

PT Nitrati:  
1a sessione test nitrati  
anno 2021

Redazione	Alessandro Tieghi Diego Tamoni Erika Roncarati	atieghi@arpae.it dtamoni@arpae.it eroncarati@arpae.it
Coordinatore	Alessandro Tieghi	atieghi@arpae.it
Organizzatore	Stefano Forti	sforti@arpae.it

*Documento firmato digitalmente secondo la normativa vigente*

**Arpae - Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna**

**Sede legale** Via Po 5, 40139 Bologna | tel 051 6223811 | PEC dirgen@cert.arpa.emr.it | www.arpae.it | P.IVA 04290860370

**Sezione di Ferrara** Via Bologna 534, 44124 Ferrara | tel 0532 234811 | PEC aoofe@cert.arpa.emr.it | www.arpae.it |

## Indice

Premessa .....	3
1. Introduzione .....	5
2. Riservatezza .....	5
3. Matrice .....	5
4. Preparazione della matrice .....	5
5. Verifica del contenuto di nitrati .....	6
6. Preparazione dei campioni incrementati .....	6
7. Conservazione dei campioni .....	6
8. Consegna dei test al corriere .....	6
9. Dati preliminari .....	6
10. Errori grossolani ovvi .....	6
11. Ricevimento risultati ed informazioni dai laboratori .....	6
11. Valore assegnato della concentrazione e std dev 12% .....	9
12. Verifica dell'omogeneità e stabilità .....	9
13. Valutazione adeguatezza del metodo .....	11
13. Commento ai risultati e confronto con gli altri test .....	15
14. Risultati e livello di concentrazione .....	17
15. Statistica .....	18
16. Appelli o Reclami .....	23
17. Oggetti residui .....	23
18. Riferimenti .....	23

## Tabelle

<i>Tabella 1: tenori massimi di nitrati in prodotti vegetali freschi e trasformati – Reg. UE 1258/2011 .....</i>	<i>4</i>
<i>Tabella 2: alcuni aspetti del test .....</i>	<i>4</i>
<i>Tabella 3: laboratori partecipanti .....</i>	<i>5</i>
<i>Tabella 4: dati preliminari .....</i>	<i>6</i>
<i>Tabella 5: riassunto informazioni dai laboratori .....</i>	<i>7</i>
<i>Tabella 6: valore assegnato della concentrazione e std dev 12% .....</i>	<i>9</i>
<i>Tabella 7: risultati delle analisi per la verifica dell'omogeneità .....</i>	<i>10</i>
<i>Tabella 8: riassunto test statistici di verifica dell'omogeneità .....</i>	<i>10</i>
<i>Tabella 9: verifica stabilità A .....</i>	<i>11</i>
<i>Tabella 10: verifica stabilità B .....</i>	<i>11</i>
<i>Tabella 11: valutazione adeguatezza del metodo .....</i>	<i>11</i>
<i>Tabella 12: risultati dai laboratori tal quali .....</i>	<i>12</i>
<i>Tabella 13: z-score .....</i>	<i>14</i>
<i>Tabella 14: valutazione complessiva del test .....</i>	<i>15</i>
<i>Tabella 15: Concentrazione, numero laboratori partecipanti e con z-score soddifacenti .....</i>	<i>16</i>

## Grafici

<i>Grafico 1: numero di laboratori che hanno ricevuto il test per intervallo di tempo in ore .....</i>	<i>8</i>
<i>Grafico 2: numero di laboratori e stato dei campioni all'arrivo .....</i>	<i>8</i>
<i>Grafico 3: metodi utilizzati .....</i>	<i>9</i>
<i>Grafico 4: nitrati .....</i>	<i>13</i>
<i>Grafico 5: nitrati .....</i>	<i>13</i>
<i>Grafico 6: z score .....</i>	<i>15</i>
<i>Grafico 7: % laboratori con risultati soddifacenti e livello di concentrazione .....</i>	<i>17</i>
<i>Grafico 8: risultati espressi attraverso la % dei laboratori con z-score soddifacenti .....</i>	<i>17</i>

## Premessa

A fronte di normative che stabiliscono limiti massimi del tenore di nitrati su lattughe ed altri ortaggi a foglia (vedi Tabella 1: tenori massimi di nitrati in prodotti vegetali freschi e trasformati – Reg. UE 1258/2011), e delle informazioni bibliografiche riguardo la tossicità cronica provocata da metaboliti di queste sostanze nell'organismo umano, e' di particolare interesse valutare il contenuto di nitrati su questi prodotti.

Scopo del test è quello di verificare l'applicabilità in routine delle metodiche analitiche adottate dai laboratori nelle loro attività.

Da anni la sede di Ferrara del laboratorio multisito di ARPAE Emilia-Romagna si è posta tra gli obiettivi istituzionali, di proporre, a strutture pubbliche e private, proficiency test (PT).

L'obiettivo principale dei PT è quello di fornire ai tecnici uno strumento di valutazione del loro operato, affinché l'attività di laboratorio condotta in routine offra nel tempo garanzia di qualità del dato analitico.

ARPAE risulta accreditata come provider di proficiency test dal 25/09/2019, in conformità alla norma UNI CEI ISO/IEC 17043:2010, a cui è stato assegnato il codice PTP N°: 0020P.

Nel rispetto della norma citata, la trattazione statistica dei dati dei partecipanti è stata condotta prevedendo il calcolo del valore assegnato applicando l'Algoritmo A, come descritto nell'ANNEX C della norma 13528:2015, e sono calcolate la media e la deviazione standard relativa robuste.

Tabella 1: tenori massimi di nitrati in prodotti vegetali freschi e trasformati – Reg. UE 1258/2011

«Sezione 1: Nitrato

Prodotti alimentari <sup>(1)</sup>		Tenori massimi (mg NO <sub>3</sub> /kg)	
1.1	Spinaci freschi ( <i>Spinacia oleracea</i> ) <sup>(2)</sup>		3 500
1.2	Spinaci in conserva, surgelati o congelati		2 000
1.3	Lattuga fresca ( <i>Lactuca sativa</i> L.) (coltivata in ambiente protetto e in campo aperto), esclusa la lattuga di cui al punto 1.4	Raccolta fra il 1° ottobre e il 31 marzo: lattuga in coltura protetta	5 000
		lattuga coltivata in campo aperto	4 000
		Raccolta fra il 1° aprile e il 30 settembre: lattuga in coltura protetta	4 000
		lattuga coltivata in campo aperto	3 000
1.4	Lattuga di tipo "Iceberg"	lattuga in coltura protetta	2 500
		lattuga coltivata in campo aperto	2 000
1.5	Rucola ( <i>Eruca sativa</i> , <i>Diplotaxis</i> sp, <i>Brassica tenuifolia</i> , <i>Sisymbrium tenuifolium</i> )	Raccolta fra il 1° ottobre e il 31 marzo:	7 000
		Raccolta fra il 1° aprile e il 30 settembre:	6 000
1.6	Alimenti a base di cereali e altri alimenti destinati ai lattanti e ai bambini <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>		200*

Tabella 2: alcuni aspetti del test

Data di preparazione del test	16/04/2021
Data di consegna campioni al corriere	26/04/2021
Corriere utilizzato	Traser
Campioni (incrementati e bianco) confezionati con	ghiaccio secco
Numero campioni preparati	76
Numero campioni bianchi	--
Numero laboratori cui è stato inviato il test	39
Numero laboratori che hanno fornito le analisi	38 (pari a 97%)
Elenco dei laboratori che hanno partecipato al test	Tabella 3: laboratori partecipanti
Matrice utilizzata	spinaci

## 1. Introduzione

La sede di Ferrara del laboratorio multisito di ARPAE Emilia-Romagna ha preparato nel mese di aprile il primo test sui nitrati dell'anno 2021. Il test è stato inviato a 39 laboratori di cui alla Tabella 3: laboratori partecipanti.

