:05 a.m.
22		17	Claro	b4f7:a1:b7:c9:60	LTE	732101	9070	201	490	-60	-12	104	2022-06-02	6:35:06 a.m.
23		18	Claro	b4f7:a1:b7:c9:60	LTE	732101	9070	201	490	-63	-13	104	2022-06-02	6:35:07 a.m.
24												104	2022-06-02	6:35:08 a.m.

LISTO

Con estos datos obtenga los estadísticos básicos de la Potencia de Señal recibida (RSRP), para ello utilice las fórmulas de Excel



MEDIDAS	DESCRIPCION	FORMULA EN EXCEL
<i>Media</i>	Conocida como promedio, es el valor que se obtiene al dividir la suma de un conglomerado de números entre la cantidad de ellos.	<i>=PROMEDIO(Seleccionó todos los datos)</i>
<i>Desviación Estándar</i>	Ofrece información sobre la dispersión media de una variable	<i>=DESVEST.M(Selecciono todos los datos)</i>
<i>Error Típico</i>	Valor que cuantifica cuanto se apartan los valores de la media de la población	<i>=DESVIACION ESTANDAR1.√(#Total de valores)</i>
<i>Mediana</i>	Valor que se encuentra a la mitad de los otros valores, es decir, que al ordenar los números de menor a mayor, éste se encuentra justamente en medio entre los que están por arriba.	<i>=MEDIANA(Selecciono todos los datos)</i>
<i>Moda</i>	Valor que aparece con mayor frecuencia en un conjunto de datos.	<i>=MODA(Selecciono todos los datos)</i>
<i>Varianza de la Muestra</i>	Representa la variabilidad de una serie de datos respecto a su media	<i>=VAR.S(Selecciono todos los datos)</i>
<i>Curtosis</i>	Determina el grado de concentración que presentan los valores de una variable alrededor de la zona central de la distribución de frecuencias	<i>=CURTOSIS(Selecciono todos los datos)</i>
<i>Coefficiente de Asimetría</i>	Indicadores que establecen el grado de simetría que presenta una distribución de probabilidad	<i>=COEFICIENTE.ASIMETRIS(Selecciono todos los datos)</i>
<i>Dato Máximo</i>	Valor de datos más grande en la muestra	<i>=MAX(Selecciono todos los valores)</i>
<i>Dato Mínimo</i>	Valor de datos más pequeño en la muestra	<i>=MIN(Selecciono todos los valores)</i>
<i>Rango</i>	Representa el intervalo más pequeño que contienen todos los valores de los datos.	<i>=DATOMAXIMO-DATOMINIMO</i>
<i>Suma</i>	Representa la suma de los valores	<i>=SUMA(Selecciono todos los valores)</i>
<i>Cuenta</i>	Numero de datos total	<i>=180*12</i>
<i>Nivel de Confianza</i>	Calcula los valores que existen alrededor de una media muestral	<i>=INTERVALO.CONFIANZA(0,05;laDesviacionEstandar;Cuenta)</i>

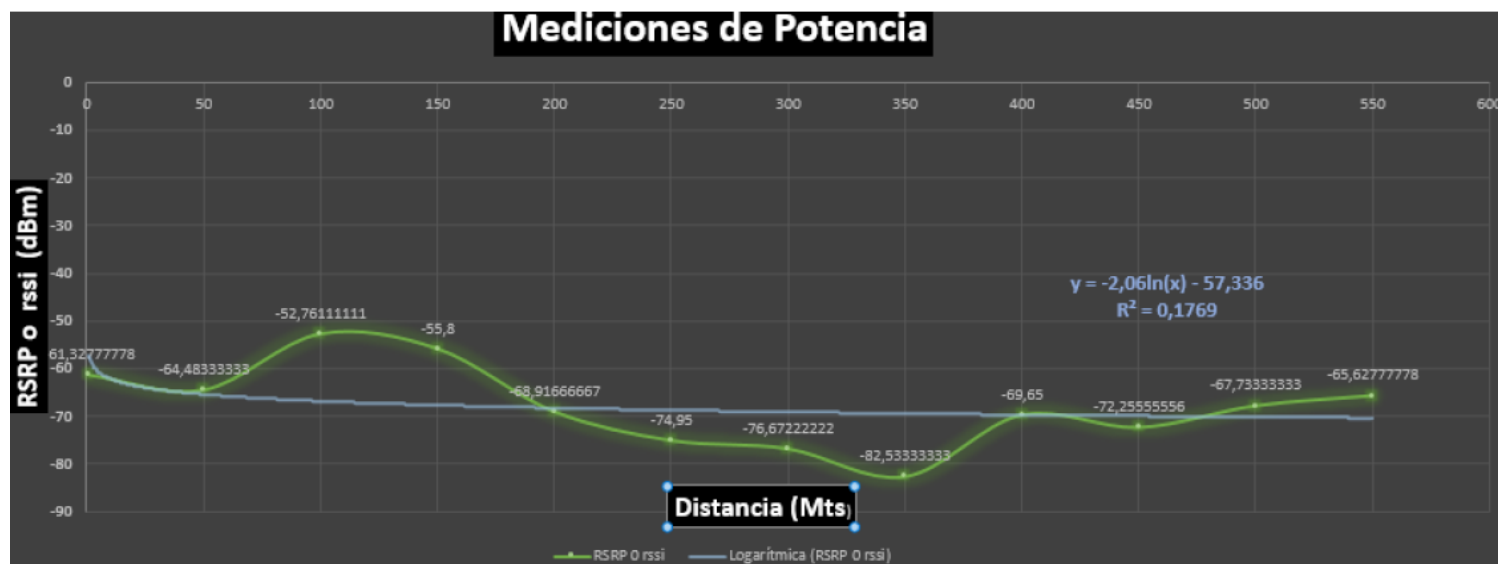
Realice la gráfica del modelo de regresión con los datos estadísticos obtenidos utilice la media hallada de cada muestra tomada.

