



Rapporto di prova EMC N° 03/23
Misurazioni per l'analisi di reti di comunicazione cellulare
in uno scenario urbano
Presso Comune di Cassino (FR)

02/05/2023



Rapporto di prova

N° . 03/23

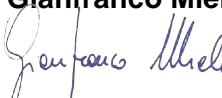
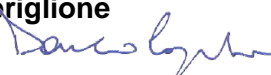
SU

Misurazioni per l'analisi di reti di comunicazione cellulare in uno scenario urbano

Committente: CORECOM LAZIO	Prove eseguite il: 13-14/03/2022
	Prove eseguite presso: Comune di Cassino (FR)

È vietata la riproduzione parziale di questo rapporto senza una esplicita autorizzazione scritta.

Il presente rapporto è costituito da **41 pagine**

Compilato: Prof. Ing. Gianfranco Miele 	Approvato: Prof. Ing. Domenico Capriglione 	Data di Emissione: 02/05/2023
---	--	---



Rapporto di prova EMC N° 03/23
Misurazioni per l'analisi di reti di comunicazione
cellulare in uno scenario urbano
Presso Comune di Cassino (FR)

02/05/2023

1. GENERALITÀ	3
2. DESCRIZIONE DEL SITO DI MISURA	3
3. LISTA E SIGNIFICATO DEGLI ACRONIMI	6
4. STRUMENTAZIONE E METODOLOGIA DI MISURA	7
5. RISULTATI SPERIMENTALI CAMPAGNA DI MISURE #1	9
5.1 RISULTATI JOB 1	9
<i>Considerazioni generali Job 1</i>	12
5.2 RISULTATI JOB 2	13
<i>Considerazioni generali Job 2</i>	16
5.3 RISULTATI JOB 3	17
<i>Considerazioni generali Job 3</i>	20
5.4 RISULTATI JOB 4	21
<i>Considerazioni generali Job 4</i>	24
5.5 RISULTATI JOB 5	26
<i>Considerazioni generali Job 5</i>	30
6. RISULTATI SPERIMENTALI CAMPAGNA DI MISURE #2	31
<i>Considerazioni generali Job 1 - All day</i>	34
ALLEGATO A: FOTO DI ALCUNI SITI ALL'APERTO (PLACES # 5, # 6, #7, #9, #13, #15)	35



1. Generalità

Il presente rapporto di prova contiene i risultati relativi alle misurazioni per l'analisi di reti di comunicazione cellulare nello scenario urbano del Comune di Cassino (FR). Le misure dei parametri di interesse sono state eseguite in diversi luoghi del Comune di Cassino ed in diverse modalità. In particolare, sono state eseguite misure in condizioni sia statiche che dinamiche, in modo da analizzare il comportamento dei parametri misurati in due tipologie di scenari operativi in cui l'utente accede ai servizi di telefonia cellulare in: 1) posizioni geografiche fisse o lentamente variabili durante la fruizione dei servizi (esempio: utente posizionato in un edificio o per strada in una posizione pressoché fissa); 2) posizioni geografiche rapidamente variabili durante la fruizione dei servizi (esempio: utente che si trova in auto e che si sposta all'interno del territorio cittadino).

Le misure sono state svolte in due giornate diverse.

Nella prima giornata di test svolta il giorno 13/03/2023, e di seguito indicata come “campagna di misure #1”), come meglio descritto nei successivi paragrafi, il sistema di misura è stato posizionato in vari punti geografici di interesse, e le acquisizioni sono state effettuate in modalità statica o dinamica. Con tale campagna di misure si è voluta analizzare la variabilità spaziale dei parametri misurati al variare di diverse condizioni al contorno.

Nella seconda giornata di test, svolta dalle 18:30 del giorno 13/03/2023 alle 18:30 del giorno 14/03/2023, di seguito indicata come “campagna di misure #2”), il sistema di misura è stato posizionato in una postazione fissa ad effettuare un'analisi di durata pari a 24 ore dei parametri di interesse ed analizzarne la variabilità temporale su un arco temporale relativamente lungo. Con tale campagna di misure si è voluta analizzare la variabilità temporale a medio termine (sull'arco delle 24 ore) dei parametri misurati in condizioni di ripetibilità spaziale.

2. Descrizione del sito di misura

Il territorio del Comune di Cassino è situato in corrispondenza delle coordinate 41°29'30"N 13°50'00"E e si estende su una superficie di circa 83,42 km², con una densità abitativa per km² di 422 abitanti. L'area presenta un andamento altimetrico variabile con una quota media di 42 m s.l.m. Sul territorio urbano sono dislocate diverse stazioni radio base per comunicazioni cellulari basate su tecnologie 2G, 3G e 4G, gestite da diversi operatori telefonici.

Il presente report si riferisce alle misure effettuate per un singolo operatore di telefonia mobile, e le cui installazioni sono riportate nella figura 1.

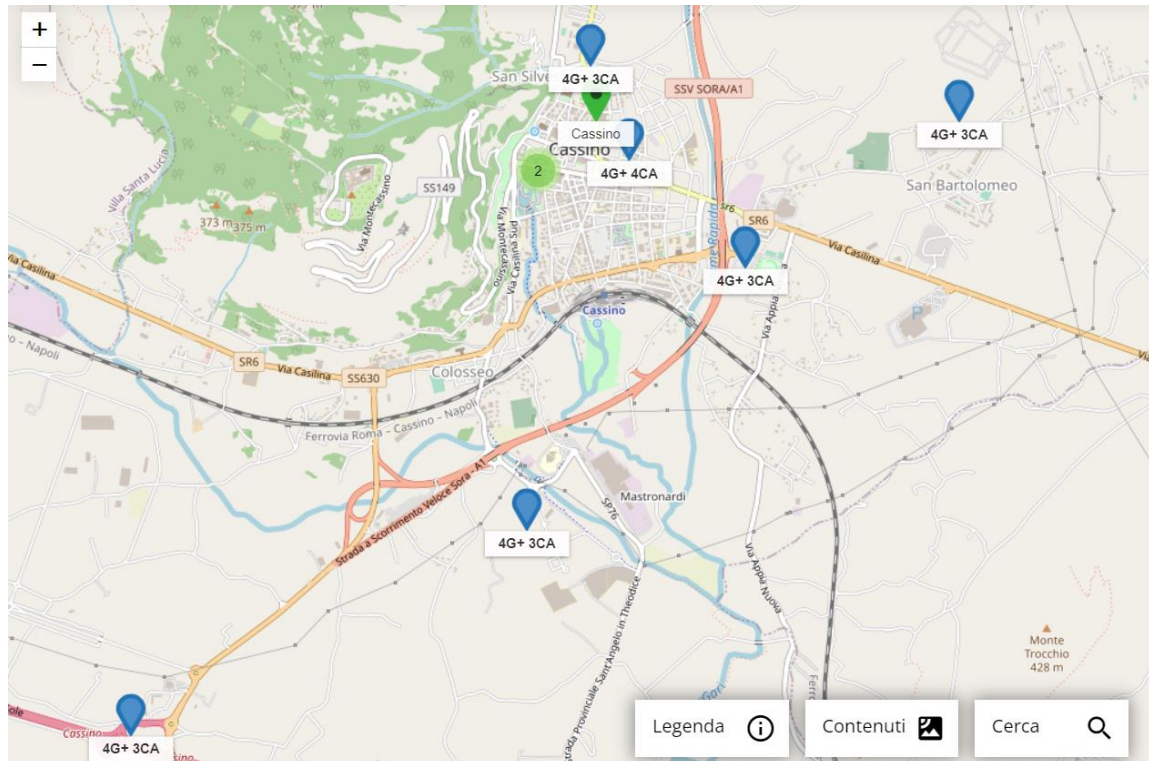


Figura 1: Mappa delle installazioni di impianti di telefonia mobile (Riferimento: sito web <https://lteitaly.it/>).

Più in dettaglio, la Tabella 1 riporta le coordinate geografiche dei punti in cui sono state effettuate le misure in posizioni geografiche statiche e la descrizione sintetica dei tracciati considerati durante le misure effettuate in posizioni geografiche dinamiche durante la fruizione dei servizi.

Complessivamente, sono state identificate 16 diverse aree geografiche di misura che si differenziano anche per la loro distanza dalle stazioni radio base e dalla conformazione del territorio circostante. Nel seguito del report, le 16 condizioni differenti di misura saranno denominate “Places”.

Più in dettaglio, si è passati da misure in ambiente chiuso o confinato (Place #1, #2, #3, #4), a misure in ambiente aperto poco antropizzato (Places #5, #6, #7, #9) e relativamente antropizzato (Places #11, #13, #15), fino a misure svolte in movimento all'interno di un'auto ed in varie tipologie di tragitti, sia extraurbano (Place #8), che urbani (Places #12, #14, #16).



Rapporto di prova EMC N° 03/23
**Misurazioni per l'analisi di reti di comunicazione
cellulare in uno scenario urbano
Presso Comune di Cassino (FR)**

02/05/2023

Area di misura (Place)	Denominazione sito	Latitudine e Longitudine
Place #1	Università degli Studi Cassino - Scuola di Ingegneria – atrio del piano terra	41°29'17.2"N 13°49'33.6"E
Place #2	Università degli Studi Cassino - Scuola di Ingegneria – secondo piano (interno stanza 213)	41°29'17.2"N 13°49'33.6"E
Place #3	Università degli Studi Cassino - Scuola di Ingegneria – primo piano seminterrato (interno stanza 32)	41°29'17.2"N 13°49'33.6"E
Place #4	Università degli Studi Cassino - Scuola di Ingegneria – primo piano seminterrato (interno Laboratorio di Misure Industriali)	41°29'17.2"N 13°49'33.6"E
Place #5	Campus Folcara-Residenze studenti	41°28'09.1"N 13°49'44.5"E
Place #6	Campus Folcara-Rettorato	41°28'21.6"N 13°49'40.0"E
Place #7	Area di parcheggio Varlese	41°27'41.5"N 13°48'07.1"E
Place #8	Punto#7-Punto#9 (Tragitto su tratto extraurbano di strada pianeggiante)	n.a.
Place #9	Ospedale di Cassino	41°30'15.2"N 13°50'35.5"E
Place #10	Punto#9-Punto#11 (Tragitto su tratto urbano strada di strada pianeggiante)	n.a.
Place #11	Parcheggio in Largo San Domenico	41°29'56.1"N 13°49'52.9"E
Place #12	Punto#11-Punto#13 (Tragitto su tratto urbano strada di strada pianeggiante)	n.a.
Place #13	Piazza Alcide De Gasperi (Palazzo del Municipio)	41°29'33.9"N 13°49'48.1"E
Place #14	Punto#13-Punto#15 (Tragitto su tratto urbano strada di strada in salita)	n.a.
Place #15	Via Montecassino (piazzale Abbazia di Montecassino)	41°29'21.3"N 13°48'47.0"E
Place #16	Tragitto Punto#15-Punto#1 (Tragitto su tratto urbano strada di strada in discesa)	n.a.

Tabella 1: Area geografica ed identificazione dei punti di misura.



3. Lista e significato degli acronimi

RSRP: Reference Signals Received Power.

Rappresenta la potenza del segnale di riferimento ricevuto.

RSSI: Received Signal Strength Indicator.

Rappresenta la potenza del segnale ricevuto.

RSRQ: Reference Signal Received Quality.

Rappresenta il segnale di riferimento della qualità radio.

SINR Rx[0]: Signal to Interference plus Noise Ratio at the primary receiver antenna.

Rappresenta il rapporto tra il segnale utile e quello di disturbo (interferenza + rumore interno) in corrispondenza dell'antenna ricevente primaria.

SINR Rx[1]: Signal to Interference plus Noise Ratio at the secondary receiver antenna.

Rappresenta il rapporto tra il segnale utile e quello di disturbo (interferenza + rumore interno) in corrispondenza dell'antenna ricevente secondaria.

Netw Thrpt DL: Network Throughput in downlink.

Rappresenta il numero di bit trasmessi (dalla stazione radio base verso il terminale mobile) nell'unità di tempo.

Netw Thrpt UL: Network Throughput in uplink.

Rappresenta il numero di bit trasmessi (dal terminale mobile verso la stazione radio base) nell'unità di tempo.

IPDV: Instantaneous packet delay variation.

Rappresenta la deviazione temporale istantanea tra i tempi di arrivo di due pacchetti successivi.

Lost Packets: percentage of lost packets during the transmission

Rappresenta la percentuale di pacchetti inviati da un server e non ricevuti da un client.



4. Strumentazione e metodologia di misura

I dati sono stati raccolti attraverso una catena di misura costituita da uno smartphone SAMSUNG S20 FE 5G (SM-G781B/DS) con sistema operativo customizzato dall'azienda Rohde&Schwarz ed equipaggiato con il software di misura QualiPoc Android Handheld 22.3.50.

Durante la “campagna di misure #1”, lo smartphone è stato tenuto in mano da un operatore (per riprodurre le condizioni più tipiche di utilizzo), mentre le misure svolte nella “campagna di misure #2”) sono state realizzate posizionando lo smartphone su una scrivania (per consentire di riprodurre le condizioni di utilizzo tipiche di hot-spot personale e consentire l'acquisizione dei dati anche durante le ore notturne), in particolare in corrispondenza del Place #2.

In tutti i casi il software di misura QualiPoc Android Handheld 22.3.50 è stato configurato per rilevare i parametri di interesse, attraverso un'acquisizione continua, e per memorizzare tali parametri all'interno di opportuni file di log da analizzare successivamente per le analisi numeriche e statistiche che si andranno successivamente a descrivere.

Per ciascun punto (o percorso) di misura descritto nella Tabella 1 il sistema di misura è stato configurato per rilevare i parametri di interesse riportati nella Tabella 2, al variare di 5 diversi servizi tipicamente impiegabili da un utente. In particolare, la Tabella 2 riporta i parametri misurati durante l'esecuzione di ciascuna tipologia di servizio e di seguito denominato Job.