Tabella 3: laboratori partecipanti

ADESUD	EPTANORD
AGRIBIOECO	EUROFINS
AGRIPARADIGMA RA	EUROLAB
AGRIPARADIGMA SR	EUROQUALITY LAB
AGROBIOLAB	FRUTTAGE
AGROLAB ITALIA	GE.PRO.TER.
ALPHA ECOLOGIA	GREIT
ANALISIS	LA LINEA VERDE
BIOCHEMIELAB	LABCAM
BONASSISA	LIFEANALYTICS dr GIUSTO
BONDUELLE FRESCO ITALIA	SYNLAB
BUCCIARELLI LABORATORIO	MARINO
CADIR LAB	ORTOROMI
CHELAB TV	PH
CHEMISERVICE	SAMER c/o C.C.I.A.A. DI BA
CHI.BI.LAB	SIALAB
CONSORZIO GLOBAL QUALITY MOFLAB	SICURAL
D'ANIELLO	VASSANELLILAB
ECOCONTROL SUD	WATER & LIFE
EOS	

## 2. Riservatezza

Per l'intera durata dello schema i laboratori vengono identificati solo ed esclusivamente tramite un codice numerico.

I codici vengono attribuiti con un criterio casuale e comunicati al partecipante al momento della condivisione del Foglio di Google per la trasmissione dei risultati.

Nel caso in cui i risultati di un partecipante debbano essere comunicati a terzi, ciò avviene solo previa conoscenza e autorizzazione scritta del partecipante stesso.

Detta autorizzazione non è prevista nei casi in cui la richiesta provenga da organismi preposti dalla legge, tuttavia l'organizzatore è tenuto a darne comunicazione scritta al partecipante.

## 3. Matrice

La matrice utilizzata per la preparazione del test è stata: spinaci. Il prodotto, d'origine italiana, è stato acquistato da un fornitore della provincia di Ferrara.

## 4. Preparazione della matrice

Utilizzando il Mod. 2 dell'I40401/PT "Preparazione matrice nitrati" è stata definita la massa di prodotto omogeneizzato necessario per confezionare gli oggetti.

## 5. Verifica del contenuto di nitrati

Dall'intera quantità di prodotto, di cui al punto precedente, sono stati prelevati alcuni campioni elementari, sui quali è stato verificato il contenuto di nitrati. La concentrazione, in mg/kg di  $\text{NO}_3$ , riscontrata all'analisi (media di 20 campioni) è pari a: 992 mg/kg di  $\text{NO}_3$

## 6. Preparazione dei campioni incrementati

Gli spinaci, disponendo di un contenuto di nitrati sufficiente per il test, non sono stati addizionati di una soluzione salina di sodio nitrato.

La matrice, addizionata di borace, quale conservante, in ragione del 5% in peso, agitata meccanicamente per un tempo sufficiente a renderla omogenea, è stata successivamente suddivisa nei contenitori.

Su ognuno di questi è stata posta un'etichetta riportante la dicitura: PT NITRATI CAMPIONE TAL QUALE, matrice SPINACI, codice 1S21

## 7. Conservazione dei campioni

Prima di effettuare la spedizione i campioni sono stati congelati e conservati in freezer, ad una temperatura di  $15 \pm 5^\circ\text{C}$ , almeno per una notte. Il controllo della temperatura avviene attraverso un sistema a rete di data logger, tarato e gestito nell'ambito del SGQ di ARP AE, secondo le istruzioni operative I65001/LM "Taratura e utilizzo di strumenti di misura per la temperatura" e I65001/FE "Data logger per i frigoriferi e i congelatori: utilizzo e scarico dei dati".

## 8. Consegna dei test al corriere

La consegna dei campioni al corriere per la spedizione è avvenuta in data 26/04/2021. Durante il trasporto, i campioni test sono stati conservati con ghiaccio secco.

## 9. Dati preliminari

Nella seguente tabella vengono riportati i dati preliminari del test: l'incremento teorico se effettuato, la concentrazione media rilevata dai laboratori  $M_{\text{Lab}}$ , il valore minimo rilevato dai laboratori  $vm_{\text{Lab}}$ , il valore massimo rilevato dai laboratori  $VM_{\text{Lab}}$ , e la concentrazione media rilevata da ARP AE  $M_{\text{ARP AE}}$ .

Tabella 4: dati preliminari

Descrizione	i.t.	$M_{\text{Lab}}$	$vm_{\text{Lab}}$	$VM_{\text{Lab}}$	$M_{\text{arpae}}$	Camp. Inviati	Risultati pervenuti	
parametri	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	n	n	%
Nitrati	--	1029	941	1180	992	39	38	97

## 10. Errori grossolani ovvi

I dati considerati sono i dati tal quali ricevuti dai laboratori senza eliminazione di eventuali valori anomali grossolani ovvi

## 11. Ricevimento risultati ed informazioni dai laboratori

In conformità al punto 4.6.1.2 della norma UNI CEI EN ISO/IEC 17043:2010 viene individuata una data univoca per la consegna dei risultati. Per il 1S21 Nitrati è stata individuata come dead line il 21/05/2021.

Per la trasmissione dei risultati con ogni partecipante viene condiviso uno specifico Foglio di Google che riporta il codice identificativo del laboratorio. Come stabilito nella I40441/PT "Piano statistico prove valutative interlaboratorio", i risultati sono stati inseriti direttamente dai partecipanti utilizzando i Fogli di Google precedentemente citati. Analogamente, viene inserito direttamente dai partecipanti, lo stato dei campioni all'arrivo, il tempo impiegato per la consegna e il metodo utilizzato per la determinazione del tenore di nitrati. Al momento della dead line viene tolta la condivisione e la possibilità di modifica, e viene inviato via mail, ad singolo partecipante, il file in formato pdf del proprio Foglio di Google compilato.

Tale informazione è riassumibile nella Tabella 5: riassunto informazioni dai laboratori.

Nel Grafico 2: numero di laboratori che hanno ricevuto il test per intervallo di tempo in ore e nel Grafico 2: numero di laboratori e stato dei campioni all'arrivo il dettaglio di quanto indicato in tabella.

Tabella 5: riassunto informazioni dai laboratori

INVIO CAMPIONI E STATO ALL'ARRIVO			TEMPO PER IL TRASPORTO (IN ORE)		
	n°	%	ore	n°	%
campioni inviati	39				
			< 24	16	42
ottimo	37	97	24	18	47
buono	1	3	48	4	11
scarso	0	0	72	0	0
			> 72	0	0
Moduli	38	100	Risultati	38	100

METODI DI ANALISI		
	n°	%
campioni inviati	39	
metodo colorimetrico	3	8
metodo conduttimetrico	21	55
Altro	14	37
moduli	38	100

**Legenda:**

**- Invio campioni al Laboratorio**

- ✓ n° = numero di laboratori che hanno ricevuto il campione con lo stato all'arrivo indicato
- ✓ % = numero di laboratori che hanno ricevuto il campione con lo stato all'arrivo indicato, espresso in percentuale rispetto al numero di campioni inviati
- ✓ stato all'arrivo = condizioni di conservazione del campione all'arrivo
  - ottimo: congelato in presenza di ghiaccio secco
  - buono: senza ghiaccio secco, ma in buone condizioni
  - scarso: scongelato

**- Tempo per il trasporto**

- ✓ ore = numero di ore impiegate per consegnare i campioni presso i laboratori.
- ✓ n° = numero dei laboratori che hanno ricevuto il test nelle ore indicate
- ✓ % = numero dei laboratori che hanno ricevuto il test nelle ore indicate, espresso in percentuale rispetto al numero di campioni inviati.

