

**QUALITA' DEL SERVIZIO DI TRASMISSIONE**

**LIVELLI ATTESI DELLA QUALITÀ DELLA TENSIONE PER L'ANNO 2016**

*(artt. 31.2 – 32.4 - 33.5 della delibera dell'Autorità per l'energia elettrica il gas e il sistema idrico n. 250/04)*

**INDICE**

1. QUALITÀ DELLA TENSIONE.....	3
2. CARATTERISTICHE DELLA QUALITÀ DELLA TENSIONE .....	4
3. LIVELLI ATTESI DELLA QUALITÀ DELLA TENSIONE .....	5
3.1 Buchi di tensione .....	5
3.2 Armoniche .....	7
3.3 Asimmetria.....	9
3.4 Flicker $P_{st}$ .....	11
3.5 Flicker $P_{lt}$ .....	13
3.6 Variazioni lente della tensione .....	13
3.7 Variazioni della frequenza .....	14
4. RIEPILOGO DEI LIVELLI ATTESI.....	15

## 1. QUALITÀ DELLA TENSIONE

L'art. 31.2 dell'Allegato A alla delibera dell'Autorità per l'energia elettrica il gas e il sistema idrico n. 250/04 (nel seguito: Delibera n. 250/04) prevede che il Gestore della rete (Terna) rilevi, a campione, le grandezze relative alla qualità tensione, così come definite nell'art. 31.1 della stessa delibera, mediante campagne specifiche di misurazione, anche su richiesta degli utenti.

L'art. 33.5 della Delibera n. 250/04 prevede inoltre che Terna, sulla base dei risultati delle campagne di misure a campione, definisca i livelli attesi della qualità della tensione.

In base all'art. 32.4 della Delibera n. 250/04, Terna deve altresì mettere a disposizione un sistema di interrogazione on-line sul proprio sito internet degli indici di qualità della tensione per l'intero sistema e per aree.

La campagna di misura, avviata il 1° luglio 2006<sup>1</sup>, è stata realizzata da Terna mediante l'installazione di 163 strumenti di misura in impianti AAT/AT<sup>2</sup>. A questi si sono aggiunti ulteriori 83 strumenti installati nel corso degli anni 2012-2015.

Per il trattamento (analisi e reportistica) dei dati provenienti dai suddetti strumenti, Terna, con il supporto di CESI e di Teamware, ha realizzato e reso disponibile un apposito applicativo Web denominato MONIQUE.

Tale applicativo risponde ai requisiti di reportistica e pubblicazione dei dati richiesti da AEEGSI ed in particolare è in grado di:

- mettere a disposizione degli utenti che partecipano alla campagna di misura un sistema di interrogazione on-line degli indici di qualità della tensione;
- mettere a disposizione di Terna i dati registrati dagli strumenti per la qualità della tensione;

---

<sup>1</sup> Il piano per la realizzazione delle campagne di misura, così come previsto dall'art. 67 comma 67.4 della Delibera 250/04, è stato pubblicato sul sito istituzionale di Terna ed approvato dall'Autorità con la Delibera n. 210/05.

<sup>2</sup> N.56 strumenti di misura sono installati su siti degli Utenti che hanno partecipato alla campagna di misura volontaria in accordo all'art. 31.4 della delibera 250/04.

- effettuare elaborazioni per la pubblicazione dei dati semplificati, relativi al singolo strumento e di aggregati relativi a gruppi di strumenti opportunamente selezionati, nel formato equivalente a quello utilizzato per la campagna di misura sulla rete MT.

Come previsto dall'art. 33.5 della Delibera n. 250/04, i risultati della campagna di misura a campione sono utilizzati da Terna al fine di individuare i livelli attesi della qualità della tensione.

Al riguardo, Terna ritiene indispensabile proseguire la campagna di misura ancora per alcuni anni (spostando eventualmente gli strumenti di misura) in modo da confermare o modificare i target individuati di anno in anno:

- sia per tener conto di variazioni di anno in anno dei guasti e delle condizioni ambientali;
- sia per spostare gli strumenti di misura in altri siti ritenuti significativi;
- sia per correggere alcune modalità di misura non adeguate.

## **2. CARATTERISTICHE DELLA QUALITÀ DELLA TENSIONE**

Le caratteristiche della tensione da rilevare sono definite all'articolo 31.1 della Delibera 250/04 e sono descritte dai seguenti parametri:

- a) variazioni lente e rapide della tensione;
- b) buchi di tensione, separatamente per fasce di durata, di abbassamento di tensione e fasi interessate;
- c) sovratensioni;
- d) fluttuazione della tensione a breve e a lungo termine (flicker);
- e) distorsione armonica;
- f) grado di asimmetria della tensione trifase;
- g) variazioni della frequenza.