La scelta dei Job considerati è stata mirata ad effettuare un'analisi variegata (per ciascun dei 16 Places considerati) di servizi tipicamente fruibili da un generico utente.

In particolare:

- Job 1 emula le condizioni tipiche di un utente che visualizza in streaming un video da una piattaforma online (Youtube);
- Job 2 emula le condizioni tipiche di un utente che effettua il download di un file da un sito http;
- Job 3 emula le condizioni tipiche di un utente che effettua l'upload di un file verso un sito http;
- Job 4 effettua una chiamata vocale verso un numero fisso;
- Job 5 effettua una chiamata vocale verso un numero mobile.



Rapporto di prova EMC N° 03/23
**Misurazioni per l'analisi di reti di comunicazione
cellulare in uno scenario urbano
Presso Comune di Cassino (FR)**

02/05/2023

Denominazione servizio (Job)	Descrizione servizio	Lista dei parametri misurati
Job 1	Video streaming di un video dalla piattaforma YouTube	<ul style="list-style-type: none">- RSRP- RSSI- SINR Rx[0]- SINR Rx[1]- RSRQ- Netw Thrpt DL- Netw Thrpt UL
Job 2	http download	<ul style="list-style-type: none">- RSRP- RSSI- SINR Rx[0]- SINR Rx[1]- RSRQ- Netw Thrpt DL- Netw Thrpt UL
Job 3	http upload	<ul style="list-style-type: none">- RSRP- RSSI- SINR Rx[0]- SINR Rx[1]- RSRQ- Netw Thrpt DL- Netw Thrpt UL
Job 4	Chiamata vocale verso un'utenza fissa di una durata pari a 30s.	<ul style="list-style-type: none">- RSRP- RSSI- SINR Rx[0]- SINR Rx[1]- RSRQ- Netw Thrpt DL- Netw Thrpt UL- IPDV- Lost Packets
Job 5	Chiamata vocale verso un'utenza mobile di una durata pari a 30s.	<ul style="list-style-type: none">- RSRQ- Netw Thrpt DL- Netw Thrpt UL- IPDV- Lost Packets

Tabella 2: Descrizione dei servizi e dei parametri misurati durante le tipologie di servizi considerati.

5. Risultati sperimentali campagna di misure #1

Di seguito si riportano i grafici dei parametri misurati per ciascun servizio riportato in Tabella 2 ed al variare dei luoghi in cui sono state eseguite le misure.

5.1 Risultati Job 1

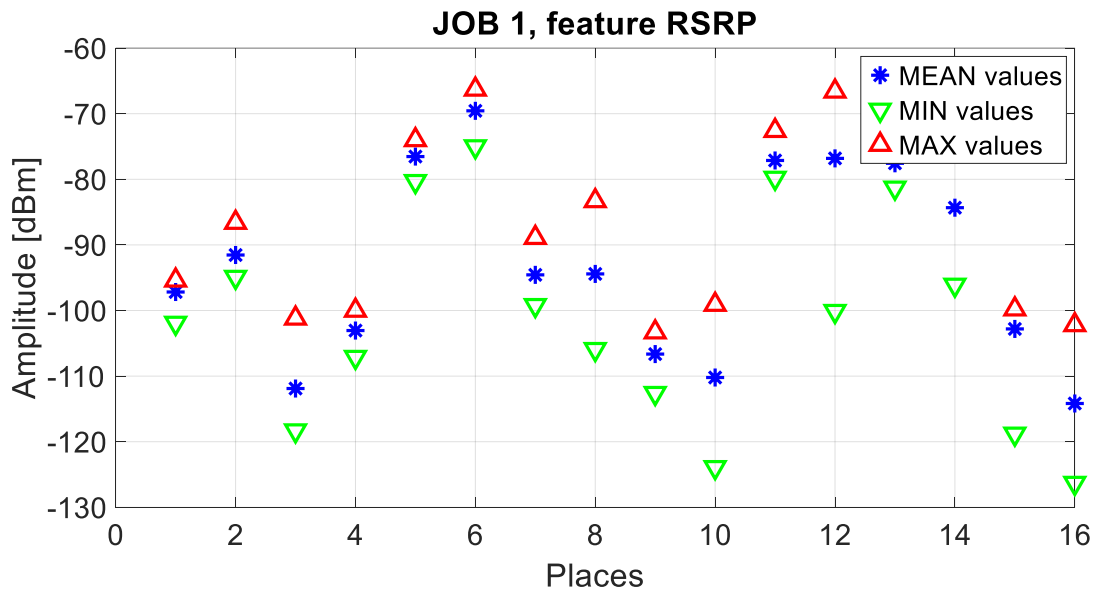


Figura 2: Misura del RSRP (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.



Figura 3: Misura del RSSI (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

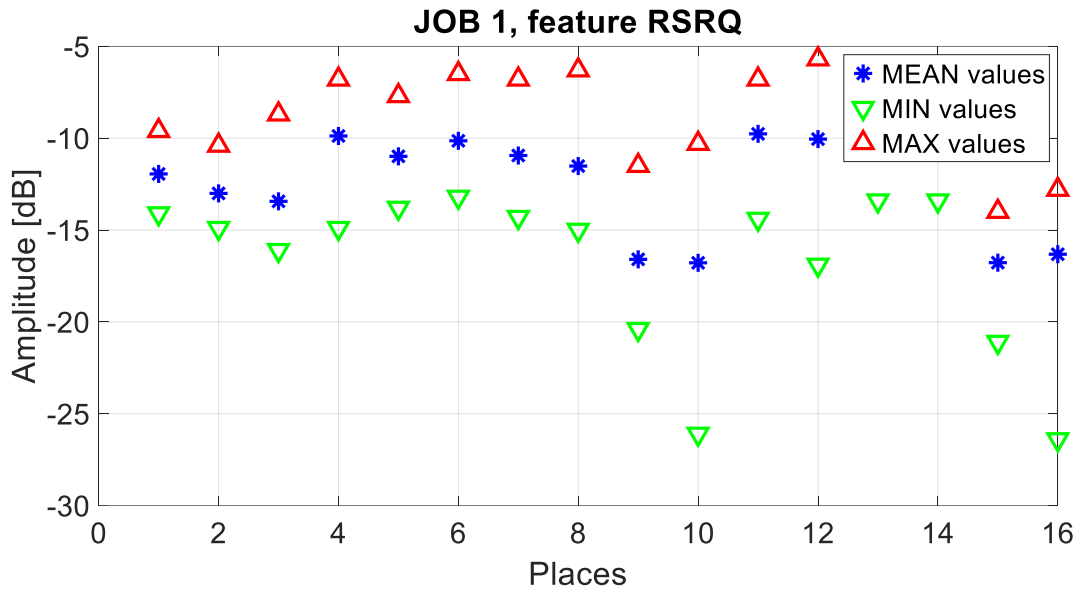


Figura 4: Misura del RSRQ (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

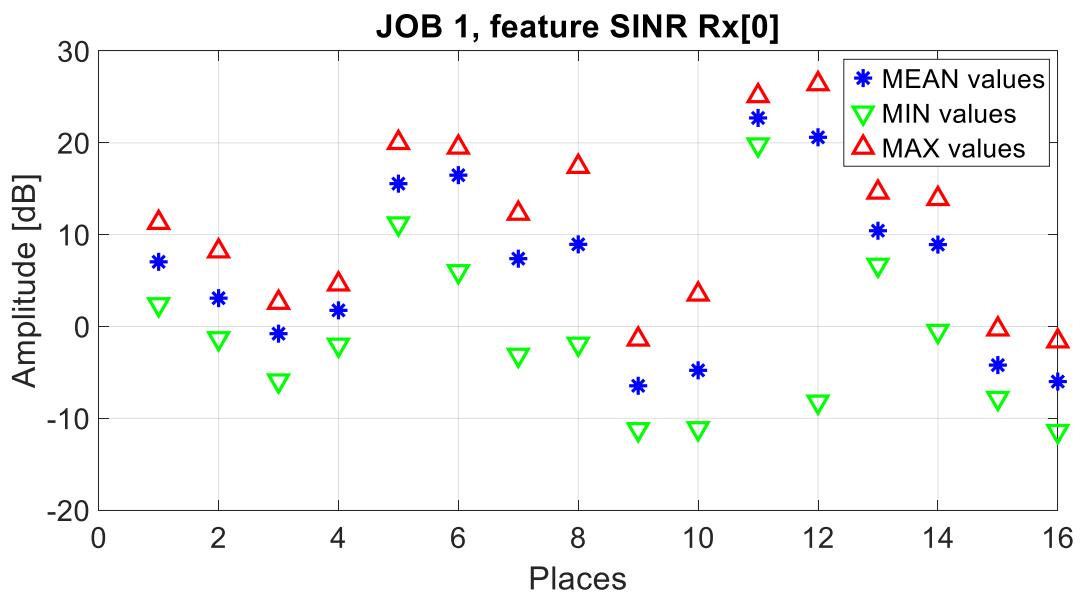


Figura 5: Misura del SINR RX[0] (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

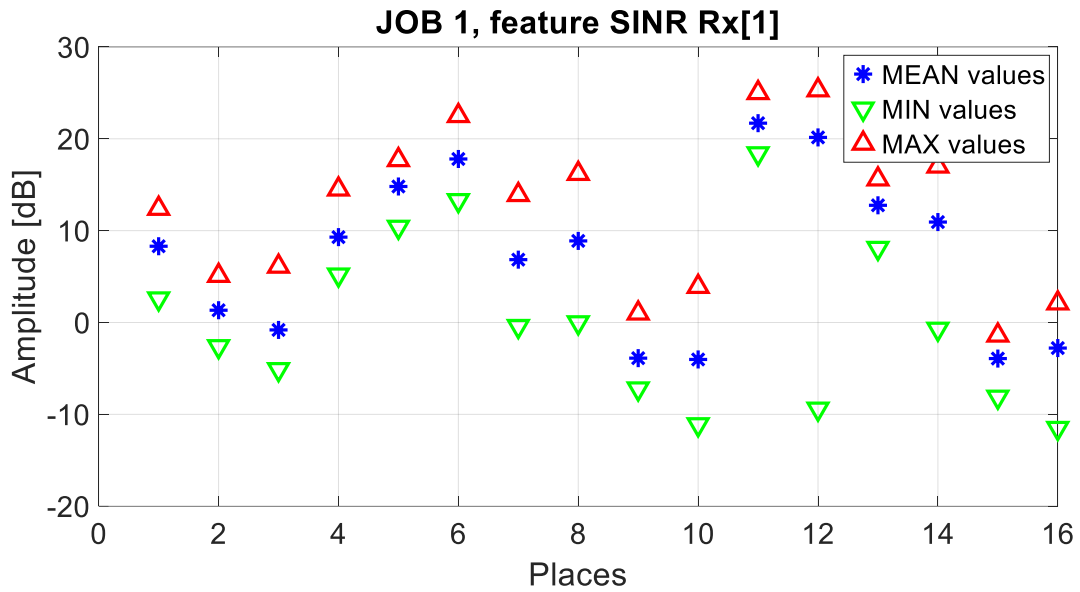


Figura 6: Misura del SINR RX[1] (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

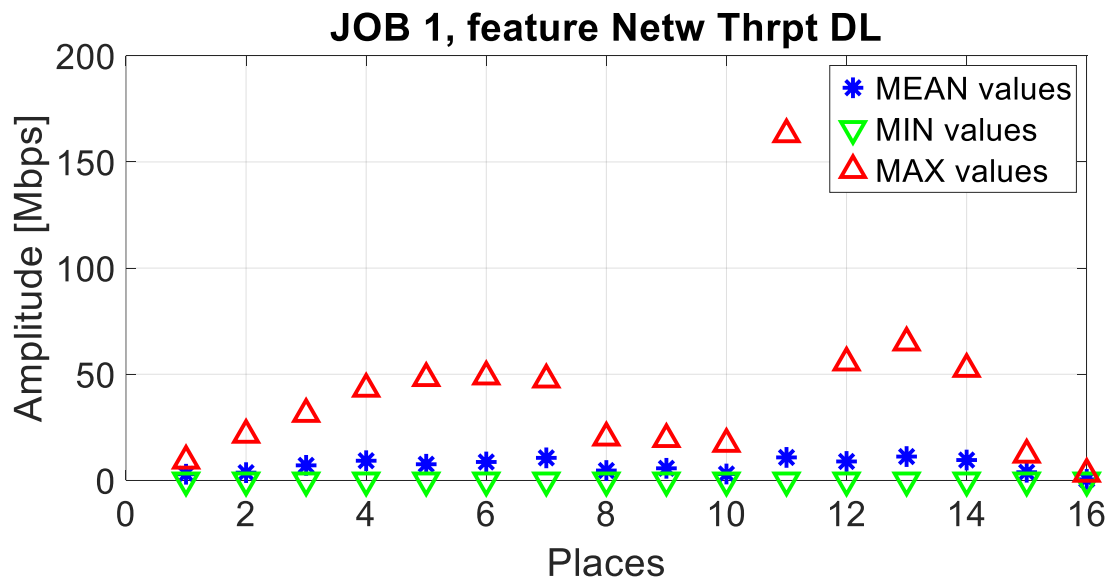


Figura 7: Misura del Throughput DL (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