Grafico 1: numero di laboratori che hanno ricevuto il test per intervallo di tempo in ore

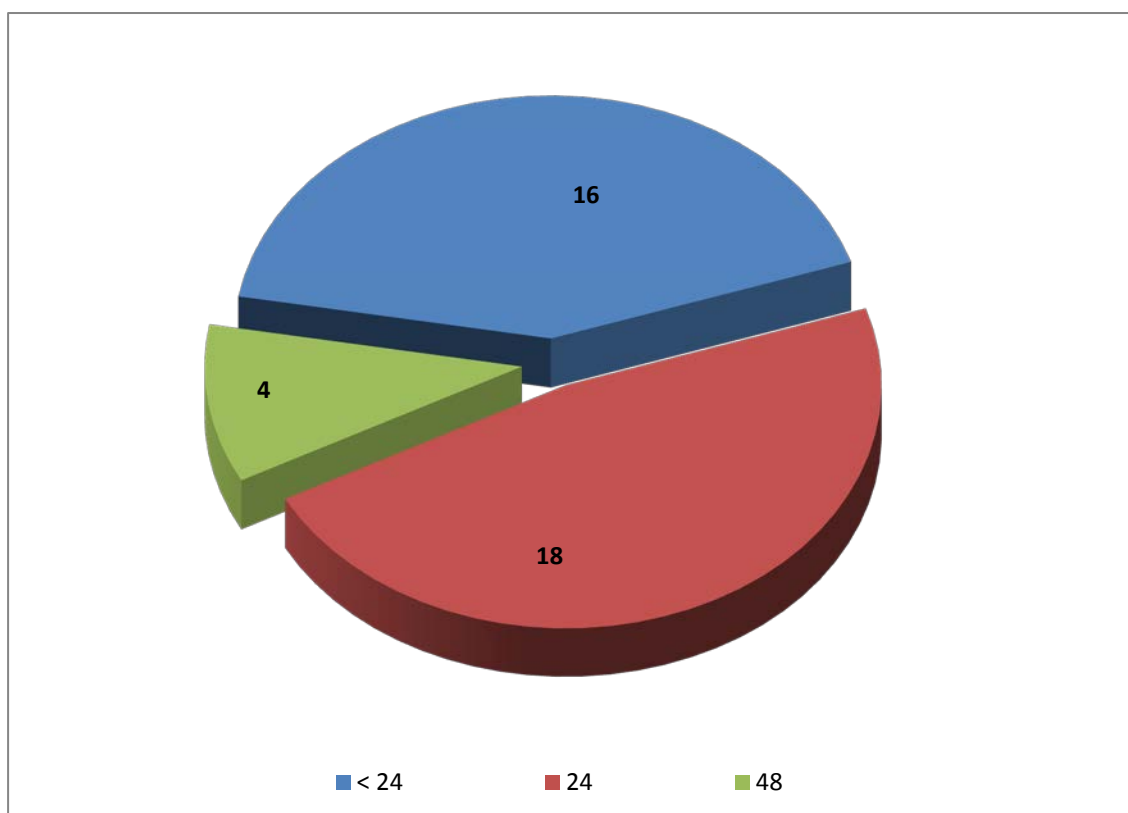


Grafico 2: numero di laboratori e stato dei campioni all'arrivo

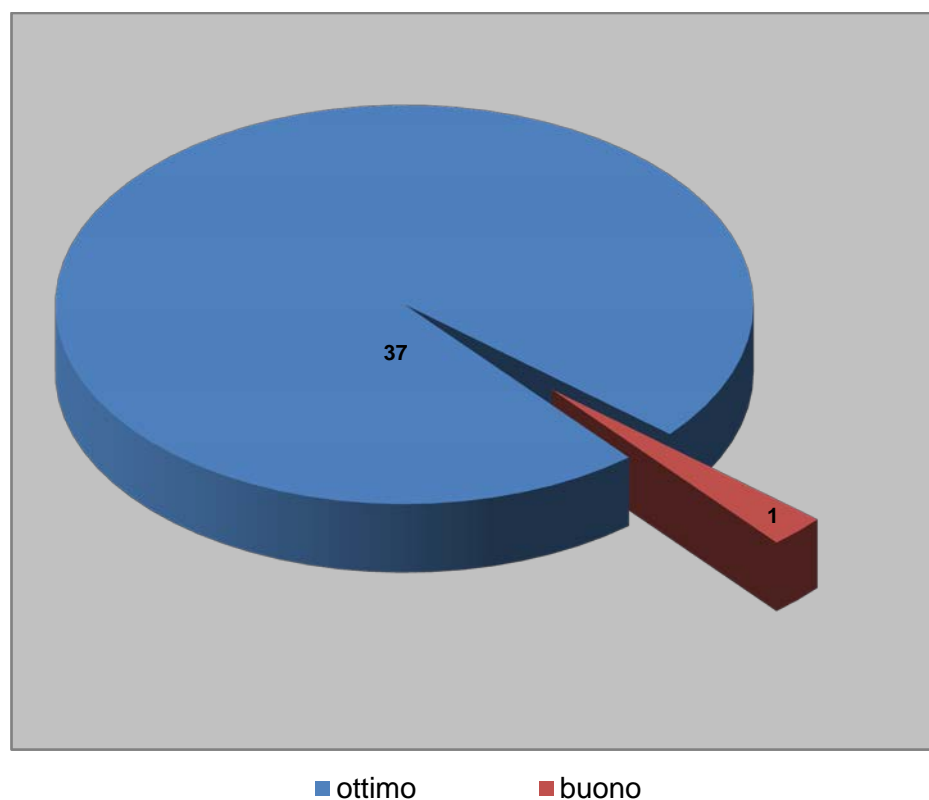
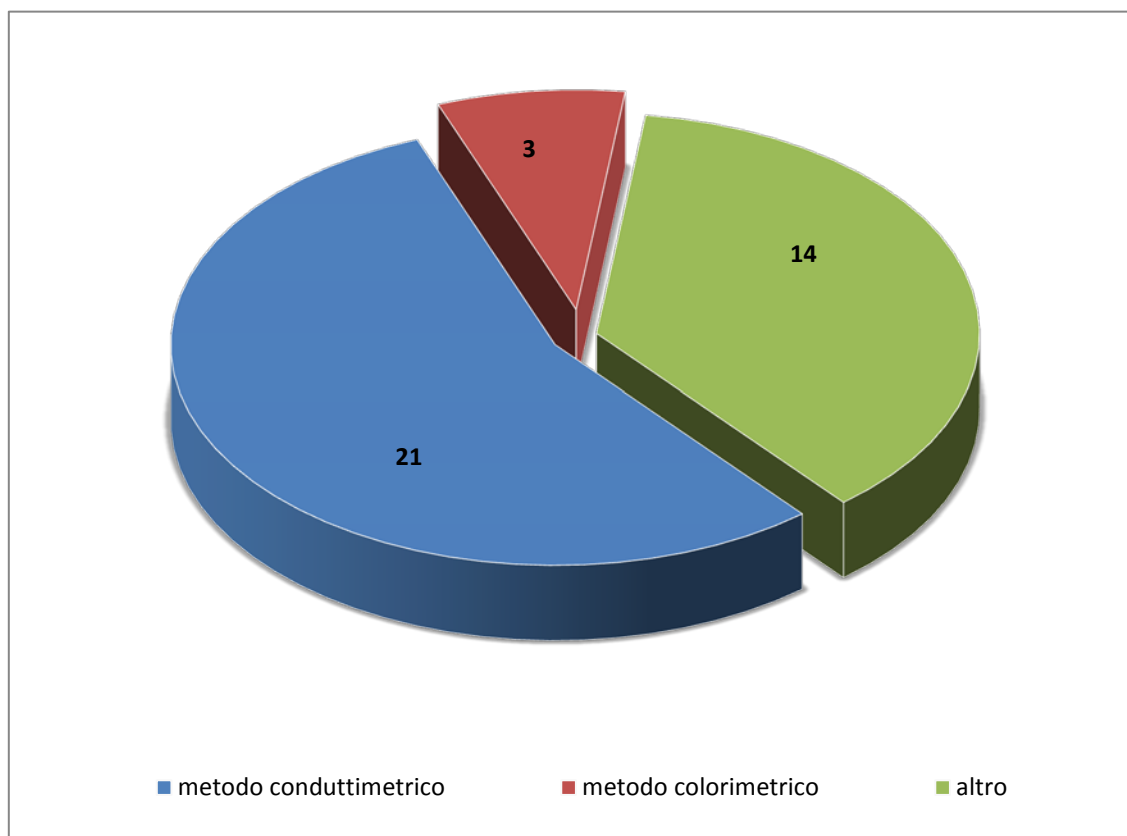




Grafico 3: metodi utilizzati



### 11. Valore assegnato della concentrazione e std dev 12%

La seguente tabella riassume le informazioni inerenti al valore vero assegnato, ottenuto dalla media robusta, calcolata con l'Algoritmo A, dei risultati dei laboratori, con l'esclusione dei soli valori anomali grossolani ovvi, la deviazione standard pari al 12% del valore assegnato e il criterio adottato per la valutazione della performance in base alla relazione tra l'incertezza associata al parametro e la deviazione standard del PT.

Trattandosi di valori di consenso si ritiene ininfluenza la descrizione della riferibilità metrologica.