### 3. LIVELLI ATTESI DELLA QUALITÀ DELLA TENSIONE

Sulla base dei risultati di campagne di misura a campione, Terna definisce i livelli attesi dei parametri della qualità della tensione, differenziandoli per livelli di tensione.

I livelli attesi dei parametri della qualità della tensione, per ciascun sito connesso alla rete RTN, sono il valore massimo:

- (a) del numero di buchi di tensione, separatamente per durata, abbassamento di tensione e tipologia (unipolare, bipolare, tripolare)
- (b) della distorsione armonica totale
- (c) della asimmetria della tensione trifase
- (d) della severità della fluttuazione della tensione (flicker) a breve e lungo termine
- (e) delle variazioni della frequenza
- (f) delle variazioni lente della tensione efficace

I livelli attesi indicati nel presente documento fanno riferimento alle misure effettuate sui soli strumenti installati nelle Stazioni Elettriche di proprietà Terna ed effettuate nel periodo gennaio 2015 – dicembre 2015<sup>3</sup>.

#### 3.1 Buchi di tensione

I guasti che si registrano sulla rete, variano in funzione del periodo di osservazione, per cui i livelli attesi di buchi di tensione sono basati sul numero effettivamente rilevato nella campagna di misura e su un coefficiente cautelativo che tiene conto:

- *della localizzazione degli strumenti di misura*: infatti i siti scelti non sono quelli interessati teoricamente dal maggior numero di buchi di tensione
- *della distribuzione dei guasti*: i guasti nel periodo di osservazione non si ripartiscono uniformemente sulla rete per cui possono verificarsi in punti più o meno lontani elettricamente dallo strumento di misura
- *della numerosità dei guasti*: che varia sensibilmente di anno in anno

---

<sup>3</sup> Quanto riportato in questo documento non comprende i dati provenienti dai 83 strumenti installati nel corso dell'anno 2012-2015 poichè alcuni SM presentano delle anomalie nella registrazione delle misure di alcuni parametri della qualità della tensione.

Inoltre, poiché i buchi di tensione che possono influenzare il corretto funzionamento delle apparecchiature/macchinari dei Clienti AT e che dipendono dall'intervento del sistema di protezione in ricalzo sono quelli con tensione residua inferiore al 70% e di durata superiore a 500 ms, Terna ritiene che i livelli attesi più significativi per i buchi di tensione siano quelli suddetti.

Nella Tabella 1 sono indicati il numero di buchi di tensione massimi rilevati in ciascun sito, di durata superiore a 500 ms e con tensione residua inferiore al 70%.

Livello di tensione	Buchi con tensione residua inferiore al 70% e di durata superiore a 500 ms											
	2010		2011		2012		2013		2014		2015	
	Monofase	Polifase	Monofase	Polifase	Monofase	Polifase	Monofase	Polifase	Monofase	Polifase	Monofase	Polifase
380 kV	2	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	1
220 kV	2	1	<b>10</b>	1	0	1	1	1	0	1	1	1
120-132-150 kV	1	3	1	1	2	2	3	3	1	6	2	2

**Tabella 1 - Buchi di tensione registrati nel periodo 2010-2015 di durata superiore a 500 ms e tensione residua inferiore al 70%**

Nella Tabella 2 sono invece indicati il numero di buchi di tensione rilevati in ciascun sito, di qualsiasi durata e con qualsiasi tensione residua:

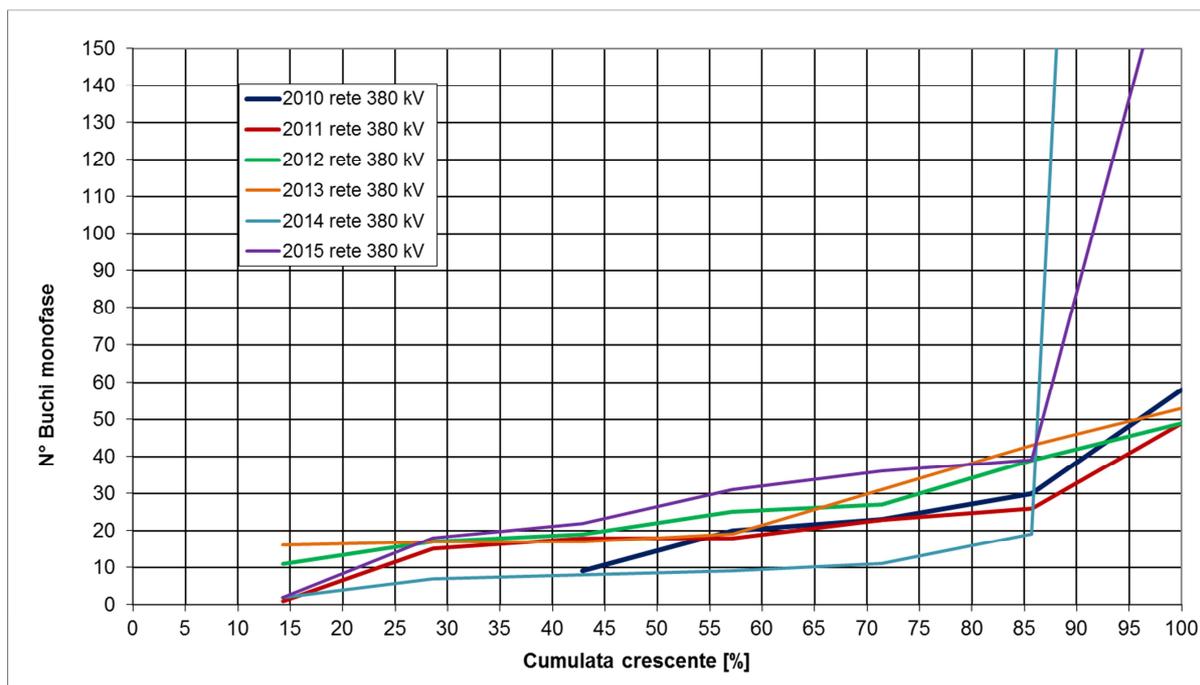
Livello di tensione	Buchi con tensione residua inferiore al 90% e di qualsiasi durata											
	2010		2011		2012		2013		2014		2015	
	Monofase	Polifase	Monofase	Polifase	Monofase	Polifase	Monofase	Polifase	Monofase	Polifase	Monofase	Polifase
380 kV	58	15	49	20	49	38	53	62	<b>808</b>	41	189	36
220 kV	54	21	77	21	62	38	142	52	142	44	122	43
120-132-150 kV	128	165	315	106	614	168	767	186	288	44	220	92

**Tabella 2 - Buchi di tensione registrati nel periodo 2010-2015 di qualsiasi durata e tensione residua**

I livelli attesi per singolo impianto sono indicati nella Tabella 3 e sono basati sul numero effettivamente rilevato nella campagna di misura corretto con un coefficiente moltiplicativo di sicurezza che tiene conto della incertezza nella individuazione del numero di buchi di tensione annuo (sono confermati rispetto a quelli attesi per il 2015). Si evidenzia che il valore di 200 buchi di tensione monofase per la rete 380 kV ed il valore di 10 buchi di tensione

profondi monofase per la rete 220 kV restano confermati anche se nel corso degli anni precedenti (rispettivamente 2014 e 2011) tali valori sono stati raggiunti o superati.

Di seguito in Figura 1 è riportato il trend osservato negli anni precedenti.



**Figura 1: cumulata crescente dei buchi di tensione monofase registrati sulla rete 380 kV - periodo 2010-2015**

Livello di tensione	Buchi con tensione residua inferiore al 90% e di qualsiasi durata		Buchi con tensione residua inferiore al 70% e di durata superiore a 500 ms.	
	Monofase	Polifase	Monofase	Polifase
380 kV	200	50	5	3
220 kV	200	100	10	6
120-132-150 kV	400	250	15	9

**Tabella 3 - Livelli attesi dei buchi di tensione**

### 3.2 Armoniche

La Figura 2 e la Figura 3 riportano la cumulata crescente dei 95-esimi percentili del valore massimo settimanale del THDv rilevato su diversi livelli di tensione per il periodo analizzato.

A seguito delle analisi effettuate negli anni precedenti (vedi Tabella 4) il livello atteso individuato da Terna è confermato e pari a:

- al 3% il 380 kV
- al 6% per il 220-150-132-120 kV

Area monitorata	Anno					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Rete 380 kV	3,04	2,20	2,20	1,95	2,11	2,55
Rete 220 kV	3,33	3,25	2,84	3,23	3,58	2,60
Rete 120-132-150 kV Nord	2,28	2,3	2,34	2,11	2,35	2,38
Rete 120-132-150 kV Centro	5,32	4,69	6,42	5,32	2,82	3,57
Rete 120-132-150 kV Sud	3,20	2,99	3,05	3,00	2,67	2,93
Rete 120-132-150 kV Sicilia	1,76	1,80	1,74	1,34	1,35	1,50
Rete 120-132-150 kV Sardegna	1,81	1,65	1,56	1,78	1,30	1,80

Tabella 4 - Valore al 95° percentile di THD<sub>v</sub> registrato nel periodo 2010-2015

