



CONVENZIONE TRA ARPAT E IFAC PER
L'INTEGRAZIONE DEL CATASTO DEGLI
ELETTRODOTTI DELLA REGIONE TOSCANA
(CERT)



ARPAT
Agenzia regionale per la protezione
ambientale della Toscana

APPLICAZIONI PER IL CALCOLO DELLA DPA E DELLE APA DI UNA LINEA ELETTRICA DEFINITA IN CERT

Primo modulo: calcolo della DPA e delle APA dovute ai cambi di direzione

D.Andreuccetti
N.Zoppetti

Febbraio 2011

APPLICAZIONI PER IL CALCOLO DELLA DPA E DELLE APA DI UNA LINEA ELETTRICA DEFINITA IN CERT

Primo modulo: calcolo della DPA e delle APA dovute ai cambi di direzione

1. Introduzione

In questo documento si presentano le modalità di funzionamento e di utilizzo dell'applicazione "apa_angoli" e se ne descrive sommariamente l'algoritmo di calcolo.

L'applicazione costituisce il primo modulo di un pacchetto sviluppato per determinare la *Distanza di Prima Approssimazione (DPA)* e le *Aree di Prima Approssimazione (APA)* di una specifica linea elettrica definita nel *Catasto degli Elettrodotti della Regione Toscana (CERT)*, o di una parte di essa costituita da un dato numero di campate consecutive.

Le elaborazioni effettuate dal programma `apa_angoli` si basano sulle prescrizioni e le indicazioni contenute nel Decreto del Ministero dell'Ambiente del 29 maggio 2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti" (nel seguito "il Decreto"). Quando necessario, queste indicazioni e prescrizioni sono state interpretate ed adattate nel modo che verrà descritto.

La DPA e le APA di una linea costituiscono, nel loro insieme, una modalità di espressione approssimata della fascia di rispetto prevista dalle normative nazionali (legge 36/2001 e DPCM 8 luglio 2003). Il calcolo della DPA (che si riferisce ad un tratto di elettrodotto rettilineo) è l'unico caso in cui la larghezza della fascia deve essere determinata a partire dalla distribuzione di induzione magnetica attesa intorno all'elettrodotto in condizioni prefissate. Negli altri casi (cambi di direzione, affiancamento e incrocio di linee) il calcolo delle APA, secondo la metodologia indicata dal Decreto del 2008, si deve basare direttamente su parametri legati alla struttura ed alle caratteristiche della linea.

L'applicazione `apa_angoli` permette di calcolare la DPA per un tratto rettilineo di linea facente parte di un elettrodotto a semplice o a doppia terna e le APA relative ai suoi cambi di direzione, senza considerare interazioni con altre linee salvo, nel caso di doppia terna, quelle che eventualmente condividono i sostegni con la linea in esame. Applicazioni successive potranno in futuro tener conto di affiancamenti ed incroci con altre linee.

Il programma `apa_angoli` costituisce un modulo autonomo all'interno del pacchetto PLEIA; esso opera attingendo dall'archivio CERT i dati necessari alle elaborazioni da svolgere. A tal fine il programma – come molti altri applicativi del pacchetto – deve potersi collegare all'*application server* di cui è dotato l'archivio CERT e pertanto necessita, per funzionare, di un collegamento di rete con l'archivio stesso. Non è possibile determinare DPA e APA di linee non presenti in archivio o modellate in modo insufficiente (nel senso che verrà precisato in seguito). Volendo applicare il programma ad una linea non ancora esistente sul territorio (per esempio in caso di valutazione di impatto ambientale relativa alla costruzione di un nuovo elettrodotto), si dovranno acquisire preliminarmente i dati di progetto della linea stessa, che andranno inseriti in una apposita versione temporanea di CERT.

Il programma genera in uscita un file di tipo PL4, che eventualmente potrà essere trasformato in uno *shapefile* SHP per mezzo dell'applicazione CERT2SHP; il file di uscita contiene il tracciato cartografico numerico dei confini delle DPA e delle APA lungo il tratto di linea specificata, rappresentato per mezzo di una serie di punti e di poligoni georiferiti.

L'applicativo `apa_angoli` è da considerarsi tuttora in fase di sviluppo ed è pertanto destinato all'impiego da parte di personale competente, formato e consapevole di utilizzare uno strumento in qualche misura sperimentale.