Tabella 6: valore assegnato della concentrazione e std dev 12%

Parametro	Unità di misura	Valore assegnato	std dev 12%	$u_{(xPT)}$	$u_{(xpt)} > 0.3\sigma_{PT}$
Nitrati	mg/kg NO <sub>3</sub>	1029	123.5	11.44	no

### 12. Verifica dell'omogeneità e stabilità

Precedentemente alla spedizione, è stata verificata l'omogeneità dei campioni oggetto del test. Su 10 oggetti, scelti a caso sulla globalità, e' stata eseguita, in doppio, l'analisi utilizzando il metodo accreditato UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018. Ai dati ottenuti vengono applicati i test statistici previsti dalla Norma ISO 13528:2015; i risultati, unitamente al giudizio, sono raccolti nelle seguenti tabelle 7 e 8. Sono state altresì condotte prove riguardanti la verifica della stabilità dei campioni. Ai dati ottenuti vengono applicati i test statistici previsti dalla Norma ISO 13528:2015; i risultati, unitamente al giudizio, sono raccolti nelle seguenti tabelle 9 e 10.

Tabella 7: risultati delle analisi per la verifica dell'omogeneità

Descrizione parametro	Nitrati mg/kg NO <sub>3</sub>
Media (M <sub>arpae</sub> )	992
Mediana (m <sub>arpae</sub> )	995
num. misure (n)	20
gradi di libertà (gdl)	19
valore minimo (vm <sub>arpae</sub> )	965
valore massimo (VM <sub>arpae</sub> )	1016
ds <sub>arpae</sub>	14.87
dev. std. media (Sm <sub>arpae</sub> )	3.33
Varianza	221

Tabella 8: riassunto test statistici di verifica dell'omogeneità

Descrizione s.a.	Nitrati
$S_w$	11.41
$S_s$	9.80
$\sigma_{omo}$	148.7
Valore di controllo $0.3 \sigma_{omo}$	44.62
$S_s \leq 0.3 \sigma_{omo}$	Pass

Legenda:

$S_w$  : scarto tipo fra le due prove dello stesso campione

$S_s$  : scarto tipo fra le prove delle ripetizioni dei campioni

$\sigma_{omo}$  : deviazione standard delle prove di omogeneità

Tabella 9: verifica stabilità A

s.a.	giorno 1 1a analisi campione 1	giorno 1 2a analisi campione 2	MEDIA 1	giorno 2 1a analisi campione 3	giorno 2 2a analisi campione 4	MEDIA 2	M2-M1	$\sigma$	Giudizio
nitrati	1005	1025	1015	1010	993	1002	13.50	124	Pass

Nota: giorno 1 = giorno della spedizione  
giorno 2 = trascorsi 2 giorni di parziale scongelamento dal giorno 1

Tabella 10: verifica stabilità B

s.a.	giorno 1 1a analisi campione 1	giorno 1 2a analisi campione 2	MEDIA 1	giorno 3 1a analisi campione 5	giorno 3 2a analisi campione 6	MEDIA 2	M2-M1	$\sigma$	Giudizio
nitrati	1005	1025	1015	979	1005	992	23.0	124	Pass

Nota: giorno 1 = giorno della spedizione  
giorno 2 = trascorsi 10 gg dal ricevimento dell'ultimo risultato

In base alla Nota 1 del punto 7.7.3 della norma ISO 13528:2015, a fronte del giudizio non soddisfacente di una delle valutazioni della stabilità, la valutazione delle performances dei partecipanti, viene calcolato in termini di z'- score.

### 13. Valutazione adeguatezza del metodo

In conformità al punto B1.1 della norma ISO 13528:2015, viene richiesto di valutare se lo scarto di ripetibilità del laboratorio che ha eseguito le analisi di omogeneità, calcolato ad un livello di concentrazione prossimo a quello della sostanza attiva oggetto di valutazione, è sufficientemente piccolo per poter valutare effetti di disomogeneità. Viene utilizzata la seguente relazione:

$$\frac{S_{r_{val\ ARPAE}}}{\sigma_{PT}} < 0.5$$

dove:

$S_{r_{val\ ARPAE}}$ : rappresenta lo scarto tipo ottenuto in sede di validazione dal PTP

$\sigma_{PT}$ : deviazione standard pari al 25% della media robusta.

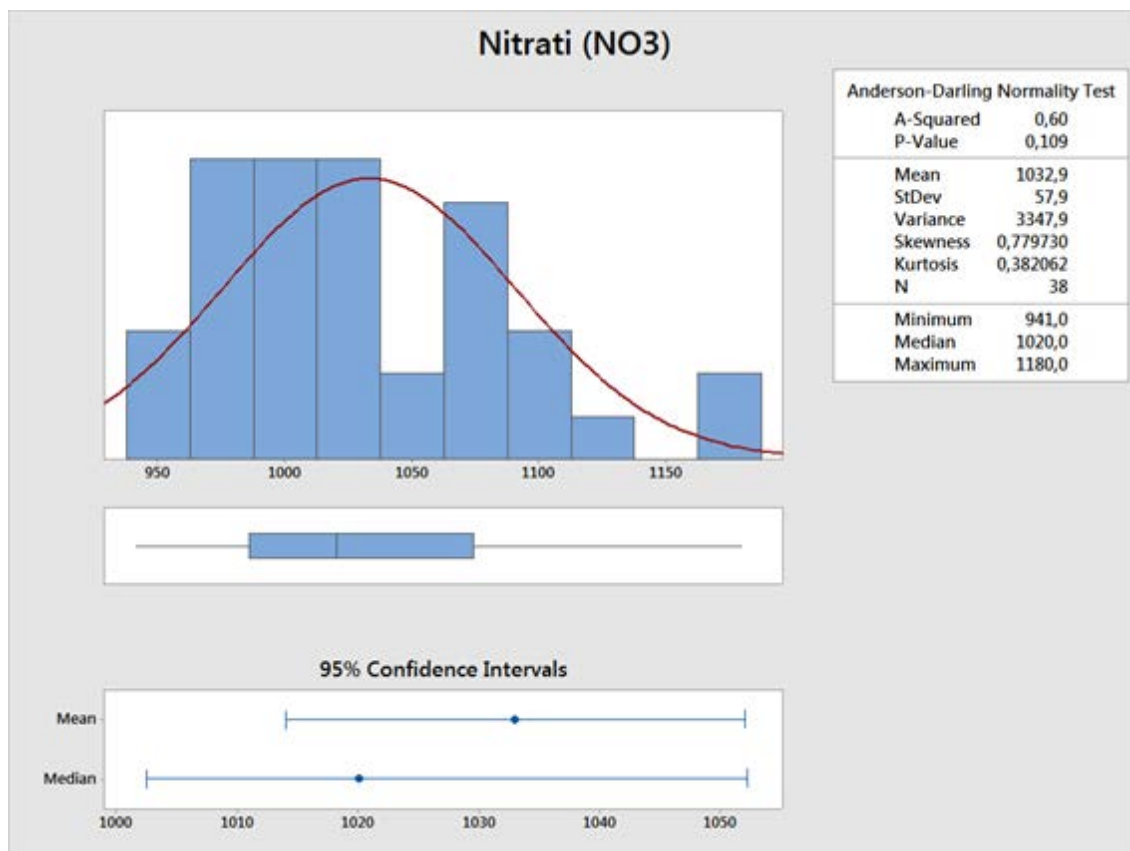
Tabella 11: valutazione adeguatezza del metodo

Sostanza attiva	media robusta (mg/kg)	$S_{r_{val\ ARPAE}}$	$\frac{S_{r_{val\ ARPAE}}}{\sigma_{PT}} < 0.5$	Valutazione
Nitrati	992	27	0.218	sì

Tabella 12: risultati dai laboratori tal quali

<b>codice</b>	<b>Nitrati</b>	<b>Statistica</b>		
Laboratorio	mg/kg NO <sub>3</sub>	<i>Parametri</i>		<i>Valori</i>
40	1070	Media Robusta	X* <sub>Lab</sub>	1029
68	1072			
75		mediana	m <sub>Lab</sub>	1020
123	1030			
141	1086			
143	1010			
183	1088	num.misure	n	38
199	980			
221	1035	gradi libertà (n-1)	gdl	37
234	979			
281	941	n° lab. con nr		0
283	961			
304	1045	n° lab. con nd		0
306	983			
327	1036	Valore minimo	vm	941
335	950			
352	1005	Valore massimo	VM	1180
366	987			
384	1020	Dev. Standard robusta	S*	56.43
468	1180			
494	1083	Dev. Standard 12%		123.5
547	1100			
562	980	Dev. standard media	Sm	9.15
573	1020			
616	1100	Varianza	V	3348
658	1180			
660	975	Incertezza associata al PT	u <sub>(XPT)</sub>	11.44
667	1062			
673	1020			
723	1070			
800	990			
804	1026			
880	999			
888	997			
890	1120			
916	1011			
948	1081			
971	970			
987	1010			

Grafico 4: nitrati



Dall'analisi delle frequenze dei risultati si assume che la distribuzione sia unimodale.