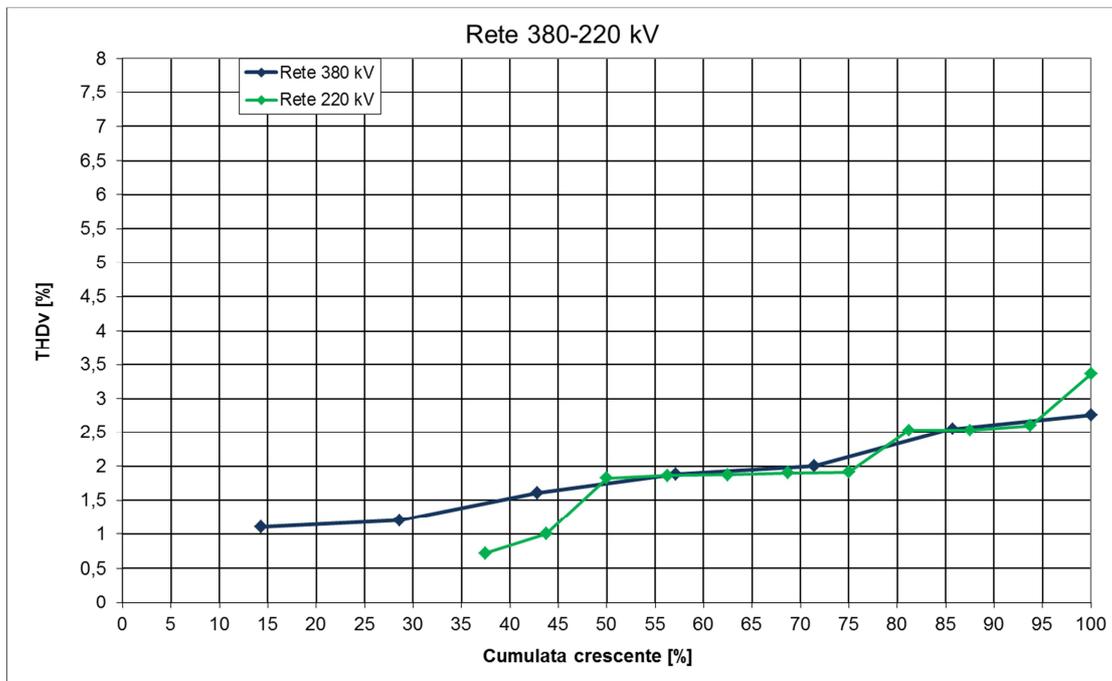


Figura 2 - Cumulata crescente della massima distorsione armonica totale (Max THD<sub>v</sub>) rilevata sulla rete 220-380 kV

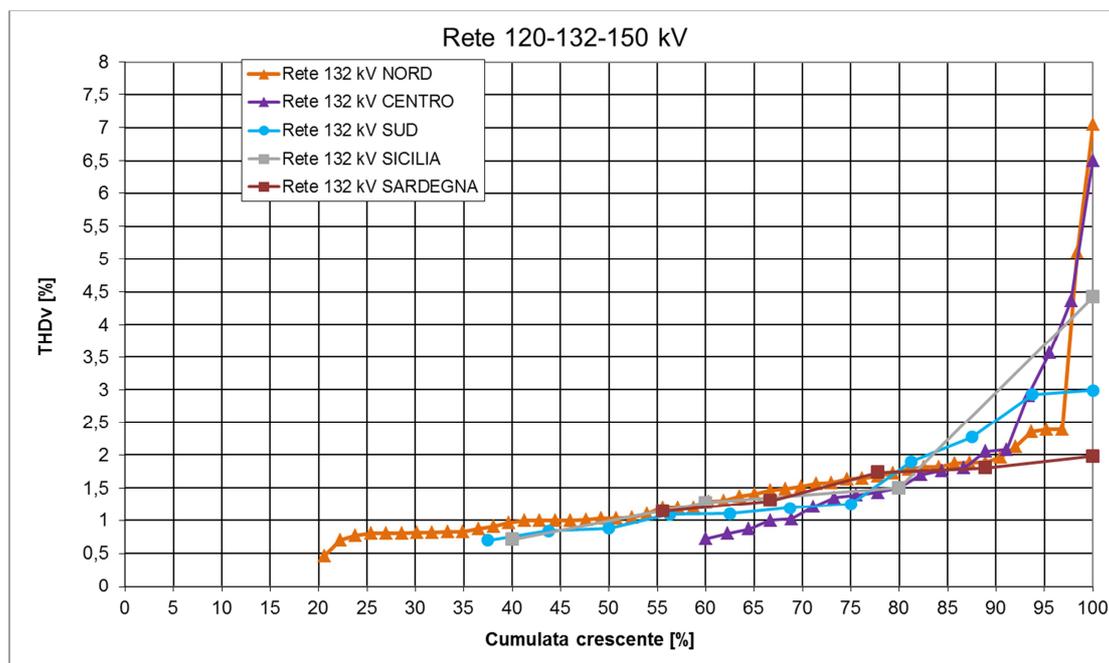


Figura 3 - Cumulata crescente della massima distorsione armonica totale (Max THDv) rilevata sulla rete 120-132-150 kV per area geografica

### 3.3 Asimmetria

La Figura 4 e la Figura 5 riportano la cumulata crescente dei 95-esimi percentili del valore massimo settimanale della asimmetria della tensione rilevato sui diversi livelli di tensione nel periodo monitorato.

