



PIANO DI SORVEGLIANZA SANITARIA SULLA POPOLAZIONE ESPOSTA A PFAS

Rapporto n. 13 - Settembre 2021

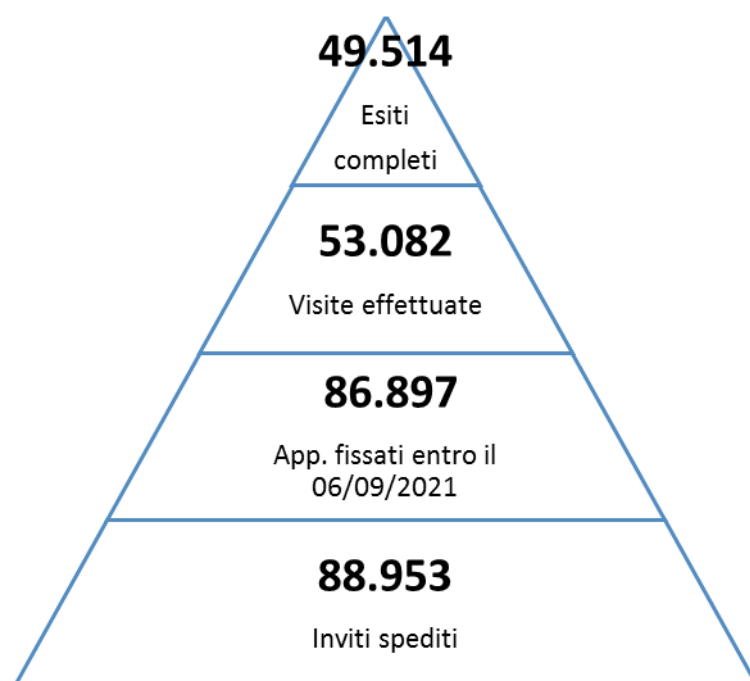
Estrazione dati del 07/09/2021

Estensione ed Adesione al Piano di Sorveglianza

Il Piano di Sorveglianza sanitaria sulla popolazione esposta a PFAS ha preso avvio a Dicembre 2016. Attualmente è in corso di completamento il primo round di screening della popolazione eleggibile. L'emergenza sanitaria legata alla pandemia di COVID-19 ha determinato ripetute sospensioni delle attività che hanno rallentato l'avanzamento del Piano. Ad oggi sono quasi 89.000 i soggetti residenti nell'Area Rossa invitati al 1° round dello screening PFAS, con 53.082 visite effettuate; per oltre 49.500 persone l'iter di primo livello è concluso e sono disponibili gli esiti completi delle indagini eseguite (Figura 1).

A settembre 2020 inoltre è iniziato il 2° round di screening per gli aderenti al primo round per i quali sono trascorsi più di 2 anni dal primo episodio di screening e ad oggi sono 1521 coloro che hanno completato il secondo round di screening.

Figura 1 - Volumi di attività complessivi - 1° round



È importante sapere che...

- ⇒ I PFAS sono composti chimici di produzione industriale presenti in molti oggetti di uso comune, ad esempio pentole antiaderenti, contenitori per alimenti, tessuti e pellami impermeabilizzati.
- ⇒ Nei Paesi occidentali, l'intera popolazione è esposta a basse dosi di PFAS soprattutto attraverso il cibo e la polvere domestica. Nell'Area Rossa della Regione Veneto, i residenti sono stati esposti a dosi elevate di PFAS attraverso l'acqua potabile.
- ⇒ Per alcuni tipi di PFAS, l'eliminazione dall'organismo è molto lenta, pertanto essi tendono ad accumularsi progressivamente nel sangue nell'arco della vita.
- ⇒ Le femmine in età fertile hanno in media concentrazioni di PFAS nel sangue più basse dei loro coetanei maschi, perché eliminano una certa quantità di PFAS attraverso le mestruazioni, la gravidanza e l'allattamento.