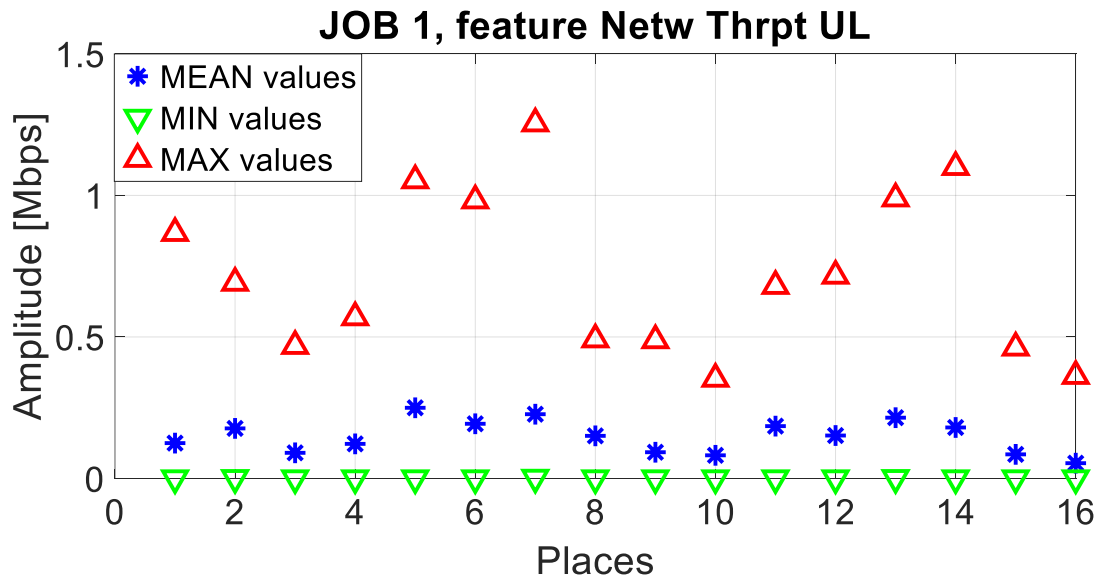


Figura 8: Misura del Throughput UL (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

Considerazioni generali Job 1

I risultati acquisiti mostrano che:

- Considerate le fasce di variabilità dei dati misurati, esiste una significativa correlazione tra i parametri (RSRP, RSSI, RSRQ, SINR Rx[0] e SINR Rx[1]) che descrivono le caratteristiche del livello fisico del segnale ricevuto. Ovvero, il trend di uno di questi parametri si riflette anche sugli altri; ai valori massimi, medi e minimi dell'uno corrispondono in modo abbastanza fedele anche i rispettivi valori degli altri.
- Le variabilità maggiori dei parametri di livello fisico (RSRP, RSSI, RSRQ, SINR Rx[0] e SINR Rx[1]) si rilevano in corrispondenza dei "places" 8, 10, 12, 14, 16. Ciò è coerente con il fatto che a tali indici corrispondono dei tragitti, ovvero le misure sono state svolte in condizioni dinamiche.
- Anche nelle condizioni statiche di lavoro ("places" 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 13, 15), i parametri di livello fisico (RSRP, RSSI, RSRQ, SINR Rx[0] e SINR Rx[1]) hanno mostrato dei range di escursione non trascurabili (fino a 10 dB).
- I valori medi di Netw Thrpt DL seguono debolmente i trend dei parametri a livello fisico.
- I valori medi di Netw Thrpt UL seguono in modo abbastanza fedele i trend dei parametri a livello fisico.
- Gli andamenti di Netw Thrpt DL e Netw Thrpt UL possono essere giustificati anche dai processi di bufferizzazione che intervengono durante il download e l'upload del segnale video, che ovviamente determinano anche una richiesta continuamente diversa di banda dati per garantire una buona fluidità di visualizzazione.



5.2 Risultati Job 2

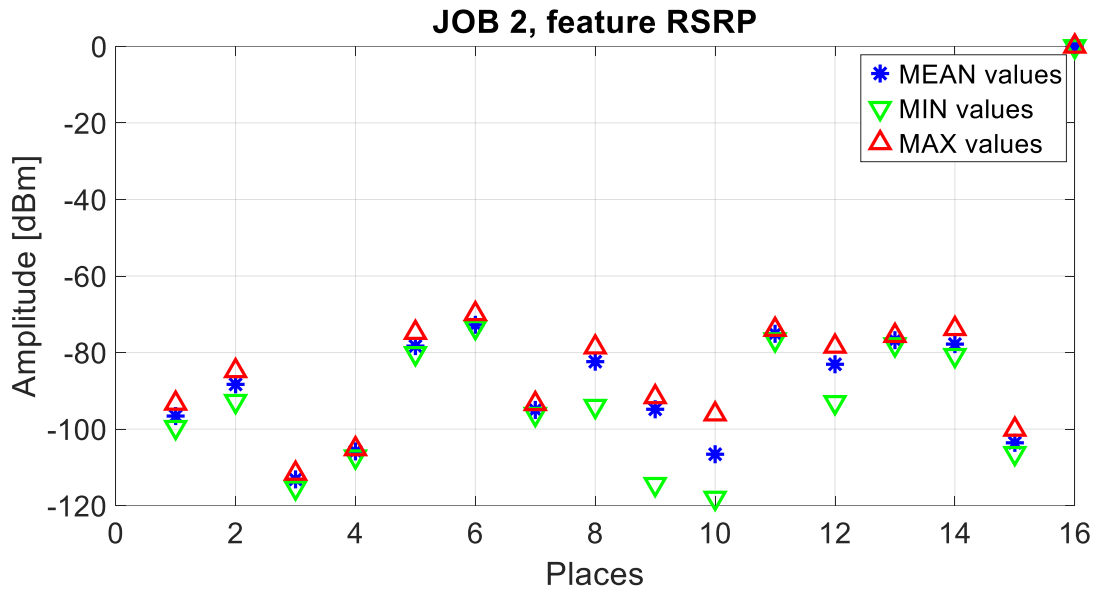


Figura 9: Misura del RSRP (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.



Figura 10: Misura del RSSI (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.



Figura 11: Misura del RSRQ (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

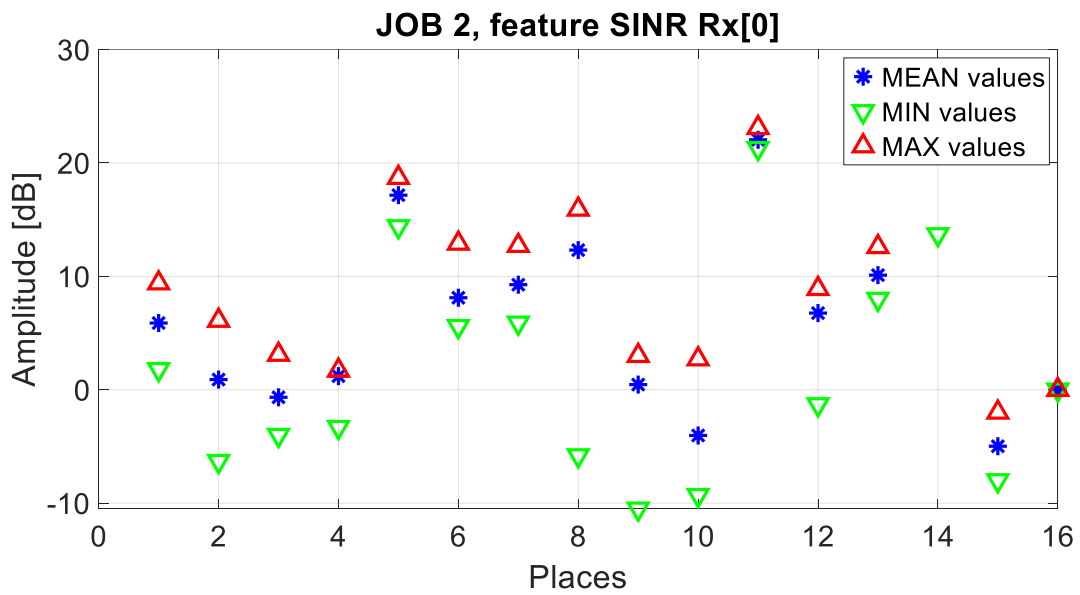


Figura 12: Misura del SINR Rx[0] (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

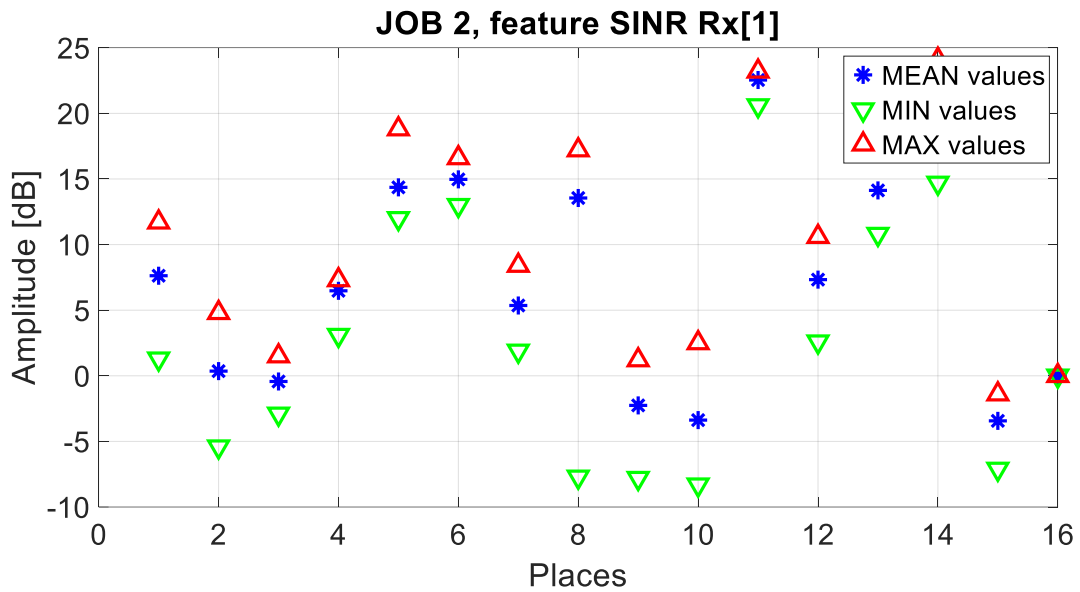


Figura 13: Misura del SINR Rx[1] (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

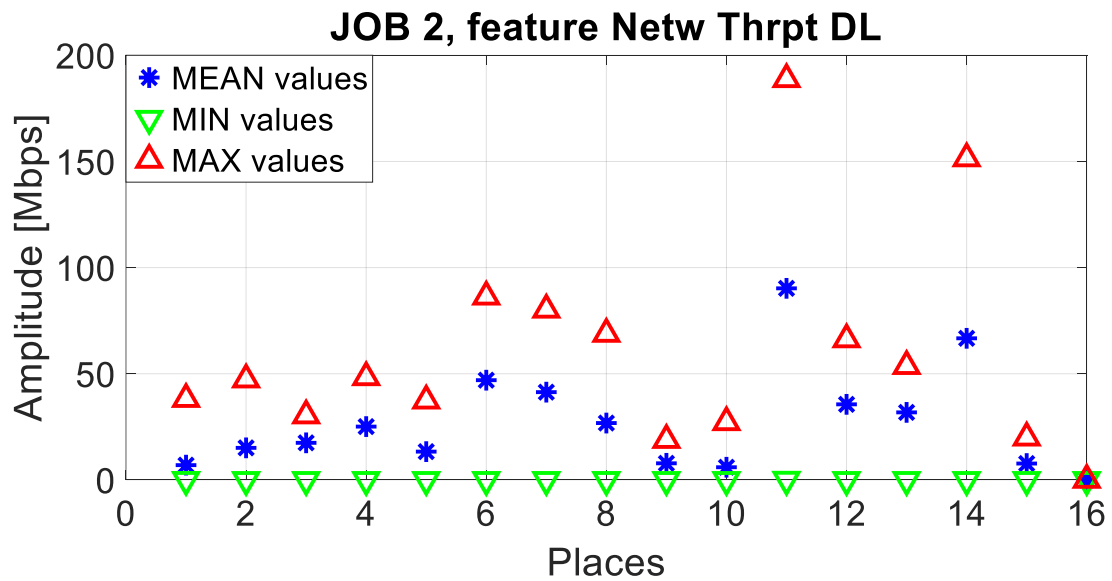


Figura 14: Misura del Throughput DL (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

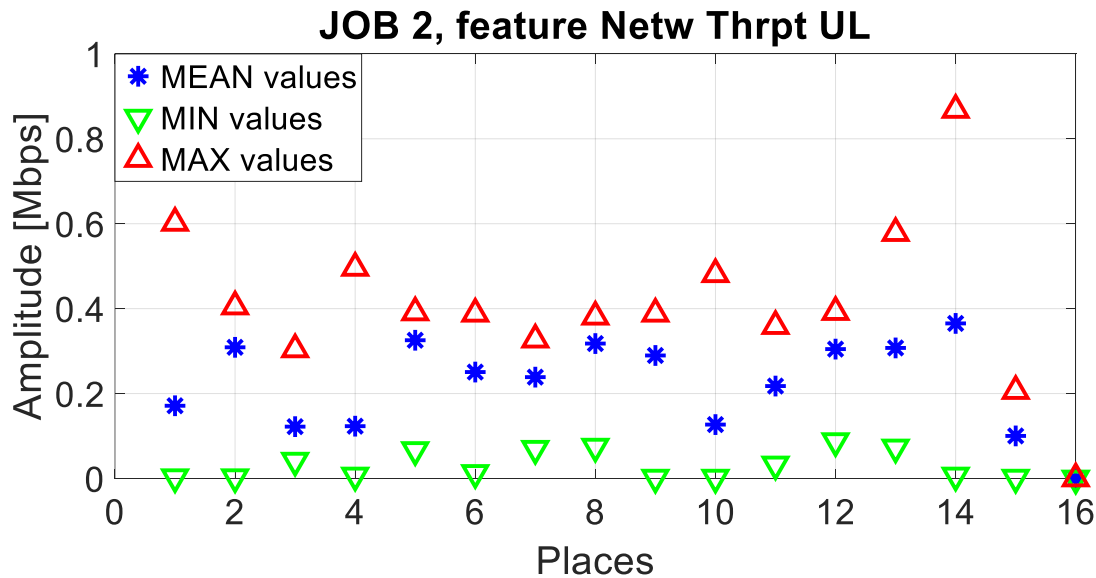


Figura 15: Misura del Throughput UL (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

Considerazioni generali Job 2

I risultati acquisiti mostrano che:

- Considerate le fasce di variabilità dei dati misurati, esiste una significativa correlazione tra i parametri (RSRP, RSSI, RSRQ, SINR Rx[0] e SINR Rx[1]) che descrivono le caratteristiche del livello fisico del segnale ricevuto. Ovvero, il trend di uno di questi parametri si riflette anche sugli altri; ai valori massimi, medi e minimi dell'uno corrispondono in modo abbastanza fedele anche i rispettivi valori degli altri.
- Le variabilità maggiori dei parametri di livello fisico (RSRP, RSSI, RSRQ, SINR Rx[0] e SINR Rx[1]) si rilevano in corrispondenza dei "places" 8, 10, 12, 14, 16. Ciò è coerente con il fatto che a tali indici corrispondono dei tragitti, ovvero le misure sono state svolte in condizioni dinamiche.
- Anche nelle condizioni statiche di lavoro ("places" 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 13, 15), i parametri di livello fisico (RSRP, RSSI, RSRQ, SINR Rx[0] e SINR Rx[1]) hanno mostrato dei range di escursione non trascurabili (fino a 10 dB).
- I valori medi di Netw Thrpt DL seguono debolmente i trend dei parametri a livello fisico.
- I valori medi di Netw Thrpt UL seguono in modo abbastanza fedele i trend dei parametri a livello fisico.