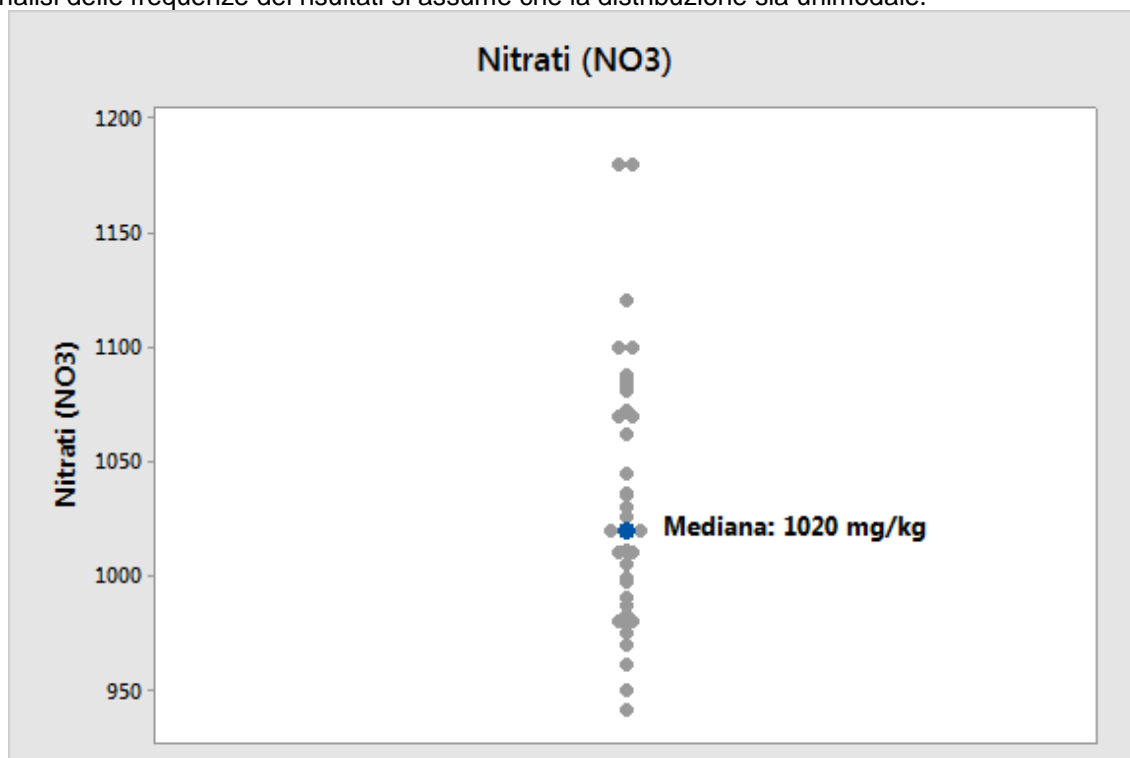


Grafico 5: nitrati

Tabella 13: z-score

laboratorio	tenore in nitrati	z'-score	Valutazione
40	1070	0.33	Soddisf
68	1072	0.35	Soddisf
75			
123	1030	0.01	Soddisf
141	1086	0.46	Soddisf
143	1010	-0.16	Soddisf
183	1088	0.47	Soddisf
199	980	-0.40	Soddisf
221	1035	0.05	Soddisf
234	979	-0.41	Soddisf
281	941	-0.72	Soddisf
283	961	-0.55	Soddisf
304	1045	0.13	Soddisf
306	983	-0.38	Soddisf
327	1036	0.05	Soddisf
335	950	-0.64	Soddisf
352	1005	-0.20	Soddisf
366	987	-0.34	Soddisf
384	1020	-0.08	Soddisf
468	1180	1.22	Soddisf
494	1083	0.43	Soddisf
547	1100	0.57	Soddisf
562	980	-0.40	Soddisf
573	1020	-0.08	Soddisf
616	1100	0.57	Soddisf
658	1180	1.22	Soddisf
660	975	-0.44	Soddisf
667	1062	0.26	Soddisf
673	1020	-0.08	Soddisf
723	1070	0.33	Soddisf
800	990	-0.32	Soddisf
804	1026	-0.03	Soddisf
880	999	-0.25	Soddisf
888	997	-0.26	Soddisf
890	1120	0.73	Soddisf
916	1011	-0.15	Soddisf
948	1081	0.42	Soddisf
971	970	-0.48	Soddisf
987	1010	-0.16	Soddisf

Grafico 6: z score

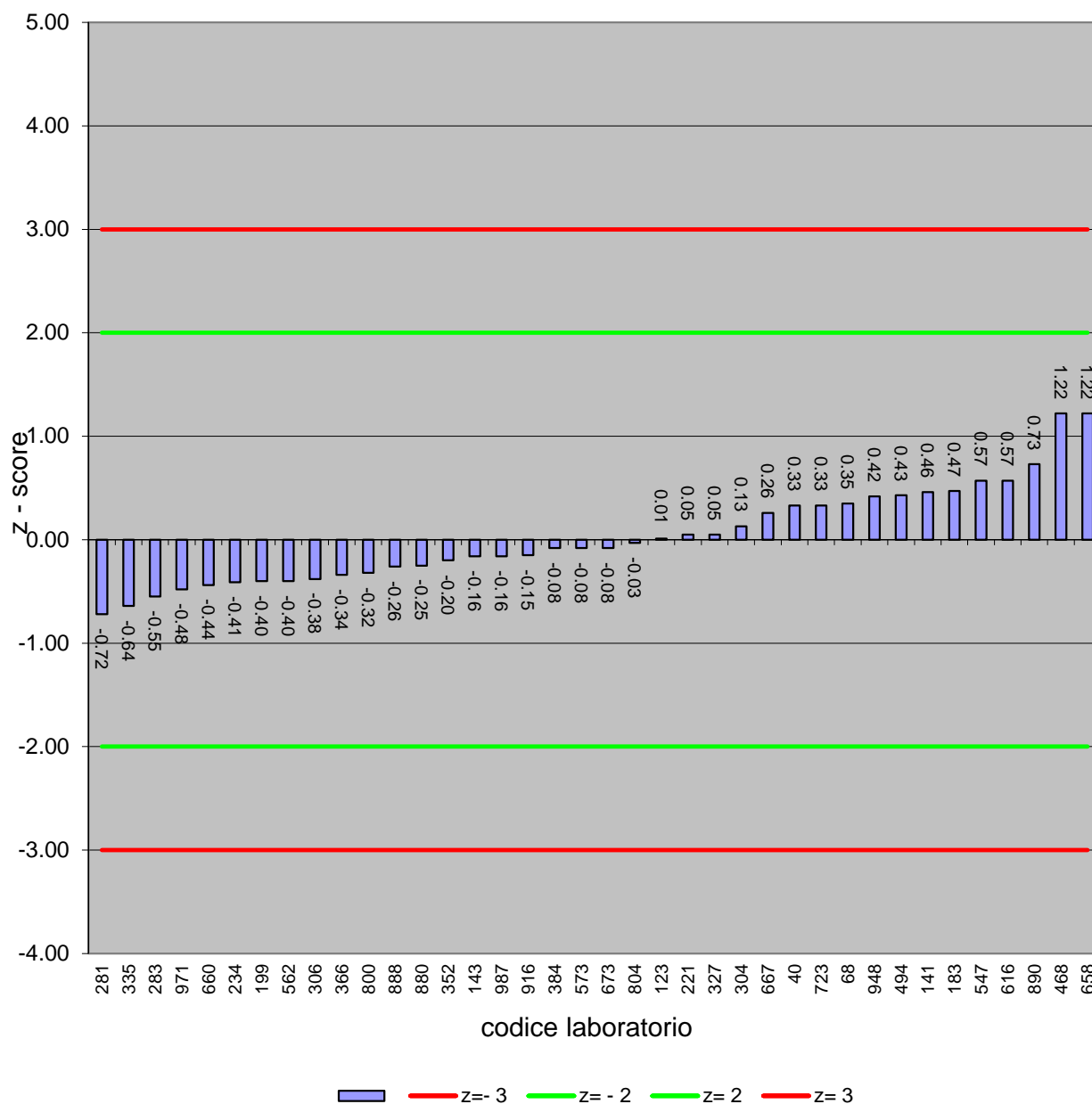


Tabella 14: valutazione complessiva del test

Riassunto dei giudizi	z-score	
	n° Laboratori	% lab
<b>Soddisfacente</b>	38	100
Totale laboratori	38	100