A seguito delle analisi effettuate negli anni precedenti (vedi Tabella 5) il livello atteso individuato da Terna è confermato e pari a:

- al 2% il 380 kV
- al 4% per il 220-150-132-120 kV

anche se i valori registrati nel 2014 sono stati, in alcuni casi, superiori ai limiti.

Area monitorata	Anno					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Rete 380 kV	0,69	1,2	1,16	1,17	5,65	0,77
Rete 220 kV	1,01	1,32	1,46	6,84	3,51	0,95
Rete 120-132-150 kV Nord	0,92	0,86	1,41	3,55	8,31	2,53
Rete 120-132-150 kV Centro	1,04	1,18	1,50	2,50	3,91	3,32
Rete 120-132-150 kV Sud	1,56	1,52	1,49	3,78	3,13	1,68
Rete 120-132-150 kV Sicilia	0,98	1,41	1,54	1,66	5,93	0,35
Rete 120-132-150 kV Sardegna	0,47	0,50	0,59	0,51	1,36	0,44

Tabella 5 - Valore al 95° percentile di asimmetria registrata nel periodo 2010-2015

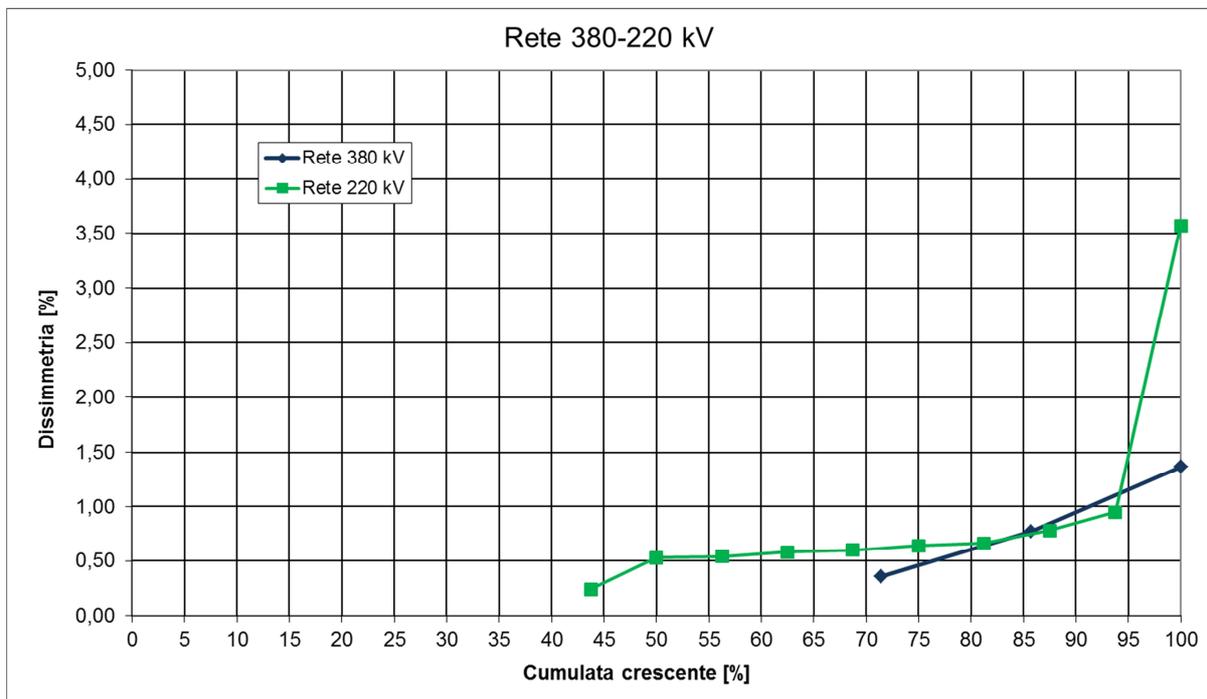


Figura 4 - Cumulata crescente della massima asimmetria della tensione rilevata sulla rete 220-380 kV