Tabella 1- Estensione del Piano di sorveglianza per comune e coorti di nascita - 1° round di screening

	1951-2002	2003-2004	2005-2007	2008-2009	2010
Agugliaro	✓	✓	✓	✓	✓
Albaredo D'Adige	✓	✓	✓	✓	✓
Alonte	✓	✓	✓	✓	✓
Arcole	✓	✓	✓	✓	✓
Asigliano Veneto	✓	✓	✓	✓	✓
Bevilacqua	✓	✓	✓	✓	✓
Bonavigo	✓	✓	✓	✓	✓
Borgo Veneto	✓	✓	✓	✓	✓
Boschi Sant'Anna	✓	✓	✓	✓	✓
Brendola	✓	✓	✓	✓	✓
Casale Di Scodosia	✓	✓	✓	✓	✓
Cologna Veneta	✓	✓	✓	✓	✓
Legnago	✓	✓	✓	✓	✓
Lonigo	✓	✓	✓	✓	✓
Lozzo Atestino	✓	✓	✓	✓	✓
Megliadino San Vitale	✓	✓	✓	✓	✓
Merlara	✓	✓	✓	✓	✓
Minerbe	✓	✓	✓	✓	✓
Montagnana	✓	✓	✓	✓	✓
Noventa Vicentina	✓	✓	✓	✓	✓
Orgiano	✓	✓	✓	✓	✓
Pojana Maggiore	✓	✓	✓	✓	✓
Pressana	✓	✓	✓	✓	✓
Roveredo Di Guà	✓	✓	✓	✓	✓
Sarego	✓	✓	✓	✓	✓
Terrazzo	✓	✓	✓	✓	✓
Urbana	✓	✓	✓	✓	✓
Val Lione	✓	✓	✓	✓	✓
Veronella	✓	✓	✓	✓	✓
Zimella	✓	✓	✓	✓	✓

Legenda: i simboli nella tabella rappresentano il livello di estensione raggruppato in cinque fasce, come illustrato qui

