

QUALITA' DEL SERVIZIO DI TRASMISSIONE

LIVELLI ATTESI DELLA QUALITÀ DELLA TENSIONE PER L'ANNO 2009

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

Settembre 2009

INDICE

1. QUALITÀ DELLA TENSIONE.....	3
2. CARATTERISTICHE DELLA QUALITÀ DELLA TENSIONE	4
3. LIVELLI ATTESI DELLA QUALITÀ DELLA TENSIONE	4
3.1 Buchi di tensione	5
3.2 Armoniche	8
3.3 Asimmetria.....	10
3.4 Flicker.....	12
3.5 Variazioni lente della tensione	14
3.6 Variazioni lente della frequenza.....	15
3.7 Interruzioni transitorie	15
4. RIEPILOGO DEI LIVELLI ATTESI.....	16

1. QUALITÀ DELLA TENSIONE

L'art. 31.1 della delibera dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 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.

Il piano per la realizzazione delle campagne di misura, così come previsto dall'art. 67 comma 67.4 è stato pubblicato sul sito di Terna ed approvato dall'Autorità con delibera 210/05.

L'art. 33.5 della delibera 250/04, non abrogato dalla delibera 341/07, prevede che Terna definisca i livelli attesi della qualità della tensione e che gli stessi siano presentati all'Autorità, sulla base dei risultati delle campagne di misure a campione.

Terna deve inoltre mettere a disposizione, in base all'art. 32 comma 32.4 ed art. 67 comma 67.5, un sistema di interrogazione on line proprio sito internet degli indici di qualità della tensione per l'intero sistema e per aree.

Le caratteristiche della tensione da rilevare sono descritte nel "Codice di rete - Versione aggiornata al 30 Aprile 2008" al capitolo 11.5, in accordo a quanto contenuto nella delibera n. 250/04:

- variazioni della frequenza.
- variazioni della tensione a frequenza industriale;
- buchi di tensione, aggregati per fasce di durata e di abbassamento di tensione e tipologia (unipolare, bipolare, tripolare);
- distorsione armonica;
- fluttuazione della tensione a breve e a lungo termine (flicker);
- grado di asimmetria della tensione trifase;
- interruzioni transitorie

La campagna di misura, avviata il 1° luglio 2006, è stata realizzata da Terna mediante l'installazione di 107 strumenti Wally, forniti dalla Società Teamware, in impianti AAT/AT.

Per il trattamento (analisi e reportistica) dei dati provenienti dai suddetti strumenti, e da ulteriori 56 installati su siti degli Utenti che hanno partecipato alla campagna di misura volontaria in accordo all'art. 31. 4 della delibera 250/04, Terna, con il supporto di CESI e di Teamware, ha realizzato e reso disponibile un apposito applicativo Web denominato MONIQUE.

L'applicativo risponde ai requisiti di reportistica e pubblicazione dei dati richiesti da AEEG, in particolare è in grado di

- mettere a disposizione di Terna e degli Utenti che partecipano alla campagna di misura i dati registrati dagli strumenti per la qualità della tensione,
- effettuare elaborazioni per la pubblicazione dei dati semplificati - relativi al singolo strumento e di aggregati relativi a gruppi di strumenti opportunamente selezionati -

secondo le modalità richieste da AEEG nel formato equivalente a quello utilizzato per la campagna di misura sulla rete MT.

I dati provenienti dalla campagna di misura sono utilizzati anche al fine di individuare i livelli attesi della qualità della tensione.

TERNA ritiene indispensabile proseguire la campagna di misura 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 qualità della tensione sono espresse in termini dei seguenti parametri:

- a) variazioni della tensione a frequenza industriale;
- b) buchi di tensione, aggregati per fasce di durata e di abbassamento di tensione e tipologia (unipolare, tripolare);
- c) fluttuazione della tensione a breve e a lungo termine (flicker);
- d) distorsione armonica;
- e) grado di asimmetria della tensione trifase;
- f) variazioni della frequenza;
- g) interruzioni transitorie.

Solo per gli strumenti di misura installati presso utenti AT sono da prendere in considerazione le interruzioni transitorie registrate dal sistema di monitoraggio MONIQUE. A tal proposito, si fa presente che, a partire dal 1° gennaio 2007, Terna registra le interruzioni transitorie limitatamente agli Utenti direttamente connessi alla RTN inseriti su rete radiale o derivazione rigida a "T", sulle cui linee di alimentazione sono installate richiuse automatiche tripolari con cicli di apertura e chiusura di durata inferiore o uguale a 1 s. La registrazione delle interruzioni transitorie viene effettuata attraverso le registrazioni degli strumenti di monitoraggio (oscilloperturbografi, RCE, protocolli di servizio, ecc..) di Terna e/o degli Utenti.

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 sono:

- (a) valore massimo, per singolo utente, del numero di **buchi di tensione**, separatamente per fasce di durata e di abbassamento di tensione;

- (b) valore massimo del livello di **distorsione armonica totale**;
- (c) valore massimo del grado di **asimmetria** della tensione trifase;
- (d) valore massimo degli indici di severità della **fluttuazione della tensione** a breve e lungo termine;
- (e) valori massimi per le variazioni lente della frequenza;
- (f) valori massimi per le variazioni lente della tensione;
- (g) valori delle interruzioni transitorie, valutate con strumenti diversi da quelli installati per la campagna di misura della tensione, secondo quanto indicato nel cap. 2.