2. Calcolo della DPA per tratti rettilinei

Analogamente a quanto avviene in tutte le applicazioni del pacchetto PLEIA, anche in `apa_angoli` si utilizza un approccio *client-server* per perseguire una ottimale ripartizione del carico

computazionale tra il programma stesso e l'*application server* di CERT. Nello specifico, le operazioni connesse con il calcolo della DPA avvengono quasi interamente lato server, mentre l'applicativo utente ha il compito di calcolare le APA e di preparare il file di uscita.

Come richiesto dal Decreto del 2008, il calcolo della DPA per i tratti rettilinei viene eseguito “*combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo*”, secondo quanto risulta dai dati contenuti in CERT nel momento dell'esecuzione.

Tuttavia, il Decreto lascia una certa autonomia nel decidere il livello da considerare per cercare la condizione più cautelativa. Si dice infatti testualmente che “*l'approssimazione descritta è relativa a un tronco di linea; è possibile anche un'approssimazione sulla tratta o campata*”. Si è ritenuto che un'approssimazione a livello di tronco o di tratta potesse risultare eccessivamente cautelativa, poiché la presenza anche di un solo sostegno particolarmente impattante avrebbe condotto ad avere una DPA quasi ovunque più larga del necessario e quindi ad una immotivata penalizzazione nell'uso del territorio; si è pertanto ritenuto preferibile adottare una approssimazione a livello di campata.

D'altra parte, anche la soluzione che prevede una DPA costante lungo tutta una campata (e quindi calibrata sul più impattante dei due sostegni che la delimitano) non appare completamente soddisfacente, a causa delle discontinuità, mal giustificabili, che si determinano a monte e a valle di alcuni sostegni. Si è optato pertanto per un algoritmo che calcola la DPA separatamente per ciascun sostegno e poi raccorda lungo ciascuna campata i valori calcolati presso i suoi due sostegni terminali. In questo modo, si ottengono DPA con confini a forma di trapezio anziché di rettangolo, ma che non presentano discontinuità in corrispondenza dei sostegni. Si è ritenuto questo approccio più coerente anche con l'esigenza di determinare separatamente ed individualmente le APA dei sostegni posti in corrispondenza dei cambi di direzione.

3. Calcolo della DPA di un sostegno

Il programma `apa_angoli` fa riferimento ad un modello bidimensionale, del tipo codificato anche dalla guida CEI 211-4, per effettuare i calcoli di induzione magnetica richiesti dalla determinazione della DPA di un sostegno. I dati necessari al calcolo (prelevati dall'archivio CERT) consistono, come minimo, nelle caratteristiche strutturali del sostegno e nei valori di corrente a norma CEI 11-60 delle linee che lo utilizzano; in mancanza di essi, la DPA del sostegno non potrà essere determinata. La struttura dei sostegni è codificata in CERT mediante le tabelle dei tipi di sostegni e dei punti di sospensione: è pertanto necessario che al sostegno in esame sia possibile associare in qualche modo una tipologia definita. Grazie alla cosiddetta “modalità scalata”, l'assegnazione della tipologia ad un sostegno può avvenire a tre livelli diversi:

- al sostegno è assegnata una tipologia *definitiva*, indicata dal contenuto del campo `ID_TIPO` del sostegno;
- oppure, in mancanza della precedente, al sostegno è assegnata una tipologia *temporanea*, indicata dal contenuto del campo `ID_TIPO_TMP` del sostegno;
- oppure, in mancanza anche della precedente, si associa al sostegno, ai fini del calcolo della DPA, la tipologia di *default* per la linea che si sta considerando, conservata nel campo `ID_TIPOS_DEFLT` della linea stessa.

Se neppure l'ultima delle tre possibilità sopra elencate risulta verificata, non sarà possibile determinare la DPA del sostegno.

L'algoritmo utilizzato per il calcolo prende in considerazione il piano verticale contenente i punti di sospensione del sostegno¹. Per ciascuno di questi punti relativo ad un conduttore di fase, viene fatto passare un conduttore filiforme rettilineo indefinito perpendicolare al piano considerato.

¹ L'ipotesi che tutti i punti di sospensione di un dato sostegno giacciono su un medesimo piano verticale è una delle assunzioni di base del sistema PLEIA-CERT.