5.3 Risultati Job 3

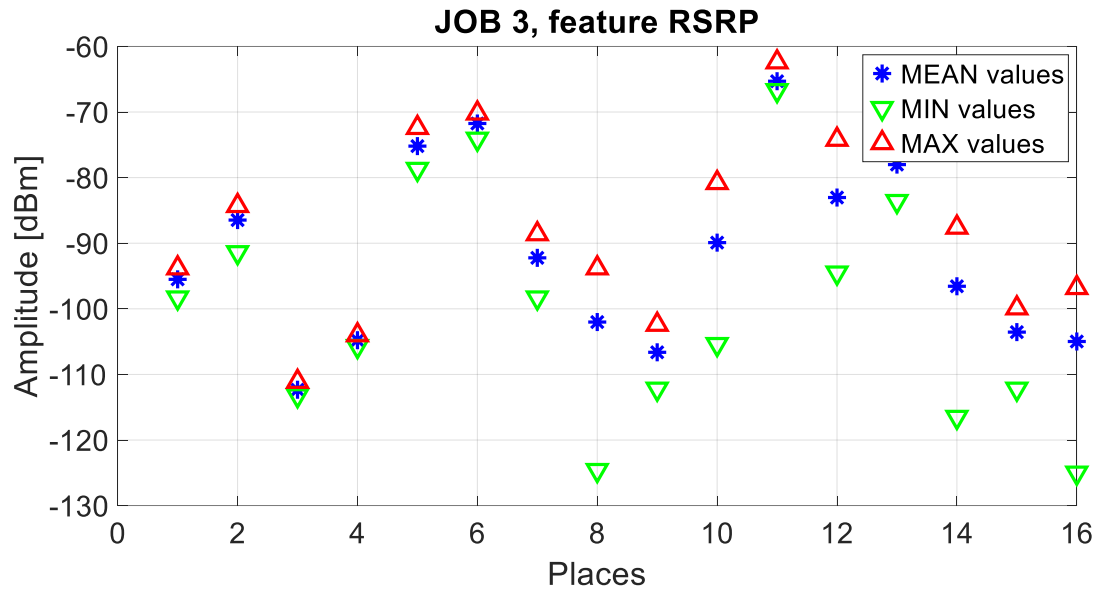


Figura 16: Misura del RSRP (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

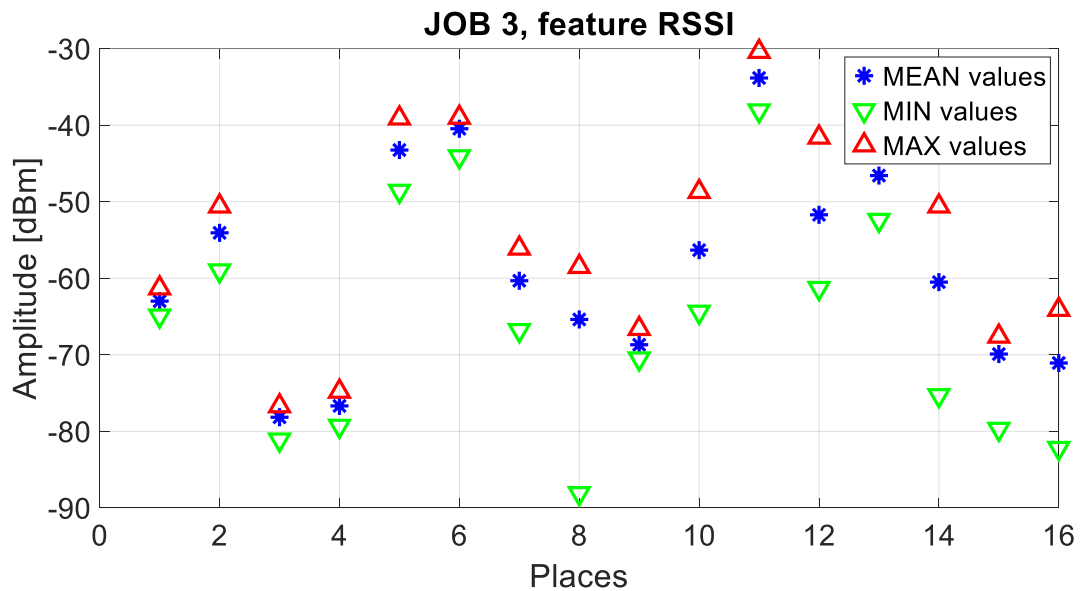


Figura 17: Misura del RSSI (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.



Figura 18: Misura del RSRQ (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

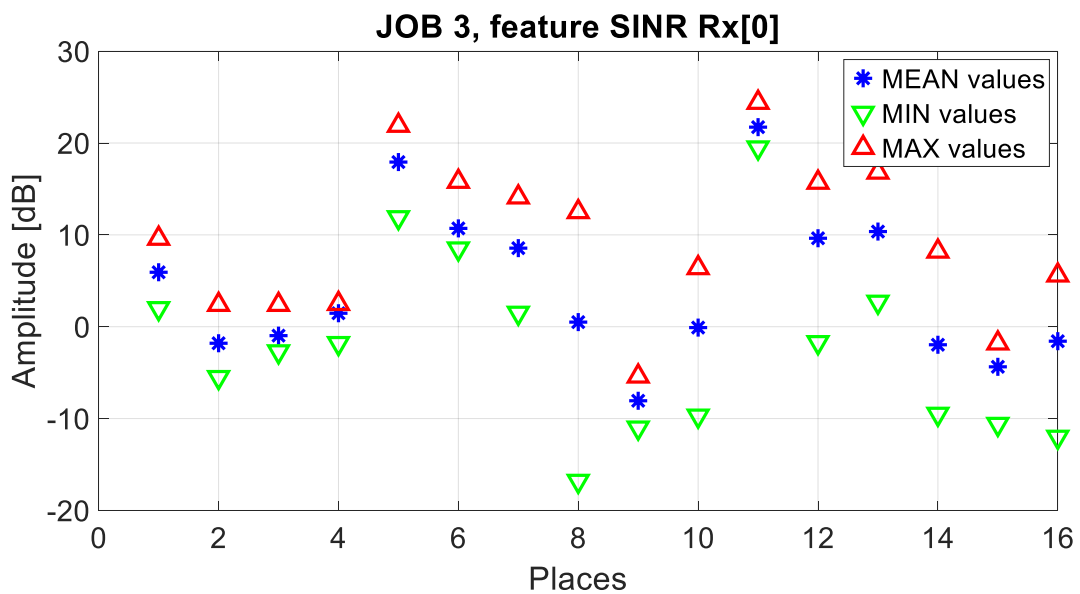


Figura 19: Misura del SINR Rx[0] (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

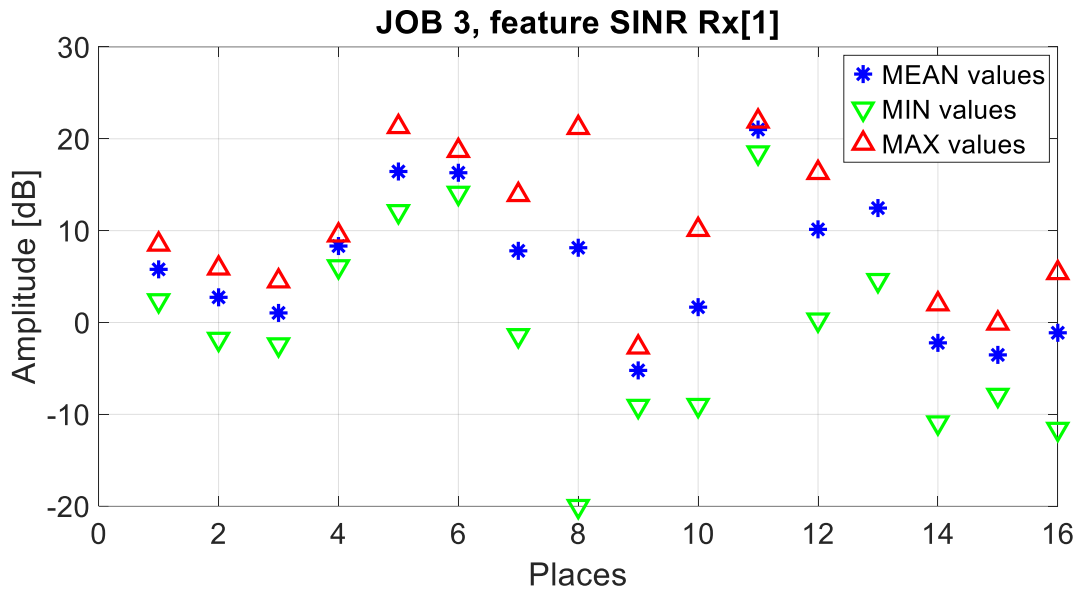


Figura 20: Misura del SINR Rx[1] (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

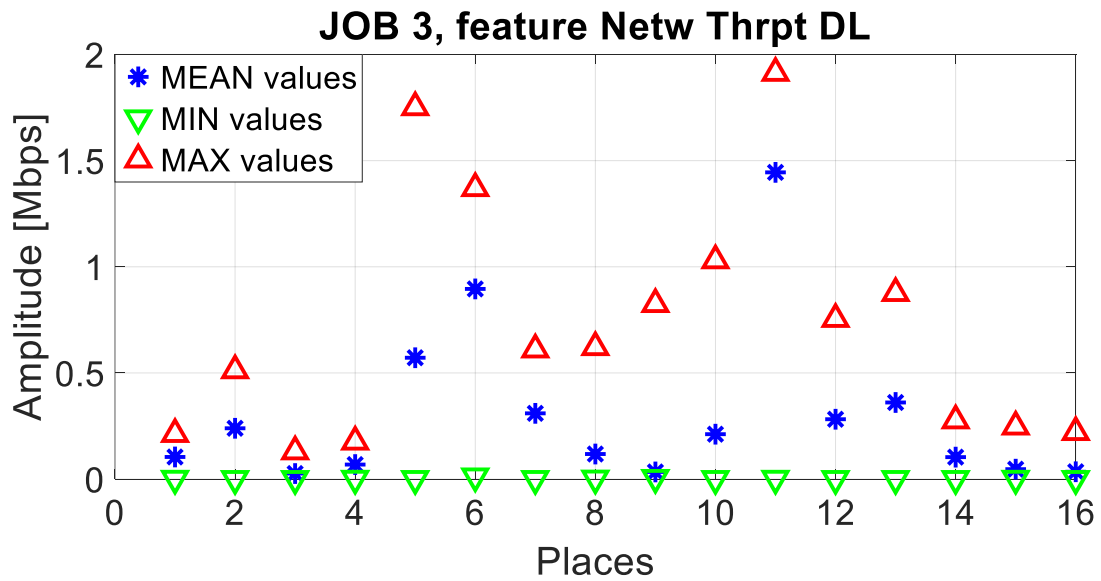


Figura 21: Misura del Throughput DL (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

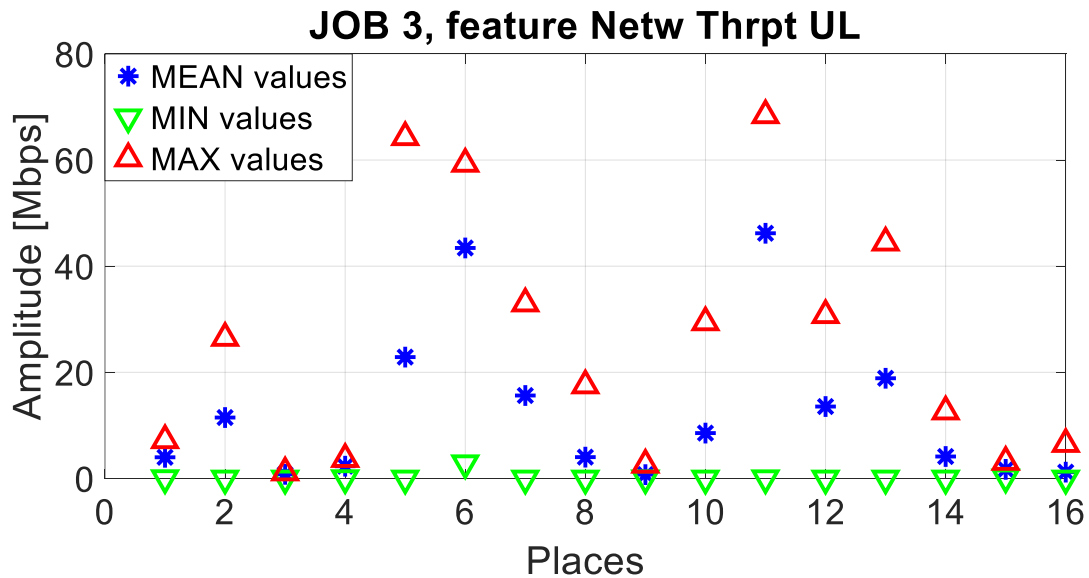


Figura 22: Misura del Throughput UL (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

Considerazioni generali Job 3

I risultati acquisiti mostrano che:

- Considerate le fasce di variabilità dei dati misurati, esiste una significativa correlazione tra i parametri (RSRP, RSSI, RSRQ, SINR Rx[0] e SINR Rx[1]) che descrivono le caratteristiche del livello fisico del segnale ricevuto. Ovvero, il trend di uno di questi parametri si riflette anche sugli altri; ai valori massimi, medi e minimi dell'uno corrispondono in modo abbastanza fedele anche i rispettivi valori degli altri.
- Le variabilità maggiori dei parametri di livello fisico (RSRP, RSSI, RSRQ, SINR Rx[0] e SINR Rx[1]) si rilevano in corrispondenza dei "places" 8, 10, 12, 14, 16. Ciò è coerente con il fatto che a tali indici corrispondono dei tragitti, ovvero le misure sono state svolte in condizioni dinamiche.
- Anche nelle condizioni statiche di lavoro ("places" 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 13, 15), i parametri di livello fisico (RSRP, RSSI, RSRQ, SINR Rx[0] e SINR Rx[1]) hanno mostrato dei range di escursione non trascurabili (fino a 10 dB).
- I valori medi di Netw Thrpt DL seguono debolmente i trend dei parametri a livello fisico.
- I valori medi di Netw Thrpt UL seguono in modo abbastanza fedele i trend dei parametri a livello fisico.