I livelli attesi indicati nel presente documento fanno riferimento a misure provenienti dal periodo 1° Gennaio 2007 - 31 Dicembre 2008.

Si fa notare che i livelli attesi per i valori massimi per le variazioni lente della frequenza e della tensione sono invece indicati nel doc. Codice di rete - Versione aggiornata al 30 Aprile 2008" al capitolo 11.5 e nel doc. "QUALITÀ DEL SERVIZIO DI TRASMISSIONE - LIVELLI MINIMO E MASSIMO DEL VALORE EFFICACE DELLA TENSIONE 380-220-150-132 kV DELLA RETE RILEVANTE" rispettivamente.

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 installazione 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.

Per dare un'idea della variabilità dei buchi di tensione, nella Figura 1 e Figura 2 sono riportate le cumulate crescenti delle variazioni del numero di buchi di tensione – monofase e polifase rispettivamente - registrato da ciascuno SM sui diversi livelli di tensione.

Dall'osservazione delle figure si può notare che:

- mediamente non ci sono state variazioni del numero di buchi di tensione registrati tra il 2007 ed il 2008;
- un numero significativo di SM (circa il 20%÷30%) ha rilevato una considerevole variazione del numero di buchi di tensione registrati;
- il massimo valore della variazione del numero di buchi di tensione è pari a
 - 48, 69, 84 - rispettivamente per il 380 kV, 220 kV e 120-132-150 kV - per i buchi monofase,
 - 16, 7, 58 - rispettivamente per il 380 kV, 220 kV e 120-132-150 kV - per i buchi polifase.

Le osservazioni precedenti giustificano quindi il coefficiente cautelativo che Terna considera nell'indicazione dei livelli attesi del numero di buchi di tensione.

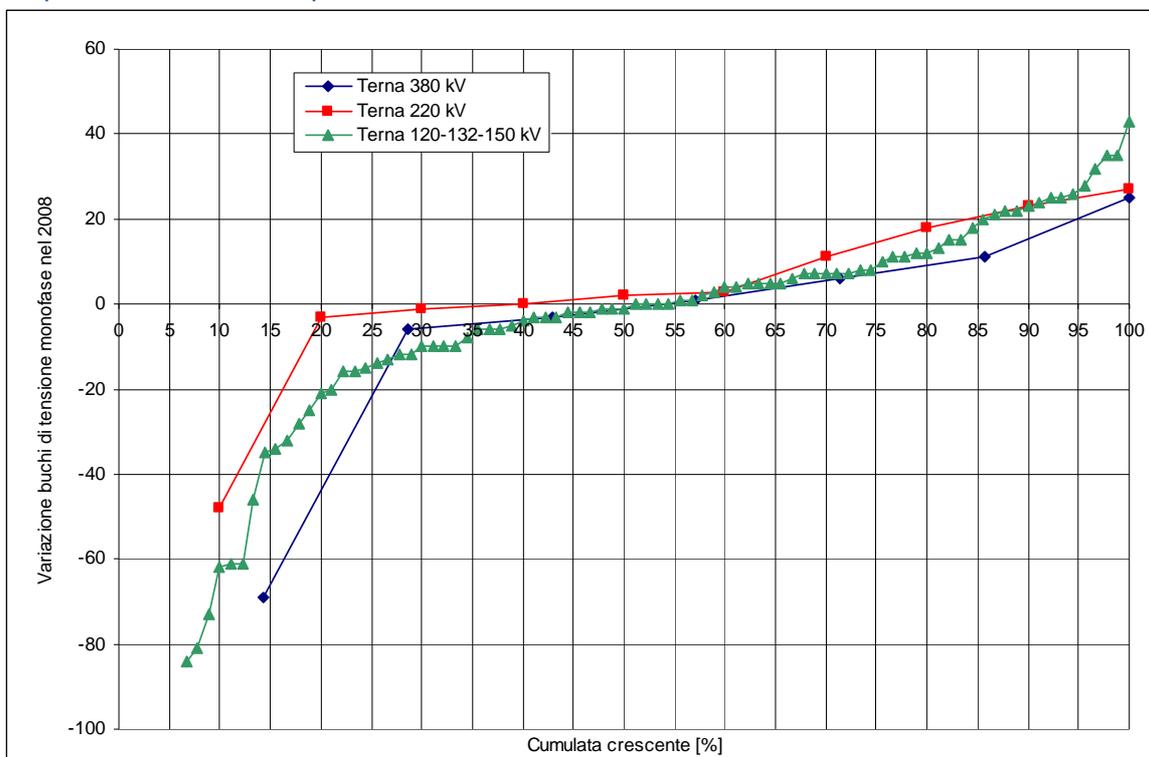


Figura 1: Cumulata crescente delle variazioni del numero di buchi di tensione monofase