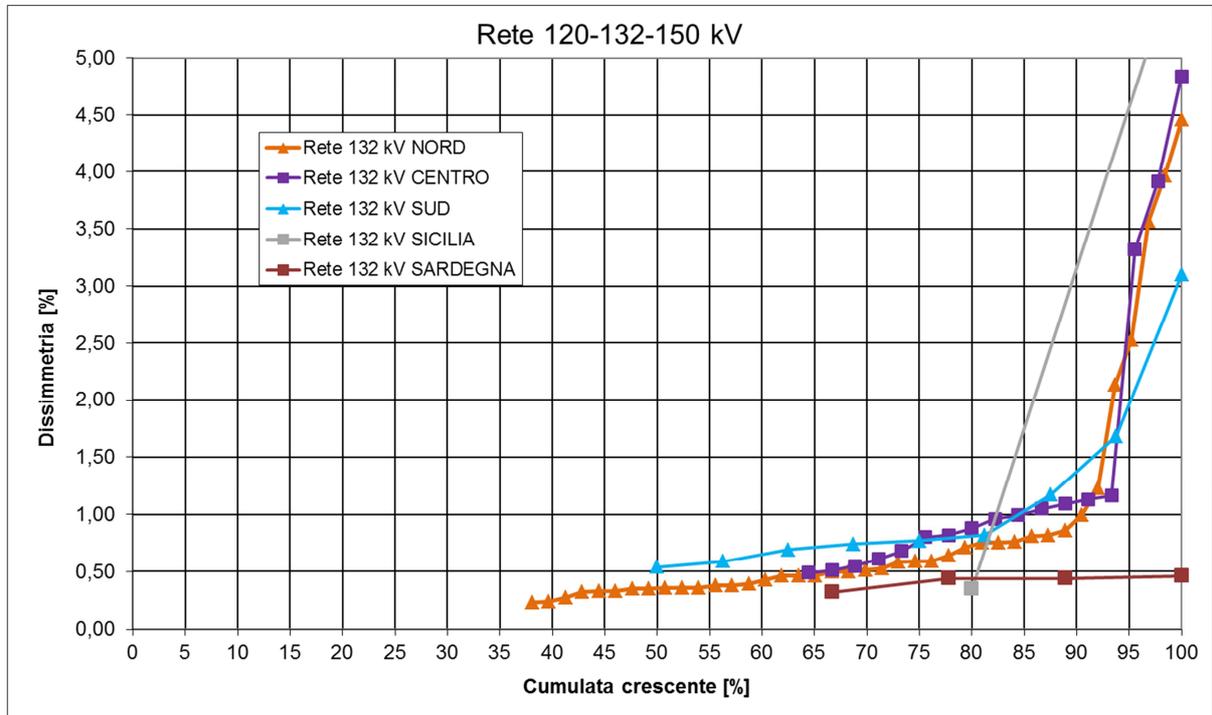


Figura 5 - Cumulata crescente della massima asimmetria della tensione rilevata sulla rete 120-132-150 kV per area geografica

### 3.4 Flicker $P_{st}$

La figura 3 riporta la cumulata crescente dei 95-esimi percentili del valore massimo settimanale delle fluttuazioni della tensione a breve termine (flicker  $P_{st}$ ) rilevato su diversi livelli di tensione.

A seguito delle analisi effettuate negli anni precedenti (vedi Tabella 6) il livello atteso individuato da Terna per il  $P_{st}$  è confermato e pari a:

- 6 p.u. per la rete a 120-132-150 kV
- 4 p.u. per la rete a 220 kV
- 1 p.u. per la rete a 380 kV

anche se i valori registrati nel 2014 sono stati, in alcuni casi, superiori ai limiti.

Area monitorata	Anno					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Rete 380 kV	0,62	0,64	0,68	0,7	6,06	2,87
Rete 220 kV	2,6	2,69	3,63	2,77	3,11	3,49
Rete 120-132-150 kV Nord	3,28	3,16	3,15	3,27	3,33	4,31
Rete 120-132-150 kV Centro	0,83	0,93	0,96	2,62	3,23	3,19
Rete 120-132-150 kV Sud	1,56	1,49	1,41	2,52	2,88	1,00
Rete 120-132-150 kV Sicilia	2,38	2,61	5,01	0,7	2,71	3,09
Rete 120-132-150 kV Sardegna	0,70	0,66	0,67	0,7	1,63	0,68

Tabella 6 - Valore al 95° percentile di  $P_{st}$  registrato nel periodo 2010-2015