### 13. Commento ai risultati e confronto con gli altri test

A partire dal 1997, riportiamo il riassunto dei valori veri assegnati, dei prodotti utilizzati nel test, del numero dei laboratori partecipanti e con z-score soddisfacenti:

Tabella 15: Concentrazione, numero laboratori partecipanti e con z-score soddisfacenti

codice	matrice	conc	Lab partecipanti	Lab con z-score sodd.	
Test	tipo	mg/kg NO3	n°	n°	%
set-97		1214	18	12	67
1TNO3-1998	actinidia	2319	22	17	77
2TNO3-1998	pomodoro	1040	25	19	76
3TNO3-1998	pera	944	27	21	78
1TNO3-1999	actinidia	1794	28	23	82
2TNO3-1999	zucchino	471	28	24	86
3TNO3-1999	pera	791	30	23	77
1TNO3-2000	pomodoro	323	33	29	88
2TNO3-2000	fragola	1763	31	28	90
3TNO3-2000	mela	1469	33	27	82
1TNO3-2001	actinidia	2417	38	29	76
2TNO3-2001	fragola	1788	35	25	71
3TNO3-2001	uva	500	33	26	79
1TNO3-2002	mela	1200	48	36	75
2TNO3-2002	fragola	681	40	29	73
3TNO3-2002	albicocca	808	40	32	80
1S - 03	actinidia	1013	46	35	76
2S - 03	pomodoro	705	46	26	62
3S - 03	pera	649	37	23	62
1S - 04	lattuga	827	46	36	86
1S - 05	lattuga	1828	46	24	65
2S - 05	lattuga	354	44	28	64
3S - 05	radicchio	324	45	36	80
1S - 06	rucola	1930	39	28	72
2S - 06	radicchio	375	42	33	79
1S - 07	rucola	3977	42	38	91
2S - 07	lattuga (i)	642	45	45	100
1S - 08	lattuga	929	40	32	80
2S - 08	lattuga	966	40	35	88
1S - 09	rucola	1727	44	30	68
2S - 09	prezzemolo	567	44	39	88.6
1S - 13	lattuga	2562	35	35	100
2S - 13	cavolo cappuccio	879	35	34	97.1
3S - 13	sedano	584	33	31	93.9
1S - 14	lattuga	639	40	39	97.5
2S - 14	radicchio	835	36	33	92.0
3S - 14	lattuga	509	38	33	86.8
1S - 15	lattuga	226	38	31	81.6
2S - 15	lattuga	751	38	33	86.8
3S - 15	lattuga	615	38	34	89.5
1S-16	lattuga	658	39	35	89.7
2S-16	lattuga	853	40	37	92.5
3S-16	lattuga	545	39	35	92.1
1S-17	lattuga	454	35	35	100
2S-17	spinaci	195	34	34	100
3S-17	lattuga	1982	39	36	97.3
1S-18	spinaci	867	35	35	100
2S-18	lattuga	1073	35	34	97.1
3S-18	lattuga	733	36	36	100
1S-19	lattuga	1266	37	37	100
2S-19	lattuga	1216	35	34	97
3S-19	lattuga	1003	37	37	100
1S-20	lattuga	1306	37	36	97.3
2S-20	spinaci	1424	34	33	97.1
3S-20	lattuga	654	35	34	97.1
1S-21	spinaci	1029	38	38	100.0

(i): con adeguamento dei risultati per effetto della differenza fra il valore riscontrato all'analisi per la verifica dell'omogeneità ed il valore assegnato della concentrazione



#### 14. Risultati e livello di concentrazione

Nel Grafico 7 è riportato l'andamento della percentuale di laboratori con risultati soddisfacenti, in funzione del livello di concentrazione di nitrati espresso come mg/kg di  $\text{NO}_3$ . La retta, in rosso, ne indica la tendenza.

Grafico 7: % laboratori con risultati soddisfacenti e livello di concentrazione

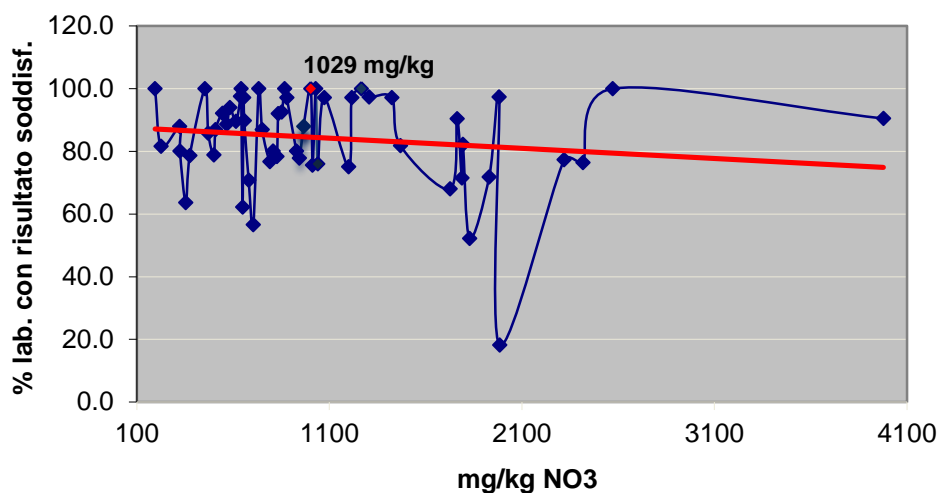
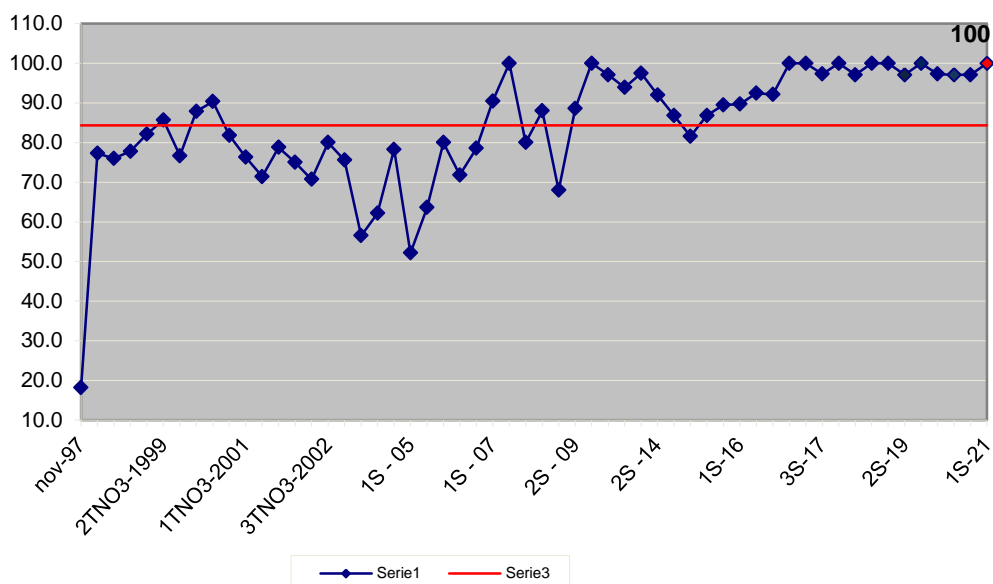


Grafico 8: risultati espressi attraverso la % dei laboratori con z-score soddisfacenti

#### z-score nel tempo



## 15. Statistica

### Errori qualitativi - falsi negativi-falsi positivi

Una sostanza attiva presente nel test, analizzata e non rilevata, a cui corrisponde un Limite di Quantificazione del partecipante minore del valore assegnato, viene considerata NR (Non Rilevata) e corrisponde ad uno z-score pari a 5.