5.4 Risultati Job 4

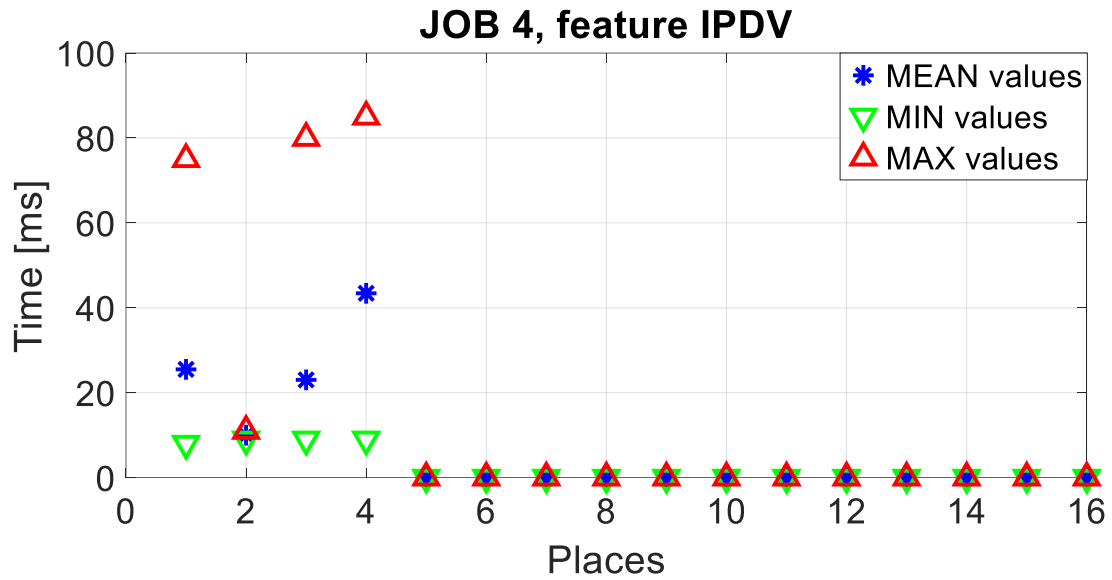


Figura 23: Misura del IPDV (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

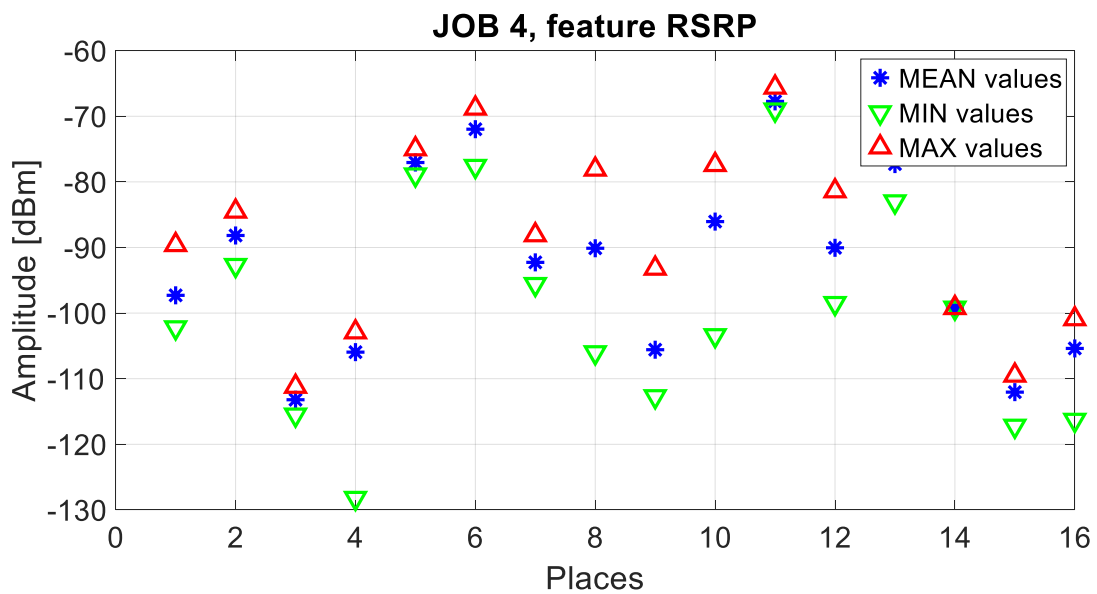


Figura 24: Misura del RSRP (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

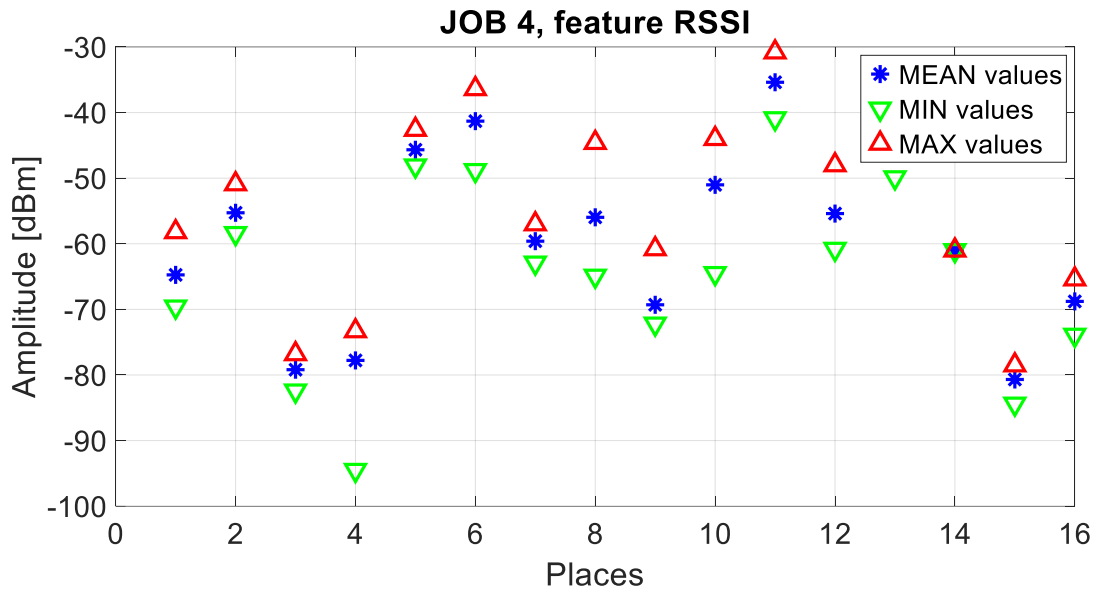


Figura 25: Misura del RSSI (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

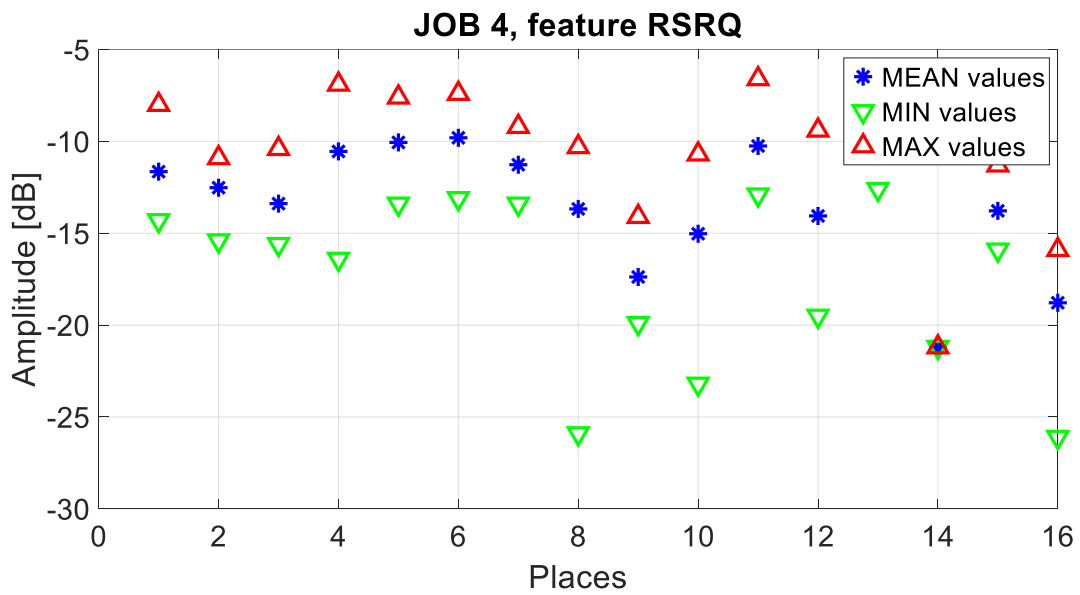


Figura 26: Misura del RSRQ (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

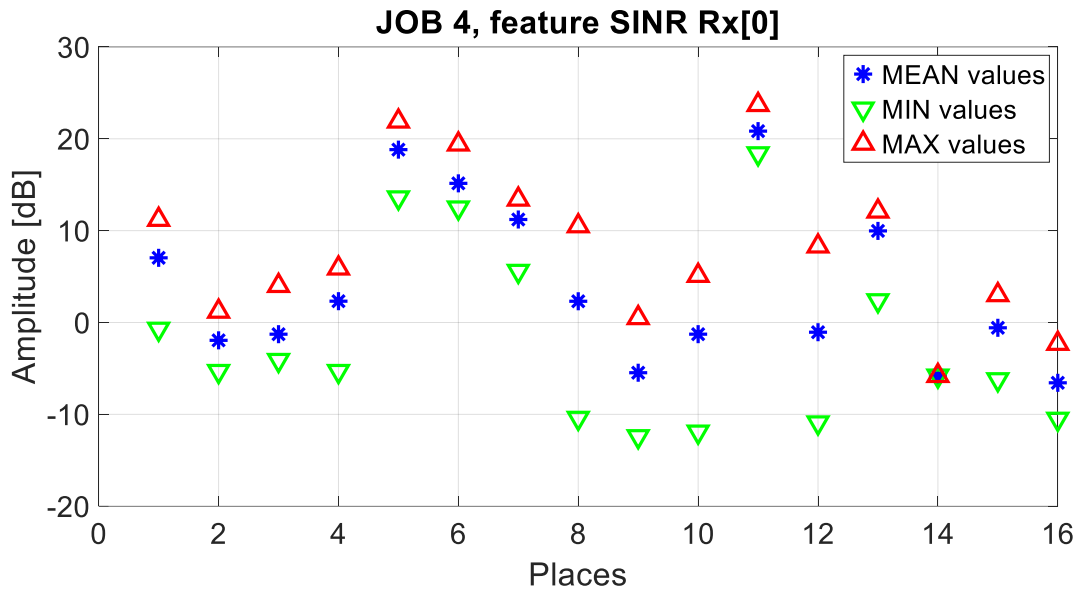


Figura 27: Misura del SINR Rx[0] (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

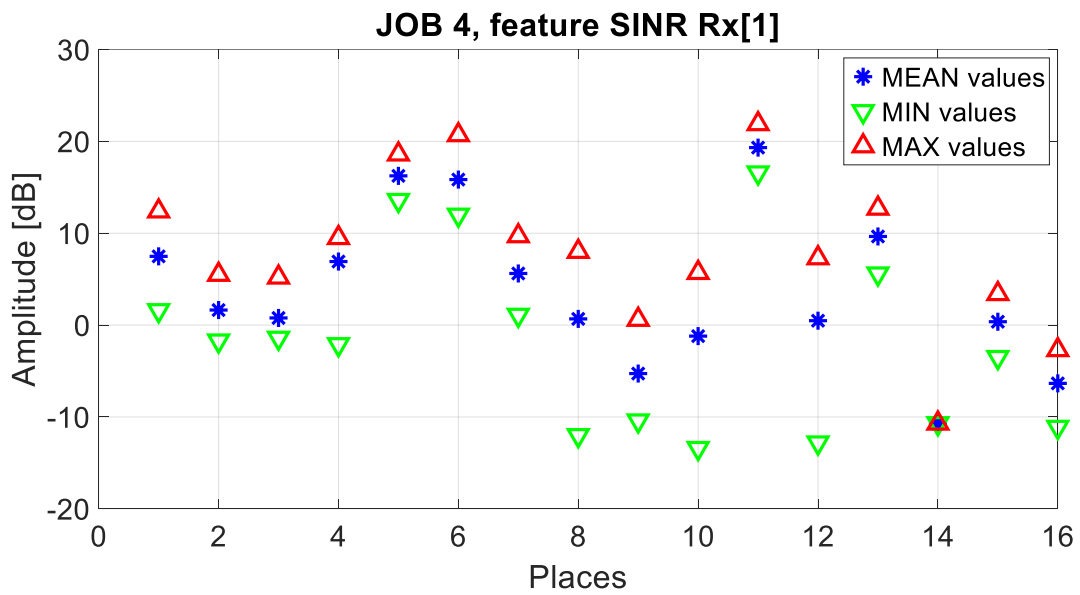


Figura 28: Misura del SINR Rx[1] (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