Al conduttore si attribuiscono un valore di corrente pari alla corrente a norma CEI 11-60 per la linea a cui esso appartiene ed una fase definita convenzionalmente nel modo che sarà detto.

Con questo modello, si è in grado di calcolare l'induzione magnetica generata dal sistema dei conduttori in un qualunque punto del piano considerato. Il campo viene inizialmente calcolato nei punti di una semiretta orizzontale giacente sul piano dei punti di sospensione e posta all'altezza del loro baricentro; si esegue una scansione allontanandosi progressivamente dall'asse verticale del sostegno fino ad individuare il punto in cui il modulo dell'induzione magnetica diviene minore di $3 \mu\text{T}$. Trovato questo punto, si prova a determinare il campo subito sopra e subito sotto ad esso. Se in uno dei due casi viene calcolato un valore maggiore di $3 \mu\text{T}$, la scansione orizzontale viene ripetuta alla nuova quota. La stessa operazione viene eseguita su entrambi i lati del sostegno, giungendo alla fine ad identificare, dalle due parti, i limiti massimi della regione di piano dove si superano i $3 \mu\text{T}$. Le distanze di questi punti limite dall'asse del sostegno – approssimate per eccesso al metro – costituiscono i valori della DPA cercata (*DPA destra* e *DPA sinistra* nel seguito, quando vi sarà necessità di distinguere).

4. Calcolo della DPA per sostegni a semplice terna

La determinazione della DPA di un sostegno a semplice terna risulta facilitata dal fatto di non dipendere dalla disposizione delle fasi sui punti di sospensione. Per questo motivo, la DPA può essere determinata anche se la linea che si sta considerando non è stata completamente cablata: è sufficiente disporre dei dati di base citati al paragrafo 3 (corrente a norma CEI 11-60 e tipologia del sostegno; la DPA è determinabile qualunque sia questa tipologia). È quindi possibile determinare la DPA anche di un tratto di linea a semplice terna per la quale sia stata definita la tabella delle campate (e quindi la successione dei sostegni utilizzati), ma non la tabella dei conduttori.

Ai fini del calcolo, la procedura impone convenzionalmente il valore di fase 0° al conduttore passante per il punto di sospensione 1 del sostegno, fase 120° al conduttore passante per il punto di sospensione 2 e fase 240° al conduttore passante per il punto di sospensione 3.

5. Calcolo della DPA per sostegni a doppia terna

La determinazione della DPA di un sostegno a doppia terna presenta maggiori difficoltà rispetto al caso a semplice terna, a causa della necessità di tenere conto del contributo di entrambe le linee che lo utilizzano. La DPA in questo caso viene infatti determinata considerando che l'insieme dei sei conduttori di fase formi un'unica linea con relazioni di fase note e stabili tra i conduttori stessi, seppure con correnti di intensità che possono essere diverse per ciascuna terna. Si intende interpretare in questo modo il concetto di "DPA complessiva" introdotto dal Decreto del 2008 laddove dice (paragrafo 5.1.3) "*Qualora la linea, per alcune campate, corresse parallela ad altre (condividendo o meno i sostegni), lungo questo tratto dovrà essere calcolata la Dpa complessiva*". Si noti, per altro, che l'affiancamento senza condivisione dei sostegni è considerato anche a proposito della APA nel paragrafo 5.1.4.1 "Area di prima approssimazione per linee elettriche parallele", generando così una evidente ambiguità. L'approccio che si propone di adottare è quello di calcolare la "DPA complessiva" nel caso di linee che condividono i sostegni e l'APA nel caso che non li condividano.

Per il momento, vi sono alcune limitazioni alla possibilità di determinare la DPA di un tipo di sostegno a doppia terna, anche quando siano noti tutti i dati di base citati al paragrafo 3 (corrente a norma CEI 11-60 di entrambe le linee e tipologia del sostegno). Vale infatti quanto segue.