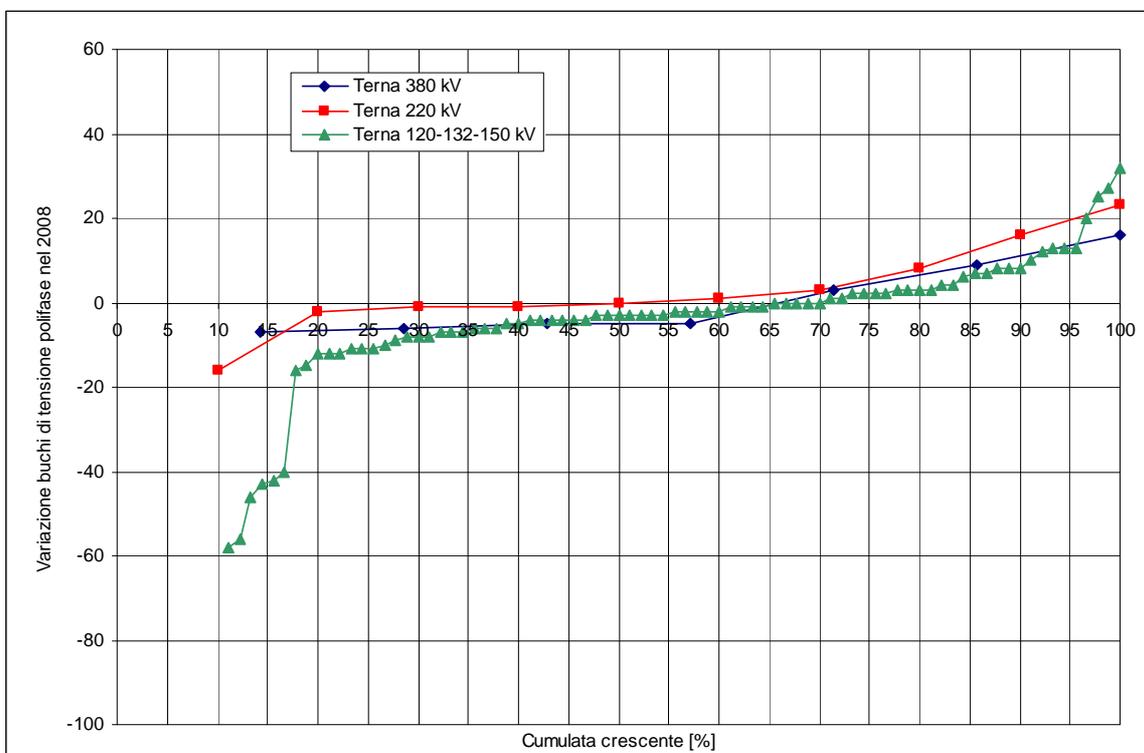


Figura 2: Cumulata crescente delle variazioni del numero di buchi di tensione polifase

Inoltre, poichè i buchi di tensione che possono influenzare il corretto funzionamento delle apparecchiature/macchinario dei Clienti AT e che dipendono dall'intervento del sistema di protezione di 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 con le suddette caratteristiche.

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%, nei due periodi di osservazione (anno 2007 ed anno 2008).

Livello di tensione	Buchi con tensione residua inferiore al 70% e durata superiore a 500 ms.			
	Monofase		Polifase	
	2007	2008	2007	2008
380 kV	2	2	0	2
220 kV	6	3	1	3
120-132-150 kV	10	3	5	6

Tabella 1 - Buchi di tensione 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, sempre per i due periodi di osservazione (anno 2007 ed anno 2008).

Livello di tensione	Buchi con tensione residua inferiore al 90% e di qualsiasi durata			
	Monofase		Polifase	
	2007	2008	2007	2008
380 kV	165	82	26	32
220 kV	135	80	36	34
120-132-150 kV	238	146	81	78

Tabella 2 - - Buchi di tensione di qualsiasi durata e tensione residua

I livelli attesi, riportati nella Tabella 3, sono confermati rispetto a quelli indicati nel 2008¹.

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
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 3 riporta la cumulata crescente dei 95-esimi percentili del fattore di distorsione totale THD_v rilevati sui diversi livelli di tensione.

¹ Si ricorda che i livelli attesi sono basati sul numero effettivamente rilevato nella campagna di misura e su un coefficiente che tiene conto della incertezza nella variabilità del numero di buchi di tensione annuo.