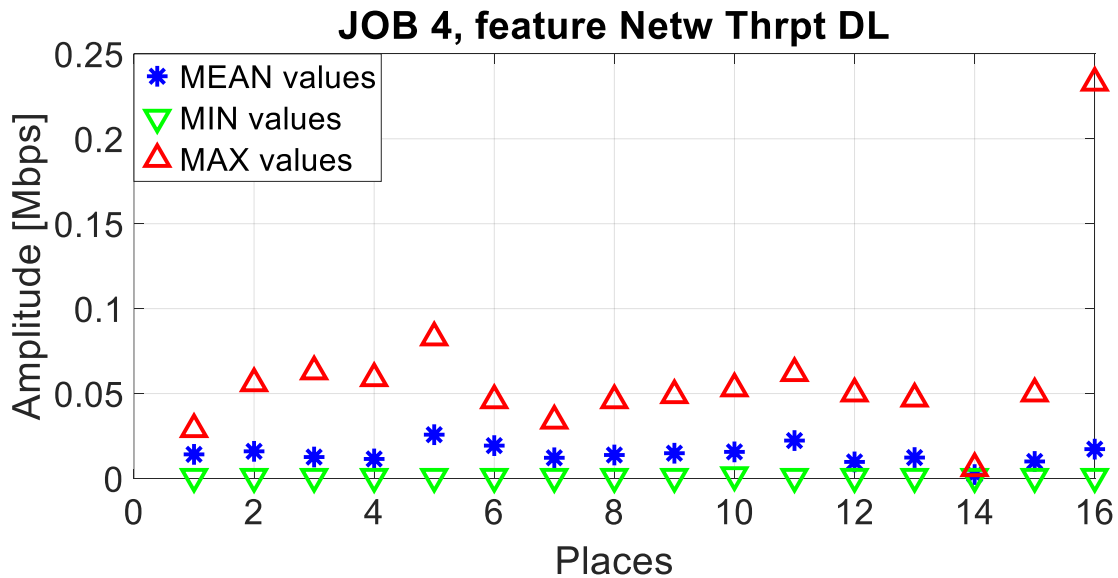


Figura 29: Misura del Throughput DL (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.



Figura 30: Misura del Throughput UL (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

Considerazioni generali Job 4

I risultati acquisiti mostrano che:

- Considerate le fasce di variabilità dei dati misurati, esiste una significativa correlazione tra i parametri (RSRP, RSSI, RSRQ, SINR Rx[0] e SINR Rx[1]) che descrivono le caratteristiche del livello fisico del segnale ricevuto. Ovvero, l'andamento di uno di questi parametri si riflette anche sugli altri; ai valori massimi, medi e minimi dell'uno corrispondono in modo abbastanza fedele anche i rispettivi valori degli altri.



Rapporto di prova EMC N° 03/23
**Misurazioni per l'analisi di reti di comunicazione
cellulare in uno scenario urbano
Presso Comune di Cassino (FR)**

02/05/2023

- Le variabilità maggiori dei parametri di livello fisico (RSRP, RSSI, RSRQ, SINR Rx[0] e SINR Rx[1]) si rilevano in corrispondenza dei “places” 8, 10, 12, 14, 16. Ciò è coerente con il fatto che a tali indici corrispondono dei tragitti, ovvero le misure sono state svolte in condizioni dinamiche.
- Anche nelle condizioni statiche di lavoro (“places” 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 13, 15), i parametri di livello fisico (RSRP, RSSI, RSRQ, SINR Rx[0] e SINR Rx[1]) hanno mostrato dei range di escursione non trascurabili (fino a 10 dB).
- I valori medi di Netw Thrpt DL e Netw Thrpt UL seguono in modo abbastanza fedele gli andamenti dei parametri a livello fisico. Tale andamento può essere giustificato anche dai processi di bufferizzazione che intervengono durante il download e l’upload del segnale audio, che ovviamente determinano anche una richiesta continuamente diversa di banda dati per garantire una buona fluidità della conversazione.
- I valori medi di IPDV sono significativi solo per i “places” 1, 2, 3, 4, che corrispondono a postazione al chiuso.
- Rispetto ai precedenti Job 1, Job 2, e Job 3, tutti i parametri rappresentativi del livello fisico si sono mantenuti in range di variabilità confrontabili con quelli rilevati in Job 4, mentre i parametri Netw Thrpt DL e Netw Thrpt UL, hanno mostrato un significativo calo, imputabile alla tipologia di attività svolta in Job 4, ovvero una telefonata di tipo solo “voice”, dove lo scambio di dati tra base station e terminale mobile è in generale esiguo.



5.5 Risultati Job 5



Figura 31: Misura del Lost Packets (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

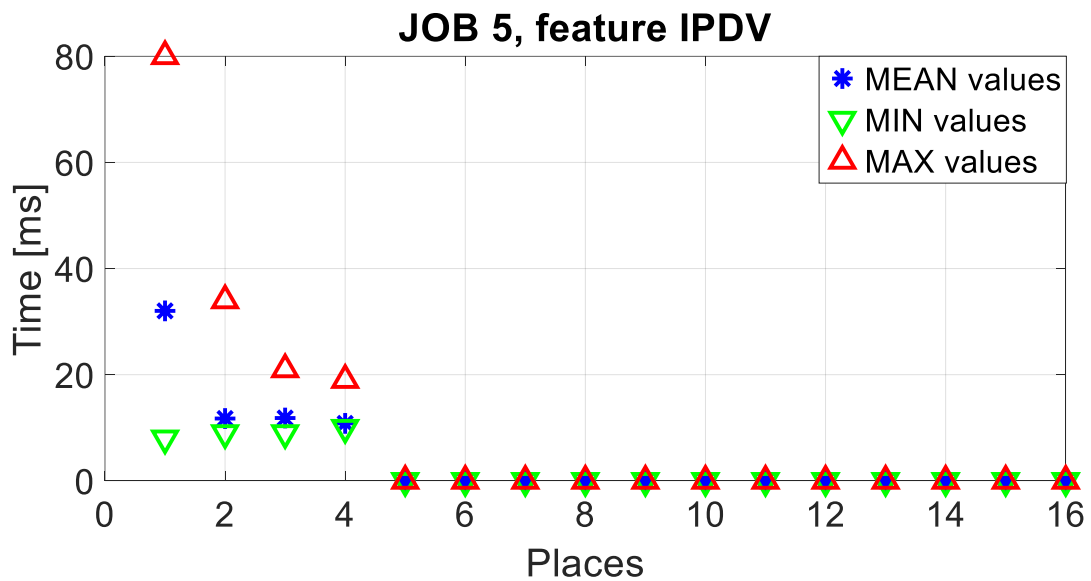


Figura 32: Misura del IPDV (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

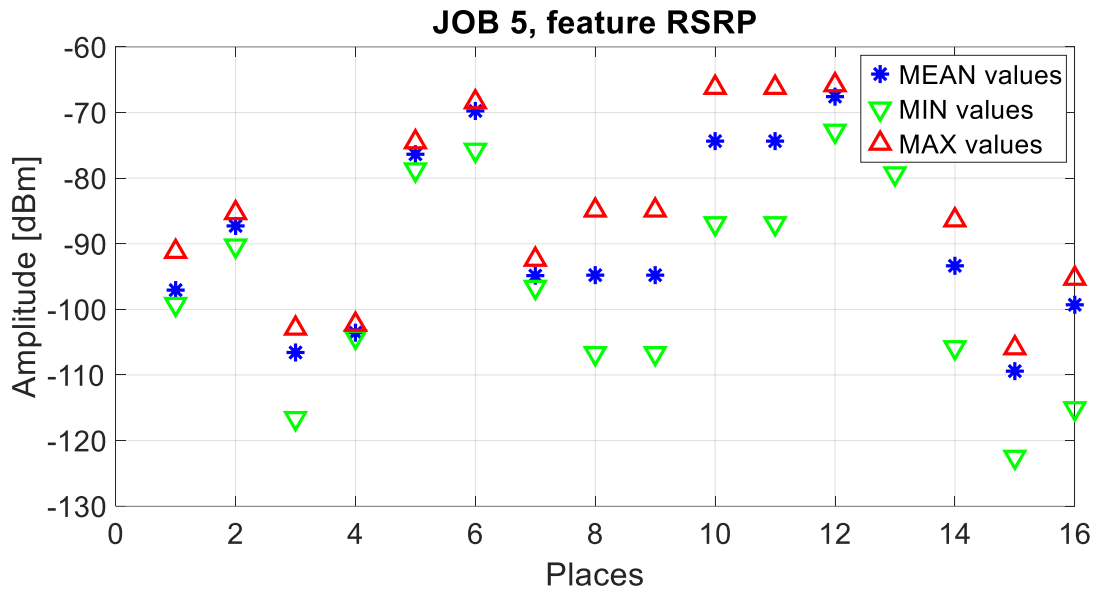


Figura 33: Misura del RSRP (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

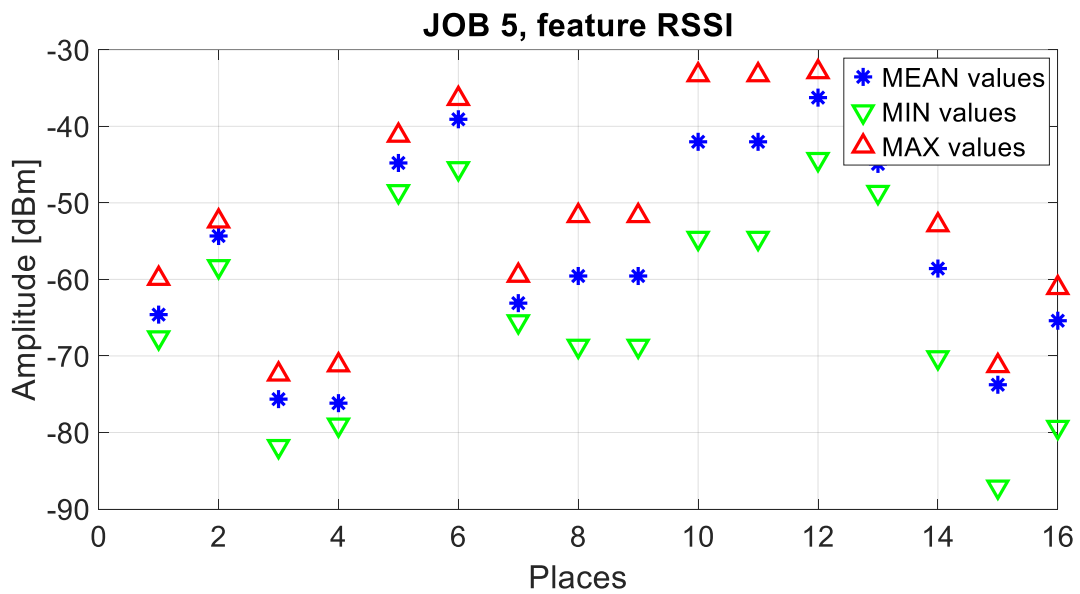


Figura 33: Misura del RSSI (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

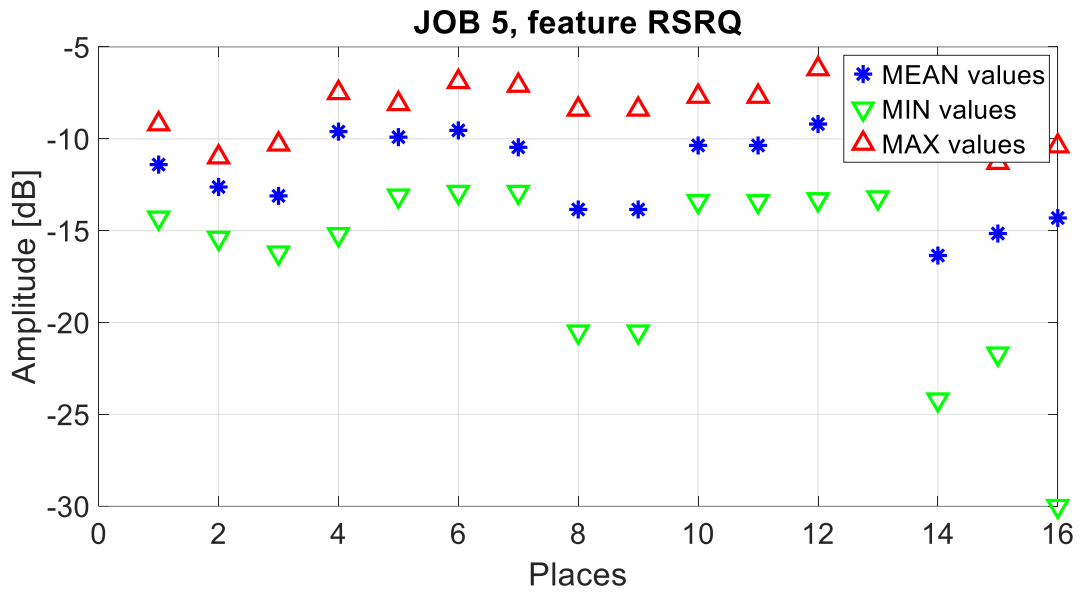


Figura 35: Misura del RSRQ (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