- La DPA può essere calcolata solo per i sostegni che afferiscono ad una tipologia caratterizzata da due file di punti di sospensione verticali, una utilizzata dalla linea principale che si sta considerando e l'altra dalla seconda linea; restano quindi escluse le tipologie afferenti agli stili DN1 (comprendente, allo stato attuale del catasto, 1 tipo di sostegno a sua volta assegnato a 1 sostegno), DN2 (4 tipi di sostegni, 4 sostegni), DP1 (1 tipo di sostegno, 11 sostegni) e DS3 (1 tipo di sostegno, 1 sostegno); per altro, è probabile che in futuro si possa superare questa limitazione.

- La DPA non può essere calcolata per i sostegni che possono ospitare più di due terne trifase (stile X01, 1 tipo di sostegno, 3 sostegni).
- La DPA non può essere calcolata se il sostegno, pur essendo a doppia terna, è utilizzato da tre o più linee.
- Infine, la DPA non può essere calcolata se le due linee che utilizzano il sostegno non sono cablate compiutamente oppure sono cablate in modo non standard (il cablaggio standard è quello, come si è detto sopra, nel quale una linea utilizza i tre punti di sospensione posti da un lato del sostegno e l'altra linea i punti posti dall'altro lato).

Qualora non si verifichi nessuna delle eccezioni elencate, la DPA del sostegno a doppia terna viene determinata “combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo”, come già si è detto. Questo significa che le correnti (o meglio le potenze) sulle due terne verranno considerate dirette nello stesso verso (seppure eventualmente di diverso valore) e le fasi verranno disposte nella modalità appaiata che, come è noto, minimizza l'effetto di cancellazione tra i contributi all'induzione magnetica generati dalle due linee. In particolare, la procedura impone convenzionalmente il valore di fase 0° ai conduttori passanti per i punti di sospensione 1 e 4 del sostegno, fase 120° ai conduttori passanti per i punti di sospensione 2 e 5 e fase 240° ai conduttori passanti per i punti di sospensione 3 e 6.

6. Calcolo della APA per cambi di direzione e tracciamento sulla cartografia della fascia che integra APA e DPA

In definitiva, per tracciare la DPA sulla cartografia digitale si procede come segue: (1) si determinano le ampiezze delle DPA destra e sinistra per ciascun sostegno del tratto di linea di interesse; (2) in base ad esse, si ricavano gli estremi della fascia che giacciono sulla bisettrice dell'angolo formato dalle due campate che fanno capo al sostegno ed infine (3) si uniscono gli estremi della fascia a formare il poligono che la delimita.

Queste operazioni sono svolte dall'applicazione `apa_angoli` che, per prima cosa, si connette all'archivio CERT per acquisire la posizione in pianta e l'ordinamento dei sostegni lungo la linea principale. In questo modo, è possibile determinare l'angolo formato tra ciascuna coppia di campate consecutive (senza tenere conto della coordinata Z), dove tale angolo si considera pari a zero se le due campate giacciono sulla stessa retta.

Per linee a <u>terna singola</u> e a <u>doppia terna ottimizzata</u>			Per linee in <u>doppia terna</u>		
Tensione	Estensione della fascia lungo la bisettrice θ angolo di deviazione tra 5° e 90°		Tensione	Estensione della fascia lungo la bisettrice θ angolo di deviazione tra 5° e 90°	
	P _{INT bis}	P _{EXT bis}		P _{INT bis}	P _{EXT bis}
380 kV tre conduttori per fase	54 + 0.43* θ	61 + 0.24* θ	DT a 380 kV tre conduttori per fase	81 + 0.65* θ	91 + 0.36* θ
380 kV due conduttori per fase	44 + 0.35* θ	49 + 0.19* θ	DT 380 kV due conduttori per fase	66 + 0.52* θ	73 + 0.28* θ
380 kV un conduttore per fase	32 + 0.25* θ	35 + 0.14* θ	DT 380 kV un conduttore per fase	48 + 0.37* θ	52 + 0.21* θ
220 kV due conduttori per fase	42 + 0.29* θ	47 + 0.16* θ	DT 220 kV due conduttori per fase	44 + 0.30* θ	49 + 0.17* θ
220 kV un conduttore per fase	28 + 0.20* θ	32 + 0.11* θ	DT 220 kV un conduttore per fase	31 + 0.22* θ	36 + 0.12* θ
132/150 kV	22 + 0.14* θ	24 + 0.07* θ	DT 132/150 kV un conduttore per fase	31 + 0.204* θ	34 + 0.10* θ

Tabella 1: tabelle del Decreto del 2008 che riportano l'estensione della fascia (APA) in corrispondenza dei cambi di direzione di una linea, in funzione dell'ampiezza dell'angolo, della tensione nominale della linea e del numero dei sub-conduttori del fascio che costituisce ciascun conduttore di fase.