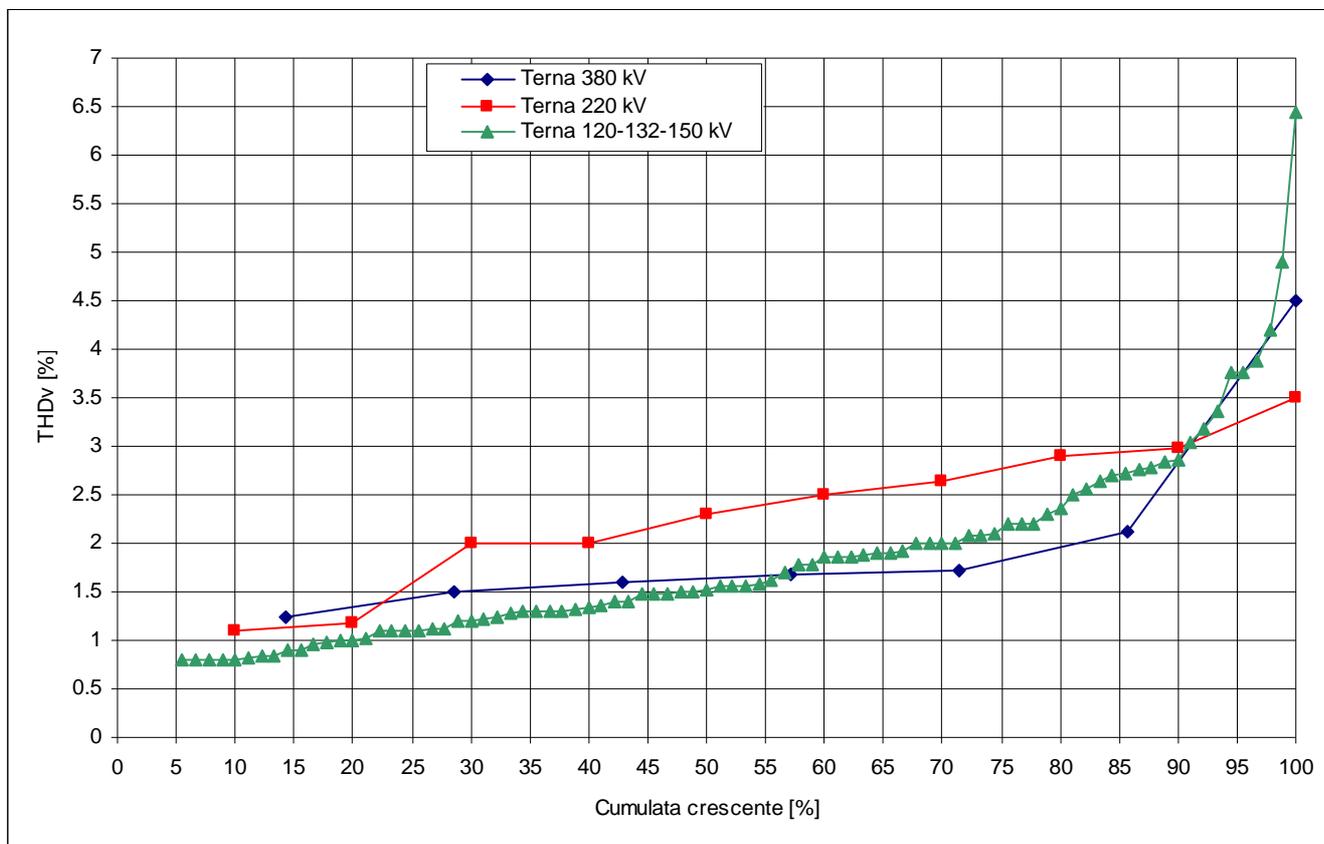


Figura 3 - Cumulata crescente dei 95-esimi percentili di distorsione armonica totale della tensione

Nella Figura 4 è riportato anche un confronto tra i dati del 2007 e quelli del 2008 relativamente ai diversi livelli di tensione, dal quale si può osservare che

- le variazioni del THD_v sono molto contenute,
- il massimo valore della variazione del THD_v è pari a 1,22 p.u.,
- una sola installazione a 132 kV ha evidenziato una riduzione molto significativa del THD_v