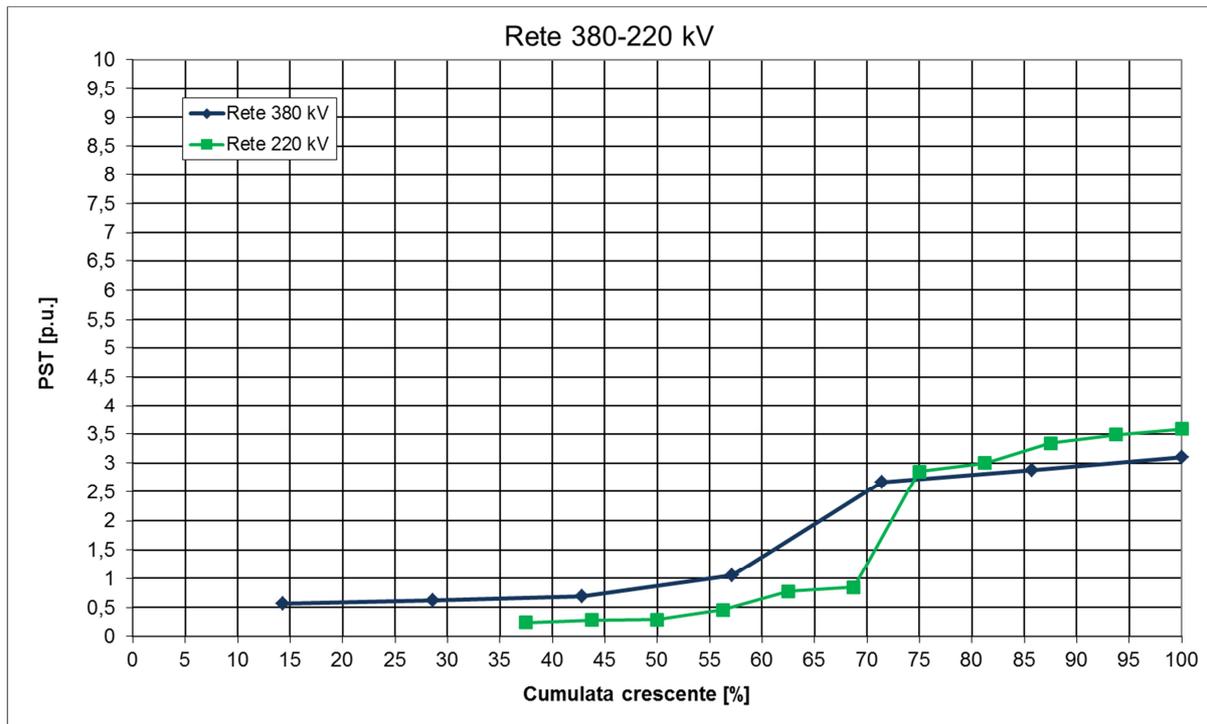


Figura 6 - Cumulata crescente del massimo  $P_{st}$  rilevato sulla rete 380-220 kV