Qualora l'ampiezza di tale angolo sia inferiore a 5° (in gradi sessagesimali), si determina la DPA come descritto nei precedenti paragrafi, cioè in base alla larghezza della regione entro cui si superano i 3 μ T, calcolata tenendo conto delle caratteristiche della linea e del sostegno di interesse.

Qualora invece l'ampiezza di tale angolo sia superiore ai 5° , si applicano le correzioni proposte al paragrafo 5.1.4.2 del Decreto e riportate in tabella 1 per comodità.

Nel seguito di questo paragrafo si descrivono, per punti, i principali aspetti che possono costituire criticità o che hanno richiesto un'interpretazione del Decreto stesso.

- Come si può notare in tabella 1, l'estensione della fascia nel caso di angoli con ampiezza superiore a 5° non dipende né dalla tipologia del sostegno, né dalla corrente che caratterizza la particolare tipologia di conduttore impiegata, come invece accade lungo i tratti rettilinei: ciò può dare origine a notevoli discontinuità nell'ampiezza della fascia. Un esempio di ciò è riportato nella figura 1 in cui, pur essendosi preso in esame un tratto caratterizzato da sostegni con tipologia omogenea, si verifica tuttavia una apprezzabile discontinuità nella larghezza della fascia (il tratto di linea rappresentato è quello compreso tra il 30-esimo ed il 36-esimo sostegno della linea considerata nell'esempio della successiva figura 3).

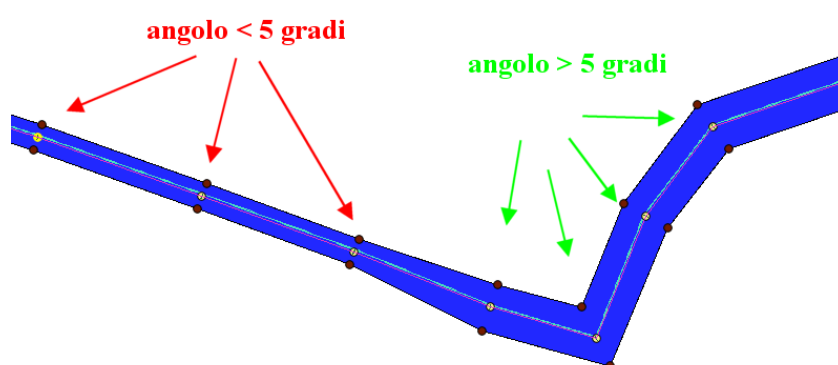


Figura 1: discontinuità della fascia nel caso di tratti di linea rettilinei e con angoli

- Nei casi in cui la DPA per un certo sostegno non possa essere determinata (si vedano a tal proposito i paragrafi 3 e 5 di questo documento), ci si comporta in modo differente a seconda dell'ampiezza dell'angolo formato dalle campate presso il sostegno stesso:
 - se l'angolo ha ampiezza inferiore a 5° **non si determinano né la DPA, né la APA** e ciò comporterà un'interruzione del poligono che le rappresenta;
 - se l'angolo ha ampiezza superiore a 5° **si determina la APA** in base alle espressioni riportate in tabella 1.

La figura 2 illustra un esempio di una situazione in cui, a causa di una disposizione non standard delle fasi su un sostegno a doppia terna, non è stato possibile determinarne la DPA. Tuttavia, presso questo sostegno le campate formano un angolo di ampiezza superiore a 5° . In figura si rappresenta in giallo la porzione di DPA che non sarebbe stata tracciata nel caso di un tratto rettilineo di linea, mentre la fascia effettiva risulta dall'unione delle aree evidenziate in blu ed in giallo.