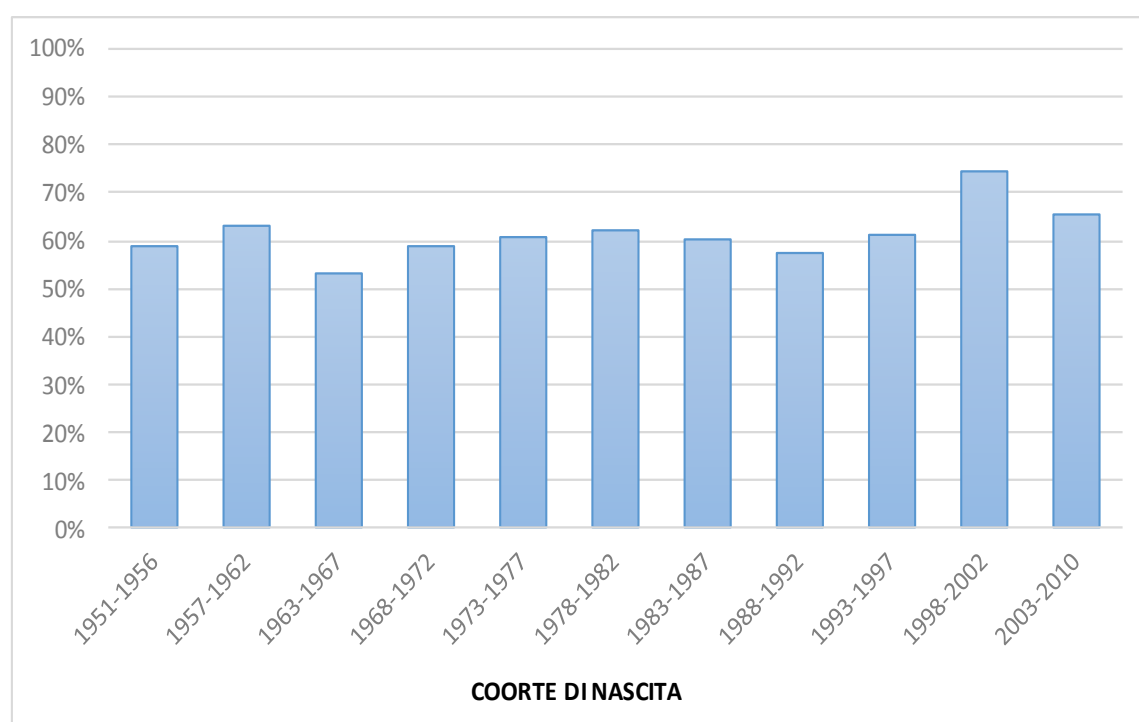


✓	95% - 100%
✓	75% - 94%
✓	50% - 74%
✓	25% - 49%
✓	0% - 24%

L'estensione degli inviti della popolazione eleggibile, per comune di residenza e coorte di nascita, è riportata in Tabella 1. Complessivamente, gli inviti hanno raggiunto il 90% dei soggetti eleggibili nati tra il 1951 ed il 2002. Per i nuovi 14enni e i soggetti in età pediatrica, gli inviti stanno procedendo secondo il programma stabilito dalla DGR 691/2018.

In Figura 2 è illustrata l'adesione per coorti di nascita al Piano di Sorveglianza, che attualmente si attesta al 59,6% sull'intera popolazione invitata e risulta più elevata nelle classi di età pediatriche e giovanili.

Figura 2 - Adesione al Piano di sorveglianza per coorti di nascita - 1° round di screening



Esami bioumorali - Risultati del 1° round di screening

La Tabella 2 mostra, per i vari indicatori bioumorali analizzati nel Piano di Sorveglianza, la percentuale di soggetti, aderenti al primo round di screening, con valori fuori norma e la relativa mediana calcolata, con suddivisione dei soggetti per classi d'età compiuta al momento della chiamata al Piano di Sorveglianza. Si osservano generalmente valori mediani più elevati e una percentuale maggiore di valori fuori norma nelle classi più anziane, soprattutto per gli esami relativi alla funzionalità renale, all'emoglobina glicata (HbA1c) e al profilo lipidico.

Tabella 2 - Esami bioumorali - Valori mediani e % di valori fuori norma per classe d'età

Esame		Classi di età (anni)							
		< 14	14-18	19-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65+
		n= 2.756	n= 6.120	n= 4.583	n= 8.021	n= 10.432	n= 10.515	n=5.765	n=1.322
Creatinina (mg/dl)	Mediana	0,51	0,76	0,83	0,82	0,81	0,82	0,87	0,89
	% fuori norma	0,07%	0,62%	1,27%	1,13%	1,18%	1,54%	3,66%	7,34%
eGFR (ml/min/1,73 mq)	Mediana	178	130	112	106	100	93	84	77
	% fuori norma	0%	2,39%	9,71%	17,85%	27,58%	42,36%	65,92%	82,68%
Acido urico (mg/dl)	Mediana	3,7	4,7	4,7	4,6	4,5	4,7	4,9	5,1
	% fuori norma	2,72%	3,55%	3,32%	3,39%	3,88%	6,04%	9,12%	12,78%
ALT (U/L)	Mediana	16	15	17	18	19	21	23	23
	% fuori norma	5,12%	1,62%	3,88%	5,95%	5,7%	6,58%	8,38%	4,61%
AST (U/L)	Mediana	27	21	21	21	21	22	24	25
	% fuori norma	2,98%	1,41%	2,14%	1,96%	1,76%	2,29%	4,2%	3,86%
HbA1c (mmol/mol)	Mediana	34	33	32,5	33	34	35	37	37
	% fuori norma	1,74%	0,28%	0,41%	0,31%	0,64%	2,39%	5,46%	9,38%
Colesterolo totale (mg/dl)	Mediana	159	147	159	176	185	200	205	201
	% fuori norma	13,79%	7,63%	17,41%	34,19%	45,37%	61,85%	66,38%	59%
Colesterolo HDL (mg/dl)	Mediana	59	53	56	58	57	58	58	57
	% fuori norma	4,75%	11,32%	8,34%	8,76%	9,94%	8,74%	8,2%	10,21%
Colesterolo LDL (mg/dl)	Mediana	86	77	82	97	107	120	123	119
	% fuori norma	12,84%	6,91%	11,96%	26,46%	40,82%	56,63%	59,43%	51,97%
Trigliceridi (mg/dl)	Mediana	57	70	79	85	86	86	92,5	98
	% fuori norma	2,36%	4,69%	8,1%	11,06%	12,45%	10,47%	10,65%	10,74%
TSH (mIU/L)	Mediana	2,19	1,83	1,79	1,69	1,65	1,66	1,68	1,60
	% fuori norma	3,77%	3,82%	4,49%	3,99%	4,59%	4,85%	5,92%	5,07%
Albuminuria (mg/g creat)	Mediana	5	4	3	3	4	4	4	6
	% fuori norma	5,84%	11,44%	6,24%	4,45%	5,16%	4,41%	4,08%	5,9%