Una sostanza attiva presente nel test, analizzata e non rilevata a cui corrisponde un LOQ maggiore del valore assegnato viene considerata ND (Non Determinata) e non corrisponde ad alcun z-score.

Una sostanza attiva presente nel test e non analizzata viene considerata ND e non corrisponde ad alcun z-score.

Una sostanza attiva non presente nel test, ma rilevata, comporta un errore per cui verrà attribuito al laboratorio uno z-score pari a 5.

### Verifica omogeneità e stabilità

Il controllo dell'omogeneità e della stabilità dei campioni viene attuato in accordo alle indicazioni della norma ISO 13528:2015: *"Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons"*.

#### Omogeneità:

Il criterio di accettabilità affinché i campioni del PT siano sufficientemente omogenei è che la varianza fra i campioni non sia maggiore della varianza all'interno del singolo campione.

Per cui:

$$S_s \leq 0.3\sigma_{om}$$

con:

$S_s$  = scarto tipo fra i campioni, calcolato come descritto al p.to B.3 13528:2015

$\sigma_{om}$  = 0,3 x FFP-RSD (fit for purpose relative standard deviation) FFP-RSD= 0,15 x valore medio dell'omogeneità di ogni sostanza attiva presente nel PT

0.3 = vedi Nota 1 paragrafo B.2.2 ISO 13528:2015

La verifica della relazione (1) attesta che la varianza fra tutte le aliquote degli oggetti (campioni test) non è più alta della varianza all'interno delle singole aliquote dei medesimi. In questo caso la popolazione, costituita dalla totalità degli oggetti, risulta sufficientemente omogenea.

#### Stabilità:

La valutazione statistica è condotta in accordo al documento ISO 13528:2015, Annex B.

Giorno 1: al momento della spedizione degli oggetti (campioni)

Giorno 2: 48 ore dopo la spedizione degli oggetti e con l'aliquota mantenuta a temperatura refrigerata.

Giorno 3: al momento del ricevimento dell'ultimo report di risultati dai partecipanti; l'aliquota mantenuta congelata.

Una sostanza attiva può essere considerata adeguatamente stabile se:

$$|x_i - y_i| \leq 0.3\sigma_{PT}$$

dove

$x_i$  = il valore medio del primo test di stabilità.

$y_i$  = il valore medio dell'ultimo test di stabilità.

$\sigma_{PT}$  = deviazione standard usata nella valutazione del PT pari al 25% del valore assegnato

0,3: valore ricavato dall'Annex E.2 della ISO 13528:2015.

### Valore assegnato

Data la tipologia di oggetti da valutare, è ritenuto adeguato l'approccio statistico dell'Algoritmo A" presente nell'Annex C della ISO 13528:2015

Alla popolazione di dati dei partecipanti ottenuta per ogni sostanza attiva presente nel PT si applicano le seguenti regole:

- eliminazione dei valori anomali grossolani ovvi, come: unità di misura scorrette o utilizzo errato dei decimali;
- valutazione della distribuzione simmetrica con MINITAB 17;
- calcolo del valore assegnato utilizzando la statistica robusta, come descritto nell'Annex C della ISO13528:2015, attraverso l'algoritmo A, corrispondente alla media robusta;
- calcolo della deviazione standard "fit for purpose" corrispondente al 25% della media robusta, così come riportato nell'articolo del *"Journal of Agricultural and Food Chemistry"*, 2011, 59(14), 7609-7619.

### Valutazione delle performances

A corredo del valore assegnato viene calcolata l'incertezza associata utilizzando la formula riportata al punto 7.7.3 della ISO 13528:2015.

$$u_{(XPT)} = 1.25 \times \frac{S^*}{\sqrt{n}}$$

dove:

$u_{(XPT)}$ : rappresenta l'incertezza associata al valore assegnato per ogni analita

$S^*$ : rappresenta la deviazione standard robusta, calcolata secondo quanto riportato nell'Annex C della norma ISO 13528:2015.

$n$ : rappresenta il numero di misure.

Il calcolo della deviazione standard "fit for purpose" corrisponde al 25% della media robusta per i PT Fitofarmaci, così come riportato nell'articolo del *"Journal of Agricultural and Food Chemistry"*, 2011, 59 (14), 7609-7619, e del 12% della media robusta per i PT Nitrati in base ad una valutazione dei passati PT

Per la valutazione delle prestazioni dei partecipanti viene calcolato il parametro z-score attraverso la relazione matematica:

$$z = \frac{X_i - X_{PT}}{\sigma_{PT}}$$

dove:

$x_{(i)}$ : rappresenta il valore riscontrato dal laboratorio per una sostanza attiva

$x_{(pt)}$ : rappresenta il valore riscontrato dall'elaborazione statistica robusta per il PT

$\sigma_{(pt)}$ : rappresenta la deviazione standard FFP del PT d'interesse

Qualora si riscontrasse che:

$$u_{(XPT)} > 0.3\sigma_{PT}$$

dove:

$\sigma_{(pt)}$ : rappresenta la deviazione standard FFP del PT d'interesse

oppure effetti di disomogeneità o instabilità, viene calcolato il parametro z' score come descritto al punto 9.5.1 della norma ISO 13528:2015 inserendo al denominatore il contributo dell'incertezza  $u_{(xpt)}$ :

$$z' = \frac{X_i - X_{PT}}{\sqrt{\sigma_{PT}^2 + u_{(XPT)}^2}}$$

dove:

$x_{(i)}$ : rappresenta il valore riscontrato dal laboratorio per una sostanza attiva

$x_{(pt)}$ : rappresenta il valore riscontrato dall'elaborazione statistica robusta per il PT

$\sigma_{(pt)}$ : rappresenta la deviazione standard FFP del PT d'interesse

$u_{(xpt)}$ : l'incertezza associata al valore assegnato per ogni analita

z-score e z'-score vengono interpretati come segue:

$ z  \leq 2$	soddisfacente
$2 <  z  < 3$	discutibile
$ z  \geq 3$	insoddisfacente

## Definizioni

**Media ( $M_{ARPAE}$ ):** media aritmetica di una serie di  $n$  valori ( $x_i$ ) e viene calcolata sommando tutti i dati ottenuti e dividendo per il numero ( $n$ ) degli stessi.

$$M = \frac{\sum X_i}{n}$$

**Mediana ( $m_{ARPAE}$ ,  $m_{Lab}$ ):** Mediana dei dati ottenuti dall'organizzatore o dai partecipanti, per ciascuna sostanza attiva. Serie di  $n$  dati ordinati  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , il valore centrale, cioè il valore che occupa il posto  $n+1$  della serie se  $n$  è dispari,  $n/2$  ed  $n/2+1$  se  $n+1$  è pari.

**Valore minimo ( $vm_{ARPAE}$ ,  $vm_{Lab}$ ):** numero più piccolo ottenuto da SSLM in sede valutazione dell'omogeneità, o dai dati dei partecipanti.

**Valore Massimo ( $VM_{ARPAE}$ ,  $VM_{Lab}$ ):** numero più grande ottenuto da SSLM in sede valutazione dell'omogeneità, o dai dati dei partecipanti.

**gdl:** gradi di libertà

**Scarto:** differenza fra ciascun risultato del laboratorio ed il valore vero assegnato.

**Deviazione standard ( $ds_{ARPAE}$ ,  $ds_{Lab}$ ):** deviazione standard dei dati di omogeneità dell'organizzatore, o dei dati dei partecipanti, misura della dispersione di una serie di osservazioni. Si calcola dalla seguente relazione:

$$ds = \sqrt{\frac{(X_i - X)^2}{n - 1}}$$

**Deviazione standard media (S.m.):** deviazione standard diviso la radice quadrata delle  $n$  misure.

**$M_{robusta}$ :** calcolata dalla popolazione di dati dei partecipanti, seguendo l'approccio statistico dell'"Algoritmo A" presente nell'Annex C della ISO 13528:2015

**$ds_{robusta}$ :** calcolata dalla popolazione di dati dei partecipanti, seguendo l'approccio statistico dell'"Algoritmo A" presente nell'Annex C della ISO 13528:2015

**$\sigma$ :** deviazione standard calcolata pari al 25% della media robusta.

**Varianza (V):** quadrato della deviazione standard.

**Giustezza (Giu):** grado di concordanza tra il valore medio e l'incremento teorico ( $M_{robusta} - it$ )

**Anderson Darling  $A^2$ :** Il test di Anderson-Darling può essere applicato a qualsiasi distribuzione. Di seguito sono riportate tabelle utili alla valutazione della distribuzione normale.