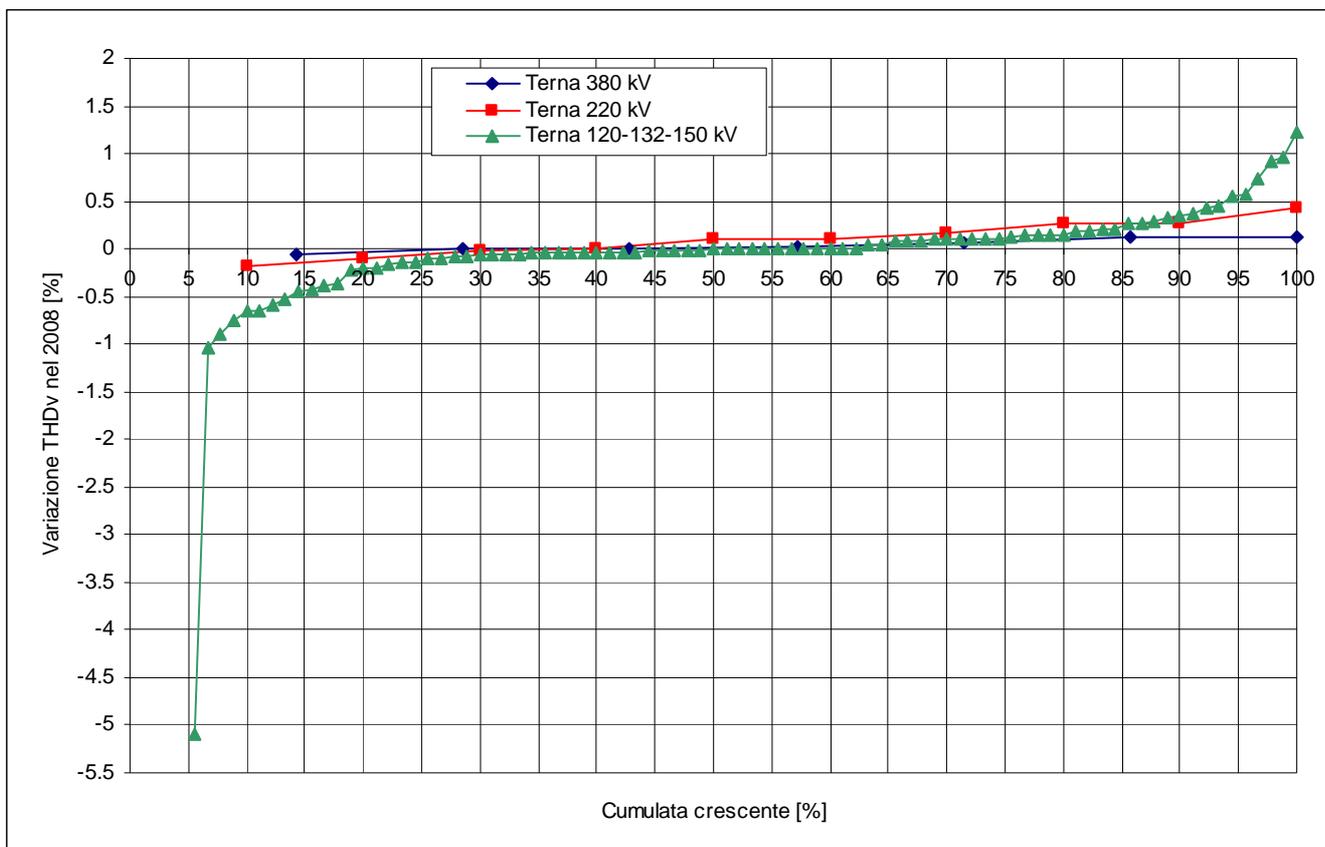


Figura 4: Cumulata crescente delle variazioni del THD_v (2008 rispetto al 2007)

Il livello atteso individuato da Terna è confermato rispetto a quelli indicato nel 2008 ed è pari al 6% per tutti i livelli di tensione²

3.3 Asimmetria

La Figura 5 riporta la cumulata crescente dei 95-esimi percentili della asimmetria della tensione rilevati sui diversi livelli di tensione.

² Il livello atteso è superato in una sola installazione a 120 kV (THD_v = 6.4%)

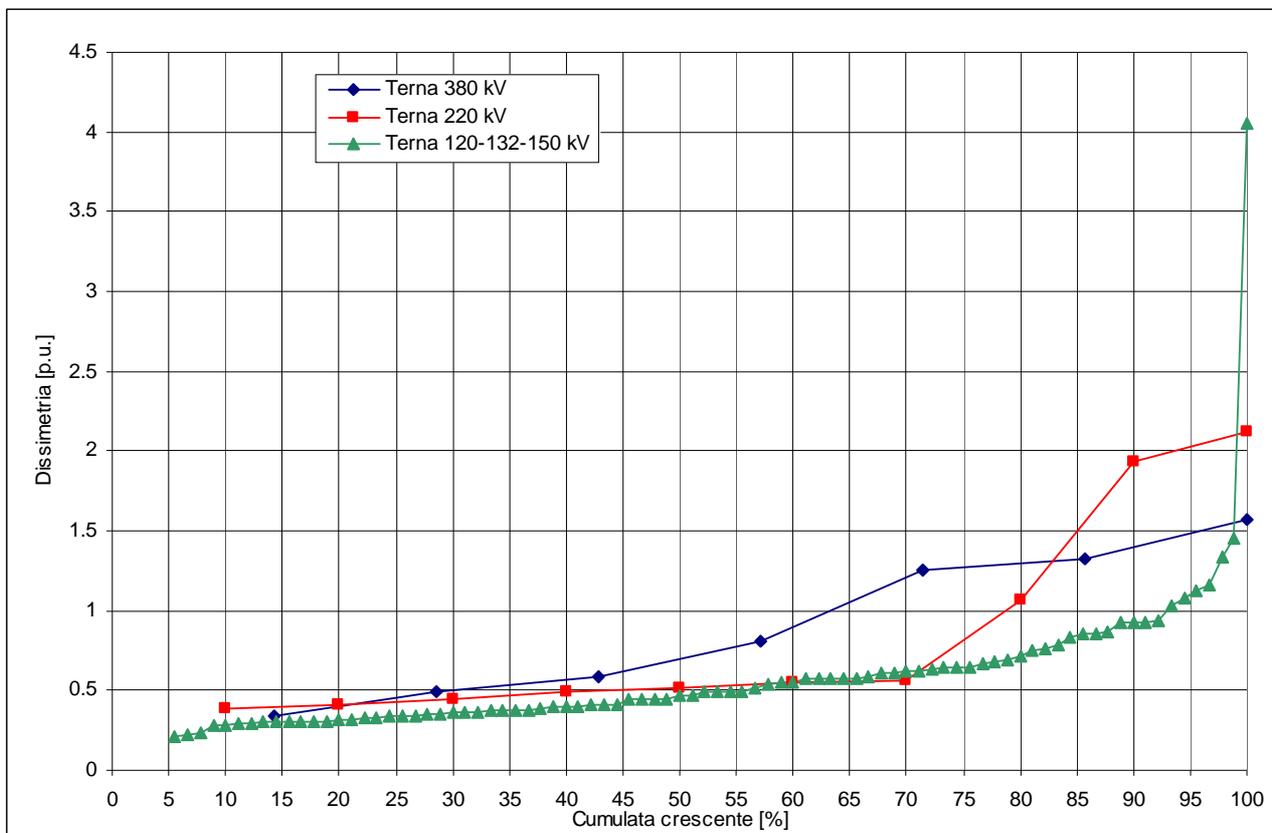


Figura 5 – Cumulata crescente dei 95-esimi percentili di asimmetria della tensione

Nella Figura 6 è riportato anche un confronto tra i dati del 2007 e quelli del 2008 relativamente ai diversi livelli di tensione, dal quale si può osservare che

- le variazioni di asimmetria della tensione sono molto contenute,
- il massimo valore della variazione della asimmetria è pari a 3,13 p.u. ed è stato registrato in sole 3 settimane di giugno 2008 in una installazione a 120 kV;

Il livello atteso individuato da Terna è confermato rispetto a quelli indicato nel 2008 ed è pari al 2 % per tutti i livelli di tensione³.