Note metodologiche:

- i dati riportati potranno subire aggiornamenti legati all'arrivo di nuovi referti e/o all'inclusione di soggetti che in precedenza non avevano aderito
- vengono riportati solo i dati grezzi senza alcun aggiustamento per le abitudini di vita rilevate nell'intervista
- il colesterolo LDL è stato calcolato con la formula di Friedewald
- per gli esami bioumorali dei soggetti di età ≥14 anni sono stati considerati fuori norma i seguenti valori: creatinina maschi >1,30 mg/dl, femmine >1,00 mg/dl; eGFR ≤90 ml/min/1,73 mq; acido urico maschi >7,2 mg/dl, femmine >6,0 mg/dl; ALT maschi >50 U/L, femmine >35 U/L; AST maschi >50 U/L, femmine >35 U/L; HbA1c ≥48 mmol/mol; colesterolo totale ≥190 mg/dl; colesterolo HDL maschi ≤39 mg/dl, femmine ≤43 mg/dl; colesterolo LDL ≥115 mg/dl; trigliceridi >175 mg/dl; TSH <0,27 mIU/L oppure >4,20 mIU/L; albuminuria ≥30 mg/g creat. Per i soggetti di età <14 anni alcuni parametri hanno soglie diverse.

Abbreviazioni: eGFR= velocità di filtrazione glomerulare stimata

PFAS nel siero - Risultati del 1° round di screening

Le concentrazioni di 12 congeneri PFAS rilevate nel siero dei soggetti aderenti al Piano di Sorveglianza sanitaria (distinti in base all'età inferiore o superiore ai 14 anni) sono riportate in Tabella 3. Viene riportata la distribuzione dei valori rilevati (mediana, 5°-25°-75°-95° percentile, minimo e massimo). Il percentile rappresenta il valore sotto il quale è raccolta la percentuale dei soggetti indicata, ad esempio: 5° percentile indica il valore sotto il quale si posiziona il 5% delle osservazioni. Nella colonna "% > LOQ" viene indicata, per ogni sostanza, la quota di soggetti nella quale la concentrazione del composto era superiore al limite di quantificazione di 0,5 ng/ml. Tre congeneri (PFOA, PFOS e PFHxS) sono risultati quantificabili in quasi tutti i soggetti. Fra gli altri congeneri, quello quantificabile più di frequente è il PFNA (28% dei soggetti di età <14 anni e 53% dei soggetti di età >14 anni). Il PFOA è il congenere che raggiunge le concentrazioni sieriche più elevate: la mediana risulta pari a 20,7 ng/ml nei soggetti di età <14 anni e a 39,4 ng/ml nei soggetti di età >14 anni. Seguono il PFOS (mediana 2,2 e 4,0 ng/ml, rispettivamente) e il PFHxS (mediana 1,9 e 3,9 ng/ml, rispettivamente).