- Nel caso di linee a doppia terna e di angoli con ampiezza superiore a 5° , si suppone che le fasi sulle linee siano sempre disposte in configurazione non ottimizzata (coerentemente a quanto riportato nel paragrafo 5). Ciò implica che, per linee a doppia terna, si utilizzeranno sempre le espressioni nella parte destra di tabella 1.
- Le espressioni riportate in tabella 1 sono valide per angoli con ampiezza inferiore a 90° . Tuttavia non è raro che si verifichino angoli ancora più pronunciati. In tal caso si utilizzano le espressioni per angoli con ampiezza pari a 90° .
- Al momento, il numero dei sub-conduttori che compongono ciascun conduttore di fase è un dato non presente in archivio. Tuttavia, esso è di fondamentale importanza nel caso

in cui il tracciato della linea sia caratterizzato da angoli pronunciati². Pertanto, nell'ottica di ottenere indicazioni in senso cautelativo, si è deciso di assegnare questo dato in base alla sola tensione nominale della linea, imponendo che le linee a 132 kV utilizzino un conduttore semplice per ciascuna fase, le linee a 220 kV un fascio con 2 sub-conduttori per fase e le linee a 380 kV un fascio con 3 sub-conduttori per fase. Nel caso (probabilmente solo teorico) di due linee con tensioni di esercizio diverse che condividono dei sostegni a doppia terna, la tensione presa come riferimento (che determina quindi il numero dei sub-conduttori) è quella della linea principale, cioè la linea su cui si opera. In tal caso, le fasce calcolate lungo le due linee non coinciderebbero presso i cambi di direzione, neppure per il tratto in cui esse condividono i sostegni e quindi il tracciato.

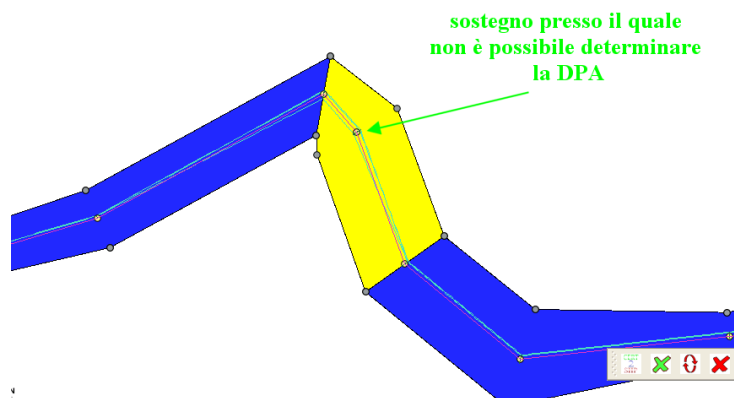


Figura 2: DPA e APA presso un sostegno per cui non è stato possibile determinare la DPA

7. Specifiche dell'applicazione `apa_angoli` ed esempi di utilizzo

L'applicazione `apa_angoli` è del tipo "a linea di comando" e si lancia in esecuzione in una finestra DOS col comando:

```
apa_angoli <IDLIN> [<CAMPATA_INI> [<CAMPATA_FIN>]]
```

dove IDLIN è l'identificativo CERT della linea su cui operare, mentre i parametri facoltativi CAMPATA_INI e CAMPATA_FIN specificano i numeri d'ordine progressivi della prima e dell'ultima campata da considerare. Se non viene specificato il parametro CAMPATA_FIN, la DPA e le APA saranno determinate per tutte le campate della linea IDLIN dalla campata avente progressivo CAMPATA_INI fino al termine della linea. Se manca anche il parametro CAMPATA_INI, la DPA e le APA saranno determinate per l'intera linea. Non è prevista la possibilità di specificare un progressivo di campata finale senza specificare un progressivo di campata iniziale.

L'applicazione `apa_angoli` restituisce la DPA/APA del tratto di linea di interesse, in formato PL4, sul canale di output denominato standard output (cfr. http://it.wikipedia.org/wiki/Canali_standard). Se quindi si desidera salvare i risultati in un file, è necessario *redirezionare* lo standard output sul file desiderato; si veda per esempio il comando seguente, in cui il file PL4 si chiama *DPA-APA-angoli-40700.pl4* ed è creato nella cartella di lavoro corrente:

```
apa_angoli 40700 > DPA-APA-angoli-40700.pl4
```

² Di per sé, il numero dei sub-conduttori è collegato anche alla corrente CEI 11-60 che però, nella versione attuale dell'archivio, non è calcolata in funzione della rappresentazione in CERT dei conduttori, ma è un parametro ricavato direttamente dalla documentazione tecnica fornita dai gestori ed associato alla linea in fase di inserimento dati.