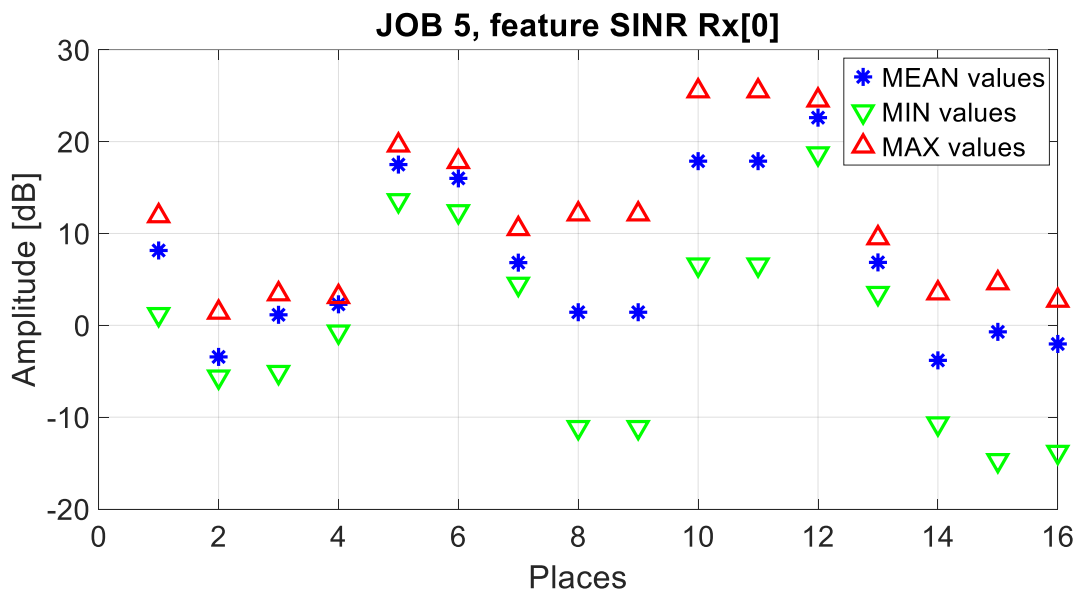


Figura 36: Misura del SINR Rx[0] (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

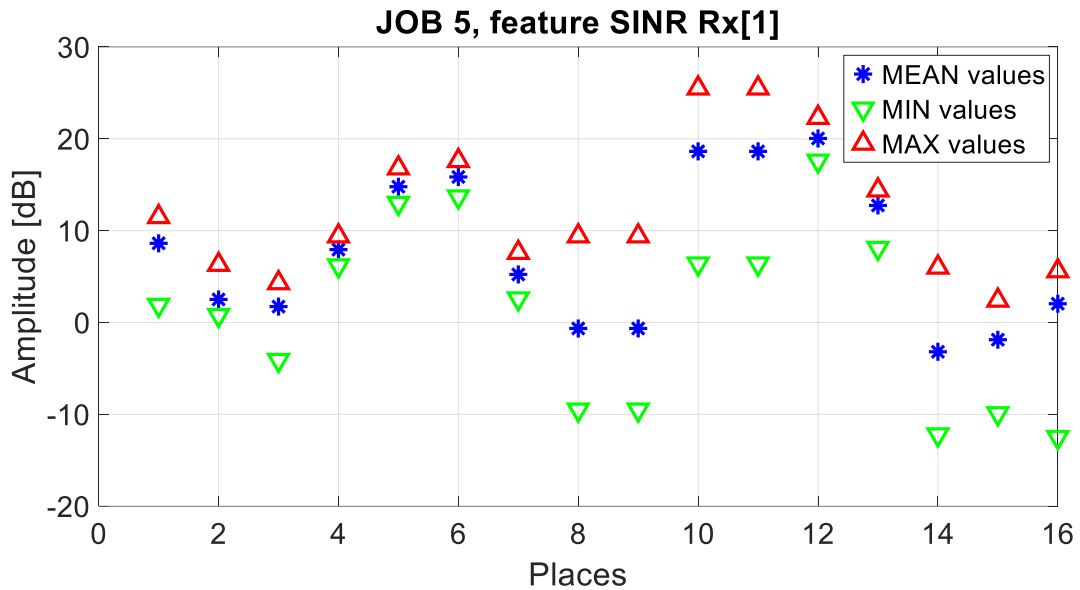


Figura 36: Misura del SINR Rx[1] (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

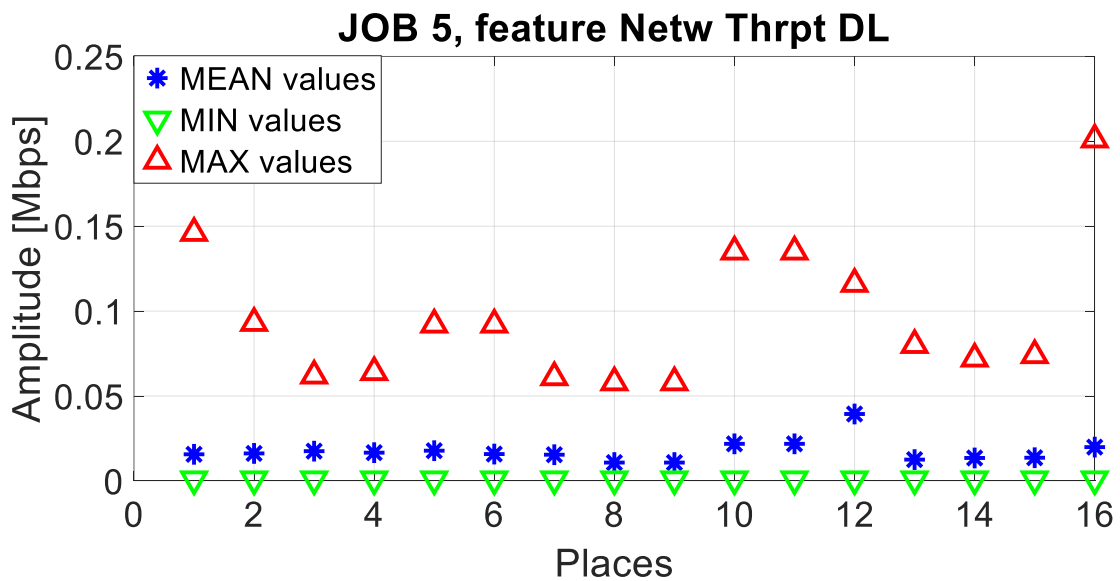


Figura 37: Misura del Throughput DL (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

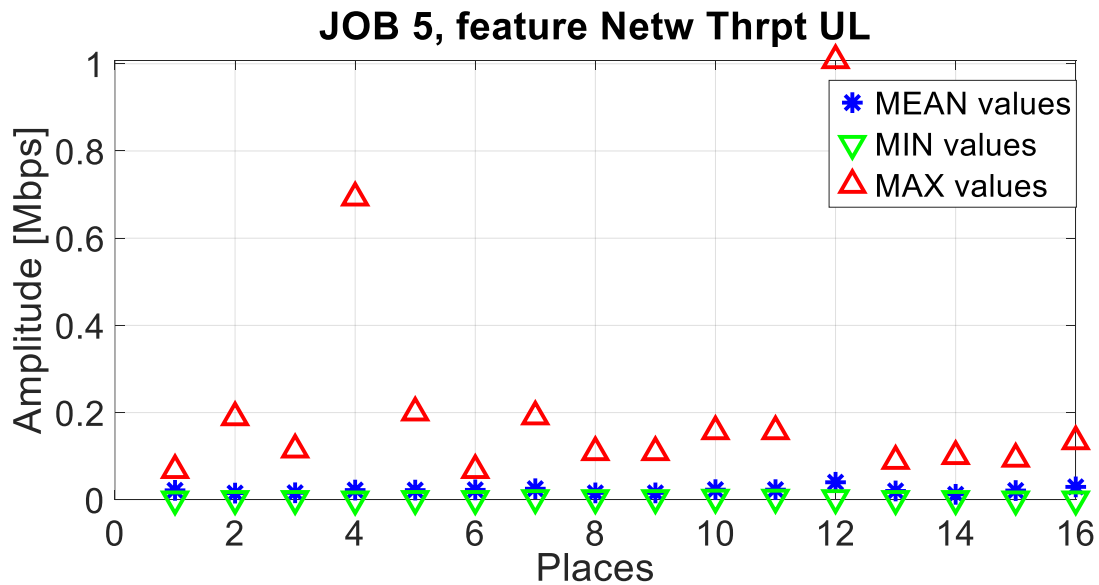


Figura 38: Misura del Throughput UL (valore medio, massimo e minimo) al variare del luogo di misura.

Considerazioni generali Job 5

I risultati acquisiti mostrano che:

- Considerate le fasce di variabilità dei dati misurati, esiste una significativa correlazione tra i parametri (RSRP, RSSI, RSRQ, SINR Rx[0] e SINR Rx[1]) che descrivono le caratteristiche del livello fisico del segnale ricevuto. Ovvero, l'andamento di uno di questi parametri si riflette anche sugli altri; ai valori massimi, medi e minimi dell'uno corrispondono in modo abbastanza fedele anche i rispettivi valori degli altri.
- Le variabilità maggiori dei parametri di livello fisico (RSRP, RSSI, RSRQ, SINR Rx[0] e SINR Rx[1]) si rilevano in corrispondenza dei "places" 8, 10, 12, 14, 16. Ciò è coerente con il fatto che a tali indici corrispondono dei tragitti, ovvero le misure sono state svolte in condizioni dinamiche.
- Anche nelle condizioni statiche di lavoro ("places" 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 13, 15), i parametri di livello fisico (RSRP, RSSI, RSRQ, SINR Rx[0] e SINR Rx[1]) hanno mostrato dei range di escursione non trascurabili (fino a 10 dB).
- I valori medi di Netw Thrpt DL e Netw Thrpt UL non seguono in modo fedele gli andamenti dei parametri a livello fisico. Tale andamento può essere giustificato anche dai processi di bufferizzazione che intervengono durante il download e l'upload del segnale audio, che ovviamente determinano anche una richiesta continuamente diversa di banda dati per garantire una buona fluidità della conversazione.
- I valori medi di IPDV sono significativi solo per i "places" 1, 2, 3, 4, che corrispondono a postazione al chiuso.
- I valori percentuali di pacchetti persi sono diversi da 0 solo per il "place" 4.



6. Risultati sperimentali campagna di misure #2

JOB 1 - ALL DAY feature RSRP

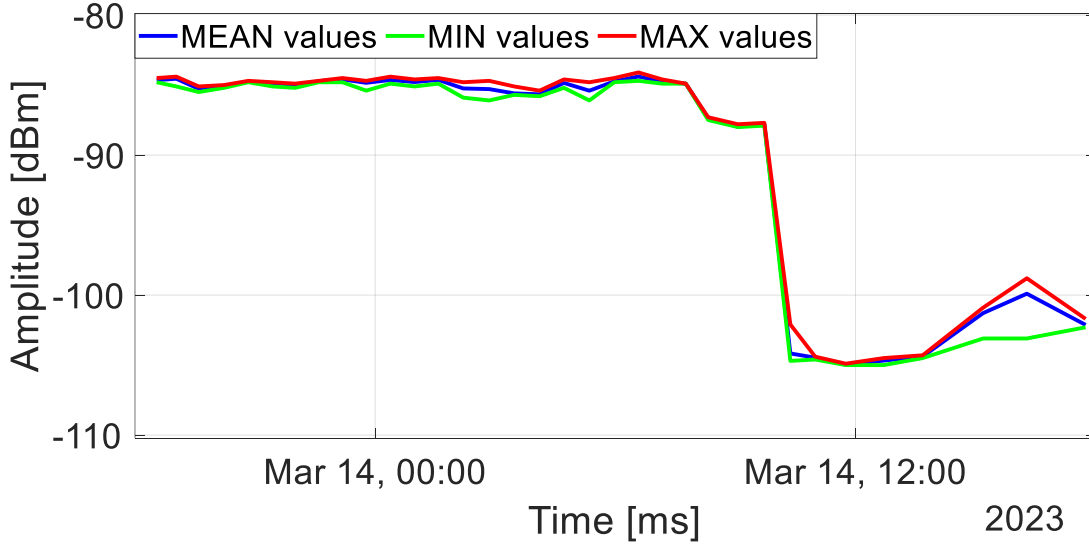


Figura 39: Misura del RSRP (valore medio, massimo e minimo) su un intervallo di 24 ore.

JOB 1 - ALL DAY feature RSSI

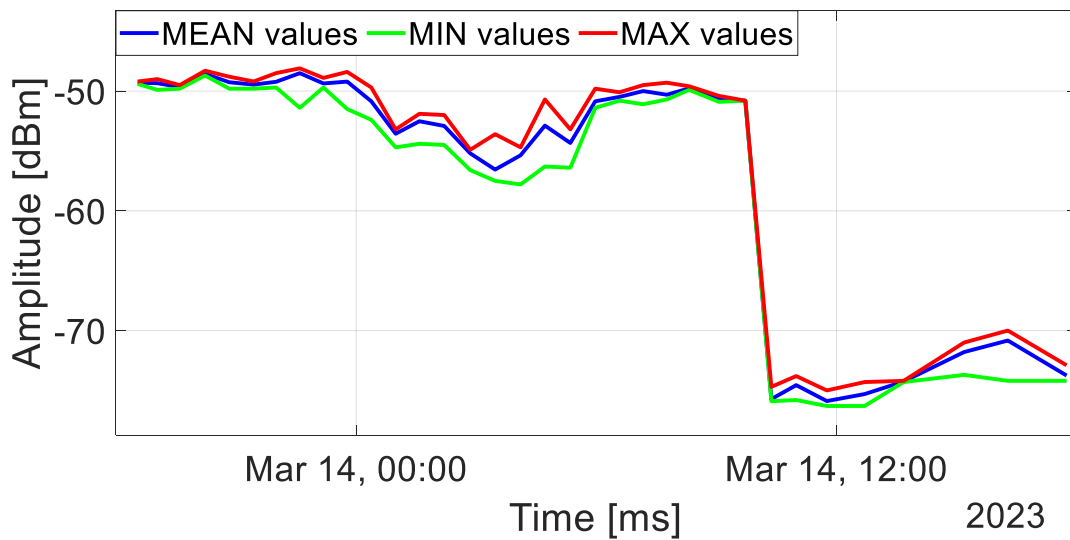


Figura 40: Misura del RSSI (valore medio, massimo e minimo) su un intervallo di 24 ore.