Tabella 3 - PFAS nel siero (ng/ml) - Percentili di distribuzione e % di valori quantificabili per classe d'età

Età < 14 anni (n=2.756)									
Congenere PFAS	% > LOQ	min	p5	p25	Mediana	Media	p75	p95	max
PFBA	0,18	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,4	<0,5	<0,5	3,9
PFDeA	8,06	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,4	<0,5	0,5	6,4
PFDoA	0,22	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,4	<0,5	<0,5	1,0
PFHpA	0,47	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,4	<0,5	<0,5	6,7
PFHxA	0,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,4	<0,5	<0,5	0,4
PFNA	28,12	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,4	0,5	0,7	3,1
PFOA	99,85	<0,5	4,4	12,8	20,7	26,1	33,3	64,4	316,3
PFPeA	0,00	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,4	<0,5	<0,5	0,4
PFUnA	0,44	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,4	<0,5	<0,5	1,6
PFBS	0,44	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,4	<0,5	<0,5	4,6
PFHxS	96,52	<0,5	0,5	1,2	1,9	2,2	2,8	5,1	14,6
PFOS	99,31	<0,5	0,9	1,6	2,2	2,6	3,0	5,2	96,0
Età ≥ 14 anni (n=46.758)									
Congenere PFAS	% > LOQ	min	p5	p25	Mediana	Media	p75	p95	max
PFBA	1,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,4	<0,5	<0,5	37,2
PFDeA	22,28	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,4	<0,5	0,8	45,3
PFDoA	0,47	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,4	<0,5	<0,5	10,6
PFHpA	1,02	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,4	<0,5	<0,5	15,1
PFHxA	0,13	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,4	<0,5	<0,5	7,1
PFNA	52,98	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	0,6	0,7	1,1	59,8
PFOA	99,86	<0,5	3,8	16,1	39,4	65,4	84,2	212,3	2723,3
PFPeA	0,04	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,4	<0,5	<0,5	1,3
PFUnA	4,36	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,4	<0,5	<0,5	6,0
PFBS	1,71	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,4	<0,5	<0,5	9,2
PFHxS	97,06	<0,5	0,6	1,8	3,9	6,7	8,4	22,2	162
PFOS	99,75	<0,5	1,3	2,6	4,0	5,0	6,1	11,6	152,5

Note metodologiche:

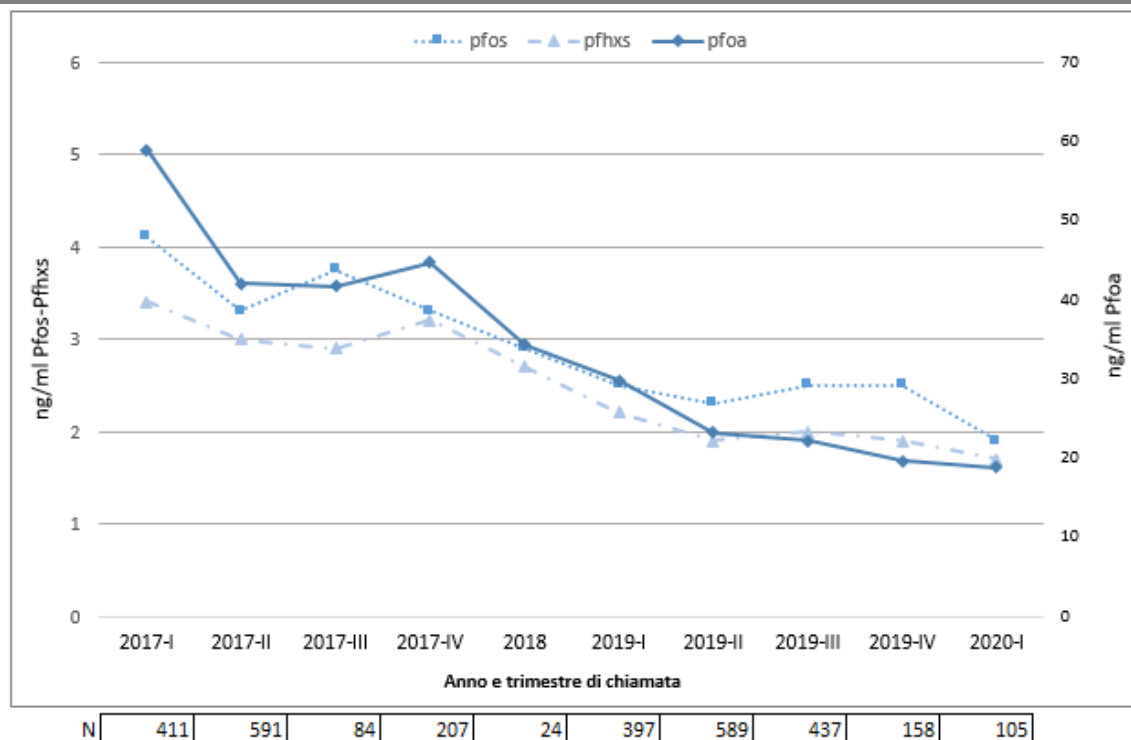
- i dati riportati potranno subire aggiornamenti legati all'arrivo di nuovi referti e/o all'inclusione di soggetti che in precedenza non avevano aderito
- vengono riportati solo i dati grezzi senza alcun aggiustamento per le abitudini di vita rilevate nell'intervista
- i valori di PFAS sono espressi in ng/ml e arrotondati alla prima cifra decimale; ai campioni con valori < LOQ è stato attribuito un valore pari a $LOQ/\sqrt{2}$ per le analisi.

Abbreviazioni: LOQ=limite di quantificazione; PFBA=acido perfluorobutanoico; PFBS=acido perfluorobutansulfonico; PFPeA=acido perfluoropentanoico; PFHxA=acido perfluoroesanoico; PFHxS=acido perfluoroesansulfonico; PFHpA=acido perfluoroeptanoico; PFOA=acido perfluorooctanoico; PFOS=acido perfluorooctansulfonico; PFNA=acido perfluorononanoico; PFDeA=acido perfluorodecanoico; PFUnA=acido perfluoroundecanoico; PFDoA=acido perfluorododecanoico.
p5= 5° percentile; p25=25° percentile; p75=75° percentile; p95=95° percentile

Considerato che l'esposizione per via idro-potabile della popolazione residente nell'Area Rossa si è drasticamente ridotta a partire dall'estate del 2013, grazie all'installazione di filtri a carboni attivi in grado di rimuovere i PFAS dall'acqua degli acquedotti, con il trascorrere del tempo ci si attende una progressiva riduzione delle concentrazioni di PFAS nel siero dei residenti. La Figura 3 mostra l'andamento nel tempo delle concentrazioni sieriche di PFOA, PFOS e PFHxS nei soggetti che al momento del prelievo avevano un'età di 14-15 anni: come atteso, si osserva una tendenza alla riduzione delle concentrazioni sieriche.