³ Il livello atteso è superato in una installazione a 120 kV (4.05%) in 3 settimane di giugno 2008 ed in una installazione a 220 kV (2.12%)

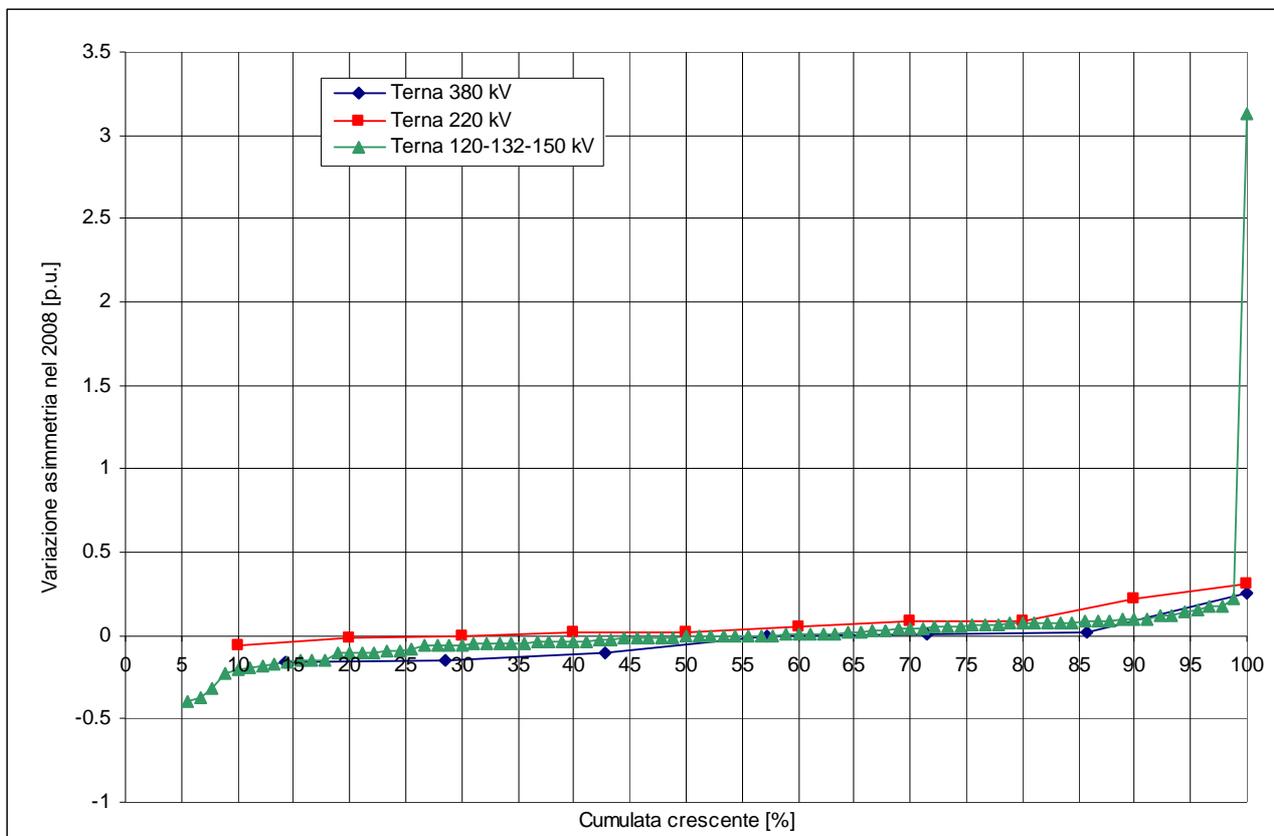


Figura 6: Cumulata crescente delle variazioni della asimmetria

3.4 Flicker

La Figura 7 riporta la cumulata crescente dei 95-esimi percentili del flicker P_{ST} rilevati su diversi livelli di tensione. Si ricorda che la corrispondente curva dei valori di P_{LT} non viene indicata in quanto affetta da un errore di valutazione degli strumenti di misura.