Tabella 3: Valori di riferimento Anderson Darling

$A^2$	0.631	0.752	0.873	1.035
-------	-------	-------	-------	-------

p-Value	0.1	0.05	0.025	0.01
---------	-----	------	-------	------

Per le distribuzioni normali e logonormali, la statistica di prova A2 viene calcolata da

Definizione operativa della statistica test di Anderson-Darling:

$$A^2 = -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(2i-1) \ln[F(x_i, \theta)] + (2n+1-2i) \ln[1-F(x_i, \theta)]]$$

Lunghezza campione  $\rightarrow$   $n$   
 Valore della distribuzione teorica calcolato in corrispondenza dell'  $i$ -esimo valore campionario  $\rightarrow$   $F(x_i, \theta)$   
 Indice del campione ordinato  $\rightarrow$   $i$

dove:

$n$  rappresenta la dimensione del campione;

$F(x)$  rappresenta una funzione di ripartizione che restituisce la probabilità cumulativa associata alla funzione.

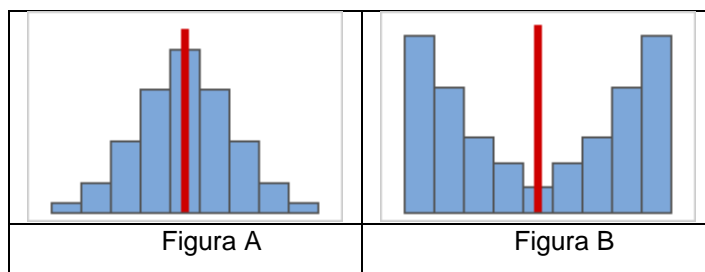
$i$  rappresenta l' $i$ -esimo campione

<http://www.statisticshowto.com/anderson-darling-test/>

**P-Value:** il p-value è un parametro in grado di discriminare fra l'ipotesi di distribuzione normale e l'ipotesi di distribuzione non normale. Se il p-value è  $>0.05$  si accetta l'ipotesi di distribuzione normale. Se il p-value è  $<0.05$  si rifiuta l'ipotesi di distribuzione normale, cioè la distribuzione è non normale.

**Skewness:** L'asimmetria è la misura in cui i dati non sono simmetrici.

Se il valore di skewness è 0, positivo o negativo rivela informazioni sulla forma dei dati.



Fonte: MINITAB 17 (016/FE)

### Distribuzioni simmetriche

Quando i dati diventano più simmetrici, il loro valore di asimmetria si avvicina a zero. La figura A mostra i dati normalmente distribuiti, che per definizione presentano una relativamente piccola asimmetria. Tracciando una linea al centro di questo istogramma di dati normali è facile vedere che i due lati si rispecchiano l'un l'altro. Ma la mancanza di asimmetria da sola non implica la normalità. La figura B mostra una distribuzione in cui i due lati si rispecchiano ancora l'uno con l'altro, sebbene i dati siano lontani dal solito distribuiti.

**Kurtosi:** è una misura dell'allontanamento dalla normalità distributiva, rispetto alla quale si può verificare un maggiore appiattimento, distribuzione platycurtica, o un maggiore allungamento, distribuzione leptocurtica. Il valore dell'indice che corrisponde alla distribuzione gaussiana è "0": un valore minore di 0 indica distribuzione platycurtica, mentre un valore maggiore di 0 indica distribuzione leptocurtica.

La Kurtosis indica come il picco e le code di una distribuzione differiscono dalla distribuzione normale. La Kurtosis può aiutare a capire inizialmente le caratteristiche generali sulla distribuzione dei dati.

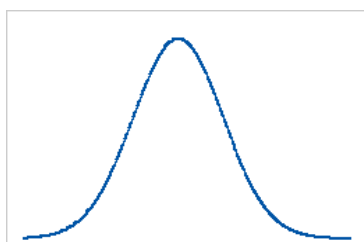


figura A

Linea di base: valore di Kurtosis pari a 0 (figura A)

I dati che seguono una distribuzione normale hanno perfettamente un valore di Kurtosis pari a 0. I dati normalmente distribuiti stabiliscono la linea di base per la Kurtosis. La Kurtosis del campione che devia significativamente da 0 può indicare che i dati non sono distribuiti normalmente.

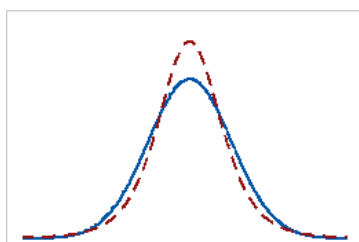


figura B

Kurtosis positiva (figura B)

Una distribuzione con un valore di Kurtosis positiva indica che la distribuzione ha code più pesanti e un picco più acuto rispetto alla distribuzione normale. Ad esempio, i dati che seguono alla distribuzione hanno un

valore di Kurtosis positiva. La linea continua mostra la distribuzione normale e la linea tratteggiata mostra una distribuzione con un valore di Kurtosis positiva.

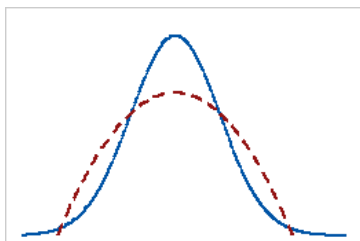


figura C  
Kurtosis negativa (figura C)

Una distribuzione con un valore di Kurtosis negativo indica che la distribuzione ha code più chiare e un picco più piatto rispetto alla distribuzione normale. La linea continua mostra la distribuzione normale e la linea tratteggiata mostra una distribuzione con un valore di kurtosis negativo.

## 16. Appelli o Reclami

In accordo con il SGQ di Arpae, i partecipanti ai PT hanno la possibilità di presentare appelli o reclami all'ente organizzatore compilando il format presente all'indirizzo:  
**[https://service.arpae.it/interview/Reclami\\_Informazioni/index.asp?pg=2](https://service.arpae.it/interview/Reclami_Informazioni/index.asp?pg=2)**

La natura del reclamo è in funzione all'erogazione del servizio: ritardi sulle tempistiche programmate, campioni scongelati o danneggiati.

L'appello può essere presentato dopo l'emissione del report finale. Il partecipante può contestare la valutazione delle proprie prestazioni presentando documentazione oggettiva delle proprie motivazioni.

Una volta ricevuto appello o reclamo Arpae comunica l'avvenuta ricezione al partecipante e ha tempo 30 giorni solari per rispondere via email ed eventualmente emendare il report finale.

## 17. Oggetti residui

A conclusione di ogni schema di PT gli oggetti eccedenti vengono conservati a temperatura di congelamento controllata secondo quanto riportato nel SGQ di Arpae, per un periodo di 30 giorni solari dalla data di emissione della revisione 0 del report finale. Gli oggetti rimangono a disposizione dei partecipanti che hanno facoltà di richiederne un'ulteriore aliquota qualora volessero utilizzare il materiale per proprie finalità.

Si specifica che la stabilità del materiale è garantita fino alla data della dead line della trasmissione dei risultati comunicata nella email che viene inviata alla consegna dei campioni.

La logistica e gli oneri del solo trasporto degli oggetti sono a carico del partecipante.

## 18. Riferimenti

- UNI CEI ISO/IEC 17043:2010 requisiti generali per proficiency testing
- UNI CEI ISO/IEC 17025:2018
- ISO 13528: 2015 Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison
- I50471/FE Linea guida per l'utilizzo del programma MINITAB 17 per elaborazioni previste nella validazione delle procedure o metodi di prova
- Journal of Agricultural and Food Chemistry", 2011, 59(14), 7609-7619.
- MINITAB17

Hanno collaborato alla realizzazione del test:

- per la parte preparativa: A. Tieghi (*firmato*), D. Tamoni (*firmato*), E. Roncarati (*firmato*).
- per la parte analitica: D. Verna (*firmato*), C. Zigola (*firmato*), Michela Comandini (*firmato*).
- per la parte organizzativa, elaborazione statistica e stesura: A. Tieghi (*firmato*), D. Tamoni (*firmato*), E. Roncarati (*firmato*).

Fin qui giungerai,e non oltre...(Giobbe 38-11)

---