MEDIA	
PUNTO_CERO	-61,327778
PUNTO_UNO	-64,483333
PUNTO_DOS	-52,761111
PUNTO_TRES	-55,8
PUNTO_CUATRO	-68,916667
PUNTO_CINCO	-74,95
PUNTO_SEIS	-76,672222
PUNTO_SIETE	-82,533333
PUNTO_OCHO	-69,65
PUNTO_NUEVE	-72,255556
PUNTO_DIEZ	-67,733333
PUNTO_ONCE	-65,627778

para ello cree una tabla en Excel de la siguiente manera tenga en cuenta el nombre de cada muestra, la distancia y el valor de la media o el rssi. Y genere la gráfica de potencia junto con el modelo de regresión.

2183 Modelo de regresión con los datos estadísticos obtenidos en general

	DISTANCIA (mts)	RSRP O rssi
PUNTO_CERO	1	-61,32777778
PUNTO_UNO	50	-64,48333333
PUNTO_DOS	100	-52,76111111
PUNTO_TRES	150	-55,8
PUNTO_CUATRO	200	-68,91666667
PUNTO_CINCO	250	-74,95
PUNTO_SEIS	300	-76,67222222
PUNTO_SIETE	350	-82,53333333
PUNTO_OCHO	400	-69,65
PUNTO_NUEVE	450	-72,25555556
PUNTO_DIEZ	500	-67,73333333
PUNTO_ONCE	550	-65,62777778



También halle el exponente de pérdidas y la potencia de recepción teniendo en cuenta los valores de la obtenidos de la gráfica.

Nota:

- Los parámetros dados por cada uno de los modelos de propagación debe consultarlos y ajustarlos de acuerdo al medio donde se trabajará.

- Utilice una aplicación para identificar las estaciones base cerca de su celular móvil.
- Para un mejor resultado trate de evitar la mayor cantidad de obstáculos y objetos dentro de la ruta establecida para las muestras.

5.8 Aplique los modelos en exteriores propuestos en el Software Educativo **seAmpE**: *Walfisch – Ikegami*, *Cost 231 – Hata*, *Erceg C o SUI*, y *Okumura Hata*, para ello realice los cálculos de manera manual y luego compare las pérdidas por trayectoria con la calculadora del software **seAmpE**.  
Halle también la potencia de Recepción con cada modelo En Excel realice los cálculos y grafique observe y genere sus propias conclusiones.

## 6. NIVELES DE RIESGO

Exposición solar, Eléctrico.

## 7. Bibliografía

- Google Earth Pro. (s.f.). *Google Earth Pro*. Obtenido de [https://static.googleusercontent.com/media/www.google.com/es//intl/es\\_ar/enterprise/earthmaps/pdf/earth\\_pro\\_ds.pdf](https://static.googleusercontent.com/media/www.google.com/es//intl/es_ar/enterprise/earthmaps/pdf/earth_pro_ds.pdf)
- Herrera Rubio, J. E. (2020). *Metodología de medición del espectro con técnicas experimentales para obtener modelos de propagación*.
- Mendes Gonzales, D. F. (2015). Caracterización indoor y ampliación de un REM(Radio environment map) en el campus norte de la UPC.
- Pedraza Martinez, L. F., Hernandez Suarez, C. A., & Salcedo Parra, O. J. (2017). Modelo de propagación de interiores para la facultad tecnológica de la universidad distrital. *Ciencia investigación Academia desarrollo*.