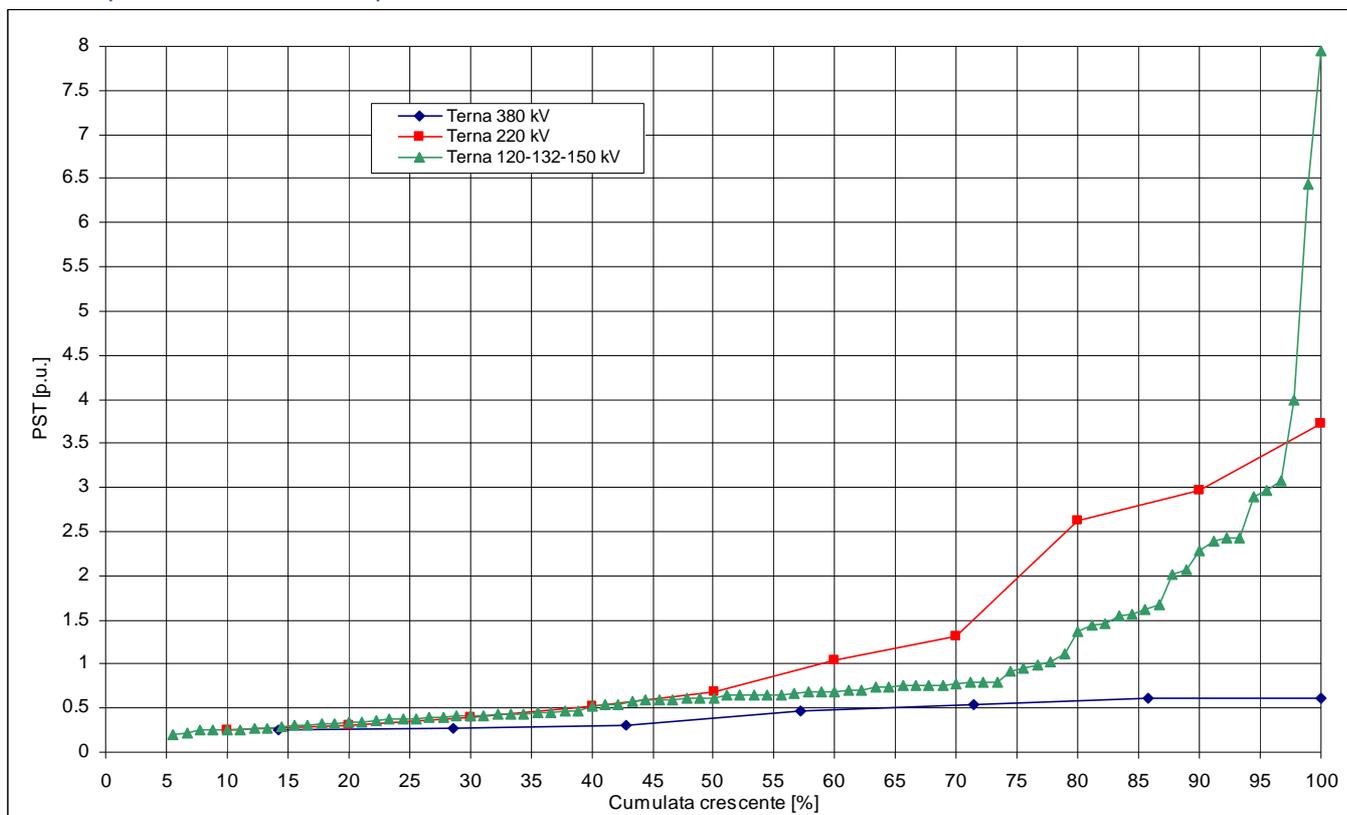


Figura 7 – Cumulata crescente dei 95-esimi percentili di P_{ST}

Nella Figura 8 è riportato anche un confronto tra i dati del 2007 e quelli del 2008 relativamente ai diversi livelli di tensione, dal quale si può osservare che

- le variazioni di P_{ST} sono molto contenute,
- il massimo valore della variazione del P_{ST} è pari a 5,47 p.u. ed è stato registrato solamente in una settimana di giugno 2008 in una installazione a 132 kV.