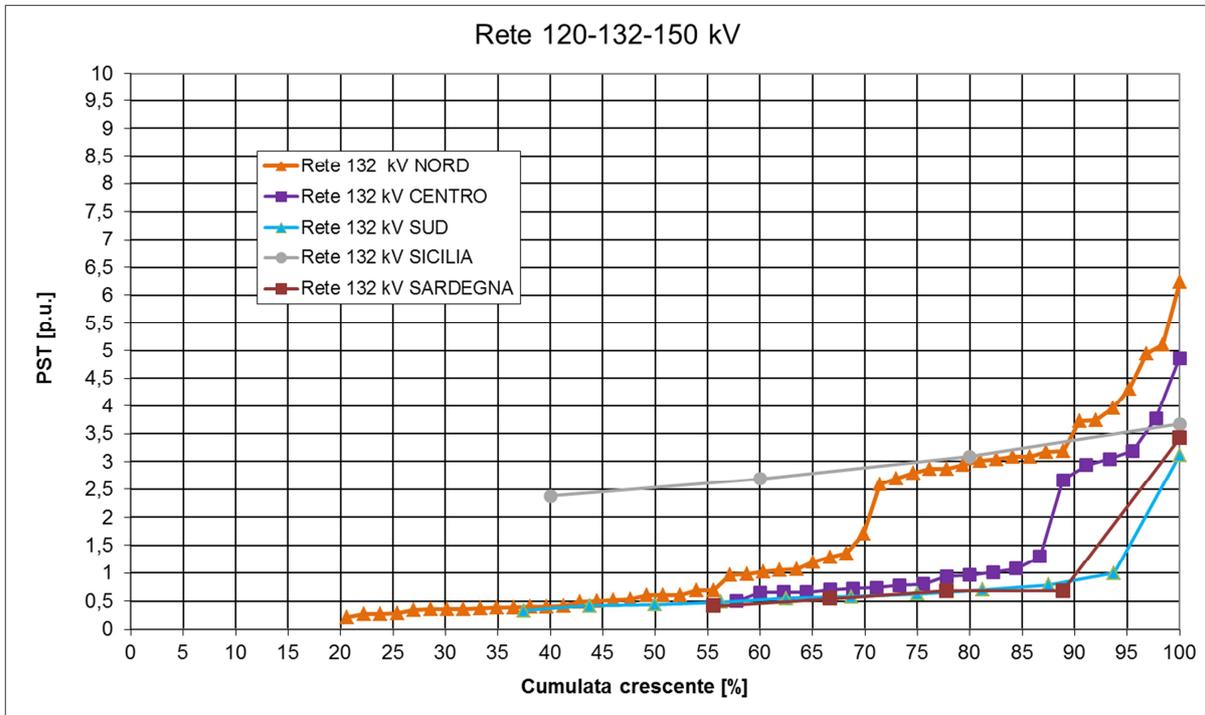


Figura 7 - Cumulata crescente del massimo  $P_{st}$  rilevato sulla rete 120-132-150 kV per area geografica

### 3.5 Flicker $P_{It}$

Non sono riportati i valori attesi delle fluttuazioni della tensione a lungo termine (flicker  $P_{It}$ ) poiché non sono ad oggi disponibili i dati provenienti da campagne di misura su periodi sufficientemente lunghi.

### 3.6 Variazioni lente della tensione

I livelli minimi e massimi del valore della tensione efficace indicati da Terna sono riportati nella Tabella 7.

Tensione nominale (kV)	Tensione esercizio (kV)	Livelli minimo e massimo della tensione efficace definiti per il 95% del tempo in condizioni di esercizio normale (kV)		Livelli minimo e massimo della tensione efficace definiti per il 100% del tempo in condizioni di esercizio normale o di allarme (kV)		Livelli minimo e massimo della tensione efficace definiti in condizioni di emergenza o di ripristino (kV)	
		Minimo	Massimo	Minimo	Massimo	Minimo	Massimo
380	400	375	415	360	420	350	430
220	230	222	238	200	242	187	245
150	150	143	158	140	165	128	170
132	132	125	139	120	145	112	150
132	120	114	126	110	132	105	140

**Tabella 7 - Livelli minimo e massimo del valore della tensione efficace**

### 3.7 Variazioni della frequenza

I livelli attesi per i valori massimi per le variazioni della frequenza sono indicati al capitolo 1B.3.1 del Codice di Rete - Versione aggiornata al 8 luglio 2013 e sono i seguenti:

- in condizioni normali o di allarme la frequenza è mantenuta nell'intervallo 49,9 - 50,1 Hz, con esclusione della Sardegna e della Sicilia dove la frequenza è mantenuta nell'intervallo 49,5 - 50,5 Hz;
- in condizioni di emergenza o di ripristino la frequenza può variare tra 47,5 Hz e 51,5 Hz.

#### 4. RIEPILOGO DEI LIVELLI ATTESI

Tutti i livelli attesi indicati nel seguito e relativi all'anno 2016 sono da intendersi come livelli da verificare con il proseguimento della campagna di misura per almeno fino al prossimo periodo di regolazione in modo da avere un campione significativo di osservazioni.

Parametro	VALORI ATTESI 2016		
	Livello di Tensione		
	380kV	220kV	150-132-120kV
Variazione Tensione	Vedi Tabella 7		
Variazione Frequenza	<ul style="list-style-type: none"> <li>In condizioni normali o di allarme mantenuta nell'intervallo 49,9÷50,1 Hz, con esclusione della Sardegna e della Sicilia dove è mantenuta nell'intervallo 49,5÷50,5 Hz.</li> <li>In condizioni di emergenza o di ripristino la frequenza può variare tra 47,5 Hz e 51,5 Hz.</li> </ul>		
Numero buchi di tensione monofase (*)	5 (200)	10 (200)	15 (400)
Numero buchi di tensione polifase (*)	3 (50)	6 (100)	9 (250)
Distorsione armonica totale della tensione	3%	6%	6%
Asimmetria della tensione	2%	4%	4%
Flicker – P <sub>st</sub>	1 p.u.	4 p.u.	6 p.u.
Flicker – P <sub>lt</sub>	Non definito	Non definito	Non definito

(\*) Il valore si riferisce al numero di buchi con tensione residua inferiore al 70% e di durata superiore a 500 ms, mentre quello fra parentesi si riferisce ai buchi con tensione residua inferiore al 90% e di qualsiasi durata relativo al sito che ha misurato il maggior numero di buchi di tensione per ciascun livello di tensione.

Tabella 8 - Riepilogo valori attesi proposti suddivisi per livello di tensione e per grandezza elettrica considerata