JOB 1 - ALL DAY feature RSRQ

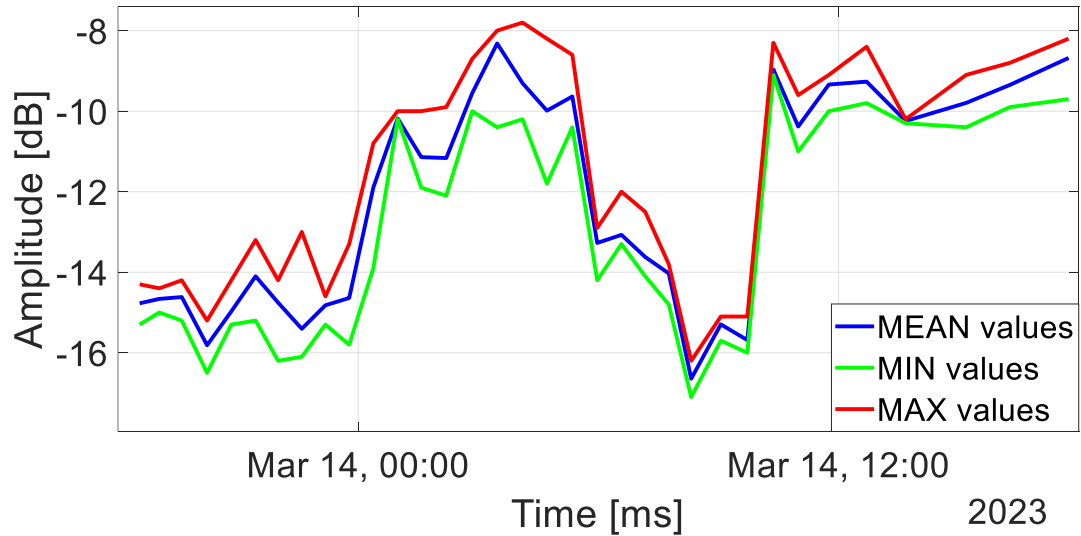


Figura 41: Misura del RSRQ (valore medio, massimo e minimo) su un intervallo di 24 ore.

JOB 1 - ALL DAY feature SINR Rx[0]

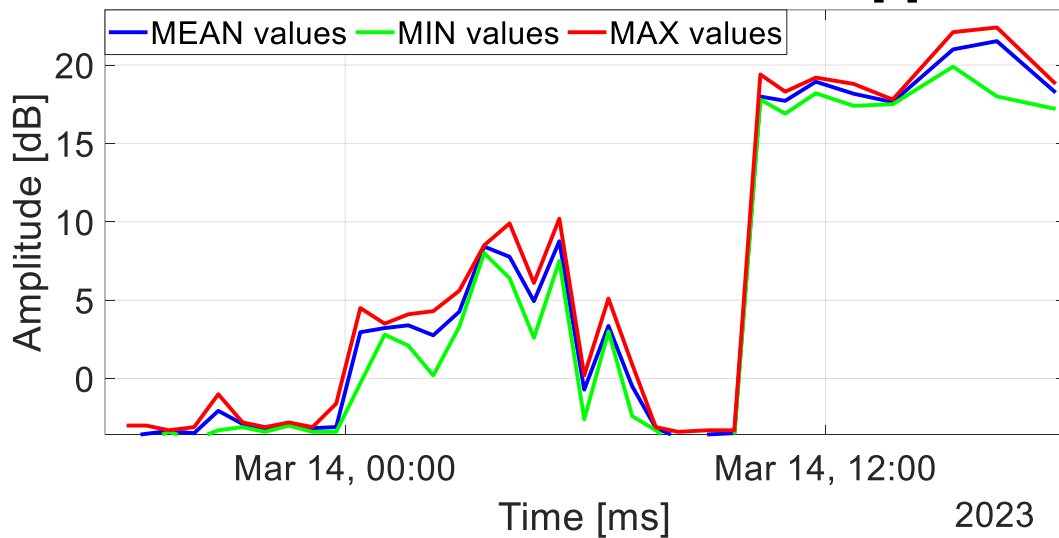


Figura 42: Misura del SINR Rx[0] (valore medio, massimo e minimo) su un intervallo di 24 ore.



JOB 1 - ALL DAY feature SINR Rx[1]

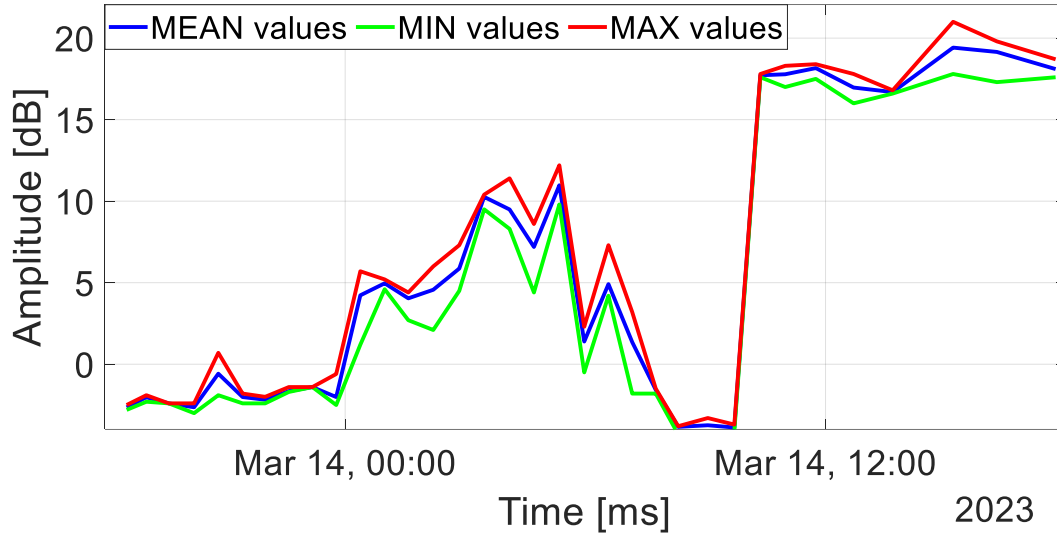


Figura 43: Misura del SINR Rx[1] (valore medio, massimo e minimo) su un intervallo di 24 ore.

JOB 1 - ALL DAY feature Netw Thrpt DL

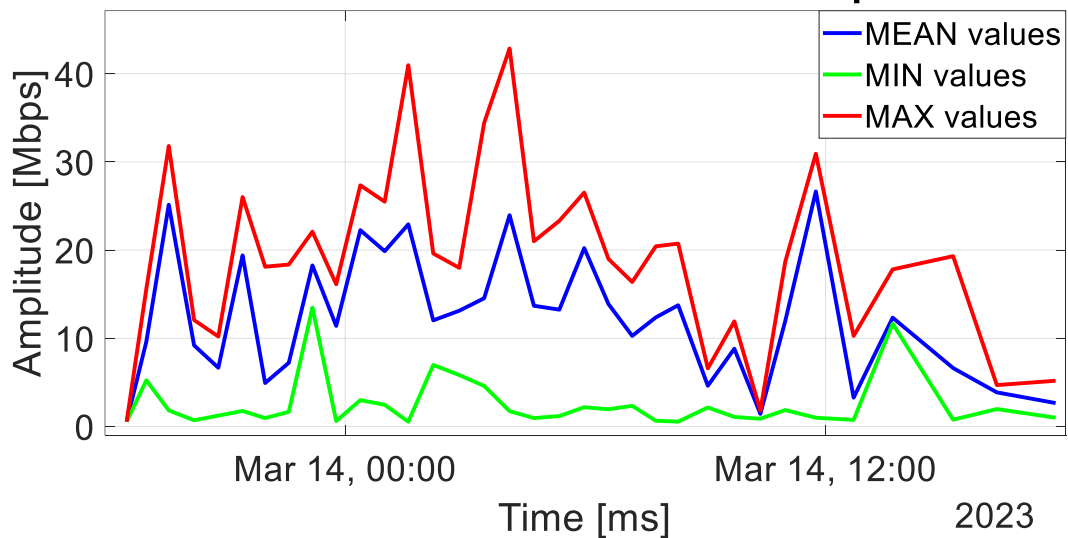


Figura 44: Misura del Throughput DL (valore medio, massimo e minimo) su un intervallo di 24 ore.



JOB 1 - ALL DAY feature NetwThrpt UL

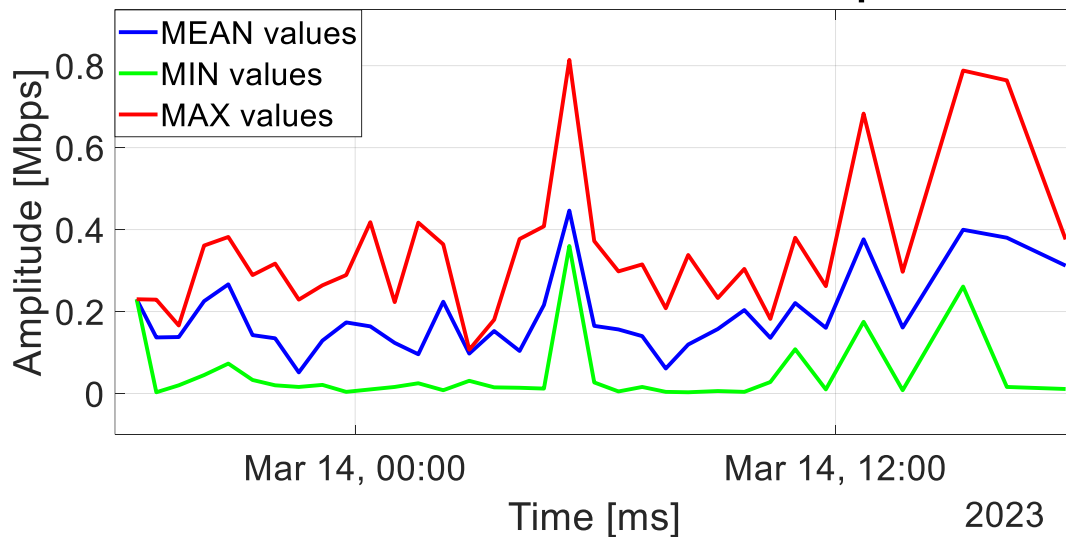


Figura 45: Misura del Throughput UL (valore medio, massimo e minimo) su un intervallo di 24 ore.

Considerazioni generali Job 1 - All day

I risultati acquisiti mostrano che:

- È ancora confermata una stretta correlazione tra i parametri RSRP e RSSI e tali parametri rimangono quasi costanti durante il primo intervallo di misura di circa 10 ore (18:00 giorno 1 – 10:00 giorno 2) mentre diminuiscono di circa 20-25 dB da circa le 10:00 del giorno 2. Tale comportamento potrebbe essere imputabile al fatto che durante le ore serali, notturne e mattutine a cavallo tra giorno 1 e giorno 2, la stazione radio base a cui era connesso il terminale mobile era interessata da pochi utenti, mentre a partire da circa le 10:00 del giorno 2, l'aumento di utenti connessi ha determinato una riduzione della potenza ricevuta dal terminale di misura;
- Il parametro RSRQ risulta non seguire l'andamento temporale di RSRP e RSSI e risulta meno variabile rispetto a tali parametri (la massima dinamica di variazione si attesta intorno agli 8 dB);
- I parametri SINR Rx[0] e SINR Rx[1] seguono in modo fedele le variazioni temporali del RSRQ.
- I valori medi di Netw Thrpt DL e Netw Thrpt UL non seguono in modo fedele gli andamenti dei parametri a livello fisico. Tale andamento può essere giustificato anche dai processi di bufferizzazione che intervengono durante il download e visualizzazione del video, che ovviamente determinano anche una richiesta continuamente diversa di banda dati per garantire una buona fluidità di visualizzazione.



Rapporto di prova EMC N° 03/23
**Misurazioni per l'analisi di reti di comunicazione
cellulare in uno scenario urbano
Presso Comune di Cassino (FR)**

02/05/2023

Allegato A: Foto di alcuni siti all'aperto (Places # 5, # 6, #7, #9, #13, #15)



Rapporto di prova EMC N° 03/23
**Misurazioni per l'analisi di reti di comunicazione
cellulare in uno scenario urbano**
Presso **Comune di Cassino (FR)**

02/05/2023



Place #5



Rapporto di prova EMC N° 03/23
**Misurazioni per l'analisi di reti di comunicazione
cellulare in uno scenario urbano
Presso Comune di Cassino (FR)**

02/05/2023



Place #6



Rapporto di prova EMC N° 03/23
**Misurazioni per l'analisi di reti di comunicazione
cellulare in uno scenario urbano
Presso Comune di Cassino (FR)**

02/05/2023



Place #7



Rapporto di prova EMC N° 03/23
**Misurazioni per l'analisi di reti di comunicazione
cellulare in uno scenario urbano
Presso Comune di Cassino (FR)**

02/05/2023



Place #9



Rapporto di prova EMC N° 03/23
Misurazioni per l'analisi di reti di comunicazione
cellulare in uno scenario urbano
Presso Comune di Cassino (FR)

02/05/2023



Place #13



Rapporto di prova EMC N° 03/23
**Misurazioni per l'analisi di reti di comunicazione
cellulare in uno scenario urbano**
Presso Comune di Cassino (FR)

02/05/2023



Place #15