Inoltre, l'applicazione produce sul canale di output denominato standard error una sintesi dei risultati ottenuti, sostegno per sostegno. In figura 3 si riportano e si commentano le informazioni stampate su standard error nel caso dell'esempio considerato in precedenza.

DPA-APA angoli calcolata con:
 I-CEI = 382 A
 U-linea = 132000 V

PR.	DPA[m]	DPA[m]	note	angolo	APA[m]	APA[m]
1	-16.0	16.0		0.0		
2	-15.0	15.0		10.3	24.0	-25.0
3	-15.0	15.0		0.4		
4	-15.0	15.0		0.3		
5	-15.0	15.0		0.1		
6	-15.0	15.0		0.3		
7	-15.0	15.0		0.1		
8	-11.0	18.0		24.8	26.0	-26.0
9	-18.0	11.0		-2.7		
10	-18.0	11.0		-59.9	29.0	-31.0
11	-15.0	15.0		-30.5	27.0	-27.0
12	-15.0	15.0		-0.3		
13	-20.0	20.0	*sx	73.1	33.0	-30.0
14	-15.0	15.0		46.2	29.0	-28.0
15	-15.0	15.0		-0.2		
16	-15.0	15.0		3.4		
17	-13.0	13.0		31.1	27.0	-27.0
18	-15.0	10.0		-1.6		
19	-15.0	10.0		-12.3	25.0	-24.0
20	-15.0	15.0		77.9	33.0	-30.0
21	XX	XX	err	20.0	36.0	-37.0
22	-20.0	21.0	*dx	-30.4	38.0	-38.0
23	-19.0	19.0		-45.7	39.0	-41.0
24	-19.0	19.0		-0.8	[40900, 405.00]	
25	-19.0	19.0		18.2	35.0	-36.0
26	-19.0	19.0		24.4	36.0	-37.0
27	-19.0	19.0		-13.5	36.0	-34.0
28	-19.0	19.0		-4.7	[40900, 405.00]	
29	-19.0	19.0		0.3	[40900, 405.00]	
30	-19.0	19.0		1.8	[40900, 405.00]	
31	-19.0	19.0		0.5	[40900, 405.00]	
32	-19.0	19.0		2.2	[40900, 405.00]	
33	-19.0	19.0		-5.9	35.0	-33.0
34	-19.0	19.0		-84.5	43.0	-49.0
35	-19.0	19.0		15.4	35.0	-36.0
36	-19.0	19.0		34.0	38.0	-38.0
37	-19.0	19.0		-26.5	37.0	-37.0
38	-19.0	19.0		-40.1	39.0	-40.0
39	-19.0	19.0		64.9	45.0	-41.0
40	-19.0	19.0		22.0	36.0	-37.0
41	-19.0	19.0		-8.5	35.0	-33.0
42	-16.0	16.0		0.0		

Dati relativi alla linea principale

Ogni riga si riferisce ad un sostegno e nelle prime 3 colonne si riportano un progressivo e le larghezze destra e sinistra della DPA calcolata tenendo conto delle caratteristiche del sostegno stesso

Se l'angolo è più ampio di 5 gradi si riporta la correzione (a destra e a sinistra) dovuta al cambio di direzione

Si segnala quando non è stato possibile determinare la DPA

Se l'angolo è meno ampio di 5 gradi e nel solo caso di sostegni a doppia terna si riporta l'ID e la corrente dell'altra linea che utilizza il sostegno

DPA SINISTRA piu' ampia nel tratto considerato:
 l = -20.0 m
 id-sostegno = 100084, tipo = 185
 DPA DESTRA piu' ampia nel tratto considerato:
 l = 21.0 m
 id-sostegno = 100093, tipo = 167

Figura 3: informazioni relative al calcolo della DPA e delle APA riportate su standard error

Qualora si desideri memorizzare queste informazioni sottoforma di "file di log", è sufficiente *redirezionare* anche lo standard error, come nell'esempio che segue; in esso, il file PL4 si chiama *tmp.pl4*, il file di log si chiama *tmp.log* ed entrambi sono memorizzati nella cartella di lavoro corrente:

```
apa_angoli 40700 >tmp.pl4 2>tmp.log
```