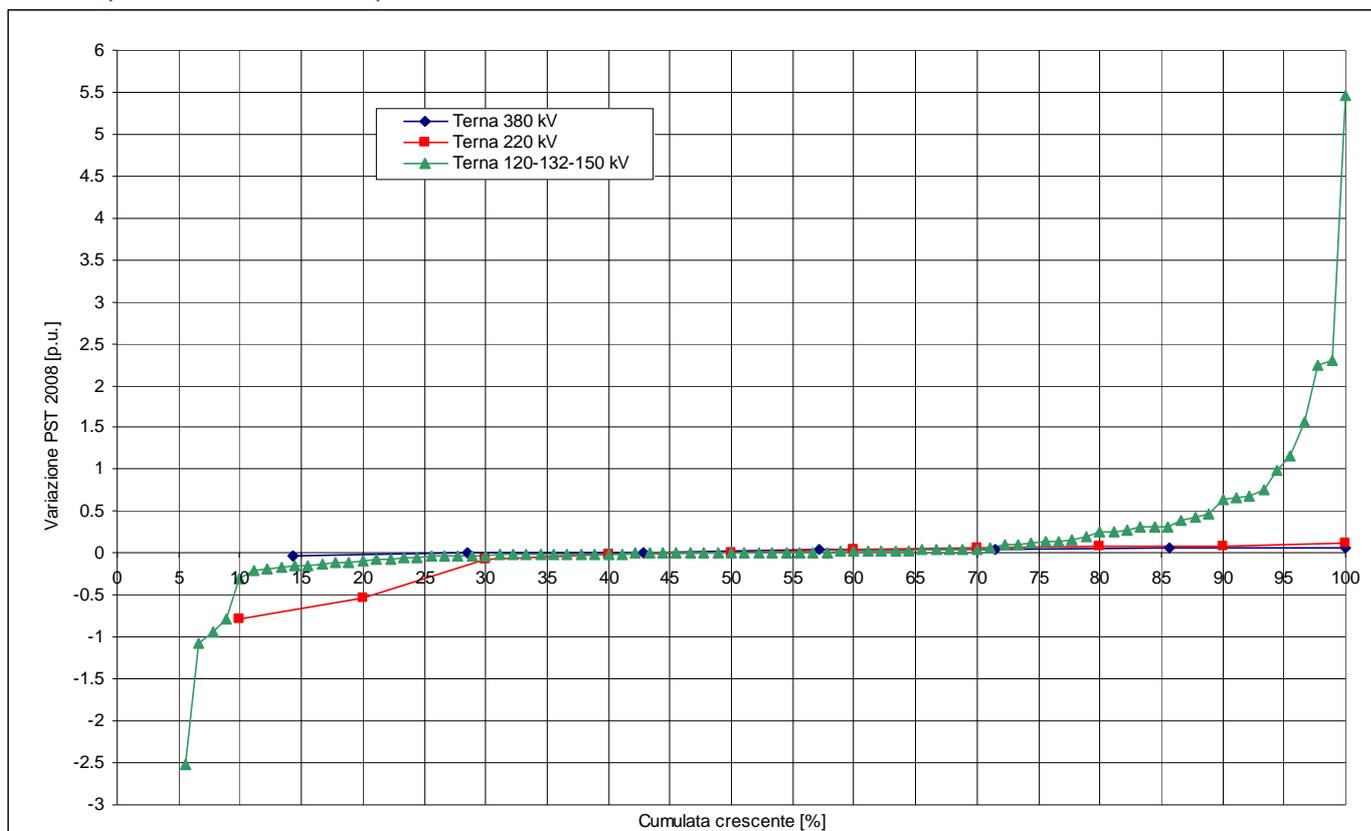


Figura 8: Cumulata crescente delle variazioni del P_{ST}

Il livello atteso⁴ individuato da Terna è confermato rispetto a quelli indicato nel 2008 ed è 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

3.5 Variazioni lente della tensione

I livelli attesi per i valori massimi per le variazioni lente della tensione sono indicati doc. "QUALITÀ DEL SERVIZIO DI TRASMISSIONE - LIVELLI MINIMO E MASSIMO DEL VALORE EFFICACE DELLA TENSIONE 380-220-150-132 kV DELLA RETE RILEVANTE" e sono riportati nella Tabella 4 seguente.

⁴ Il livello atteso è superato in due installazione a 132 kV (7.95% e 6.43%)

Tabella "A"

Tensione Nominale (kV)	Tensione Esercizio (kV)	Livelli minimo e massimo del valore della tensione efficace definiti per il 95% del tempo in condizioni di esercizio normale (kV)		Livelli minimo e massimo del valore della tensione efficace definiti per il 100% del tempo in condizioni di esercizio normale o di allarme (kV)		Livelli minimo e massimo del valore 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 4 - Livelli minimo e massimo del valore della tensione efficace

3.6 Variazioni lente della frequenza

I livelli attesi per i valori massimi per le variazioni lente della frequenza sono invece indicati nel doc. Codice di rete - Versione aggiornata al 30 Aprile 2008" al capitolo 11.5 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.

3.7 Interruzioni transitorie

La registrazione delle interruzioni transitorie viene effettuata attraverso le registrazioni degli strumenti di monitoraggio (oscillografici, RCE, protocolli di servizio, ecc..) di Terna e/o degli Utenti, poiché le informazioni non sono deducibili direttamente dagli strumenti impiegati nella campagna di misura della Qualità della tensione a causa del punto di installazione degli strumenti e della struttura magliata della rete AT.

In Tabella 5 si riporta il numero delle interruzioni transitorie registrate per l'anno 2007 e per l'anno 2008 sui siti degli Utenti direttamente connessi alla RTN, suddivise per Area Territoriale.

Area Territoriale	Interruzioni transitorie					
	2007 (3CE)	2007 (4AC)	2007 Totale	2008 (3CE)	2008 (4AC)	2008 Totale
Torino	0	8	8	12	38	50
Milano	0	0	0	0	0	0
Padova	11	2	13	23	5	28
Firenze	5	6	11	0	5	5
Roma	4	4	8	1	20	21
Napoli	2	52	54	5	29	34
Palermo	3	8	11	4	19	23
Cagliari	0	0	0	0	0	0
Totale	25	80	105	45	116	161

Tabella 5 – Riepilogo valori registrati suddivisi per area territoriale (tra parentesi il codice 2° li vello AEEG)

Terna ritiene che, dato il limitato periodo nel quale sono state effettuate le analisi sulle interruzioni transitorie, non possano essere individuati i valori dei livelli attesi.

4. RIEPILOGO DEI LIVELLI ATTESI

Tutti i livelli attesi indicati nel seguito sono da intendersi come livelli da verificare con il proseguimento della campagna di misura per almeno altri 3-4 anni in modo da avere un campione più significativo di osservazioni.

Parametro	Livello di Tensione		
	380kV	220kV	150-132-120kV
Variazione Tensione	Vedi Tabella 4		
Variazione Frequenza	<ul style="list-style-type: none"> 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; in condizioni di emergenza o di ripristino la frequenza può variare tra 47,5 Hz e 51,5 Hz. 		
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	6%	6%	6%
Asimmetria della tensione	2%	2%	2%
Flicker – Pst	1 p.u.	4 p.u.	6 p.u.
Flicker – Plt	Non definito	Non definito	Non definito
Interruzioni transitorie	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.

Tabella 6 – Riepilogo valori attesi proposti suddivisi per livello di tensione e per grandezza elettrica considerata