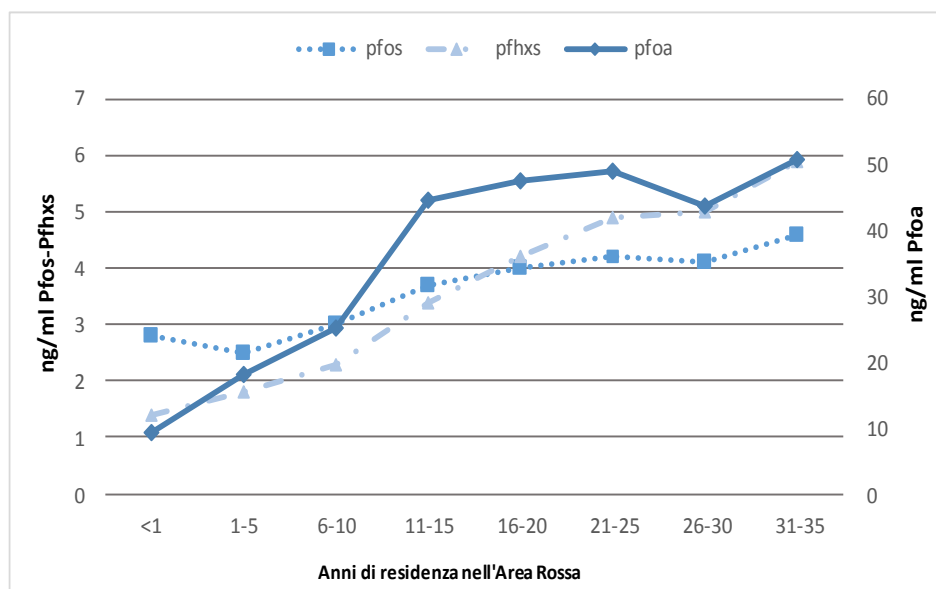
Figura 3 - Concentrazioni mediane di PFOA, PFOS e PFHxS nei soggetti di 14-15 anni al prelievo, per trimestre

NB: l'anno 2018 non è stato suddiviso in trimestri a causa del basso numero di soggetti invitati



Poiché PFOA, PFOS e PFHxS si accumulano progressivamente nell'organismo, è atteso che, all'aumentare della durata dell'esposizione a queste sostanze, si osservi un aumento delle loro concentrazioni nel siero. Quest'ipotesi appare confermata dai dati rappresentati in Figura 4, che mostrano un aumento delle concentrazioni sieriche mediane all'aumentare del numero di anni di residenza nell'Area Rossa.

Figura 4 - Concentrazioni mediane di PFOA, PFOS e PFHxS per durata della residenza in Area Rossa



Le concentrazioni sieriche di PFAS variano a seconda del genere, dell'età e della zona di residenza (Area Rossa A oppure B). Come illustrato in Figura 5, i valori di PFOA, PFOS e PFHxS risultano mediamente più elevati nei maschi rispetto alle femmine e nei soggetti di età >14 anni rispetto a quelli di età <14 anni. La differenza fra generi è influenzata dalla fascia d'età, risultando più marcata nel gruppo di soggetti di età >14 anni. Inoltre, si osservano concentrazioni mediamente più elevate tra i residenti nell'Area Rossa A rispetto ai residenti nell'Area Rossa B (Figura 6). Anche in questo caso, la differenza risulta più pronunciata nel gruppo di soggetti di età >14 anni.

Per spiegare questi dati, si consideri che il bioaccumulo di PFAS è proporzionale alla durata dell'esposizione, a sua volta correlata all'età del soggetto. Pertanto, eventuali differenze nella velocità di bioaccumulo diventano più evidenti con l'età. Le femmine durante l'età fertile bioaccumulano meno PFAS rispetto ai maschi, a causa dell'escrezione attraverso le mestruazioni, la gravidanza e l'allattamento. I residenti nell'Area Rossa A, dove la contaminazione ha interessato non solo la rete acquedottistica ma anche matrici ambientali come le acque sotterranee, mostrano un maggiore bioaccumulo rispetto ai residenti dell'Area Rossa B, in cui sono stati coinvolti solo gli acquedotti.

Figura 5 - Concentrazioni sieriche di PFOA, PFOS e PFHxS suddivise per genere

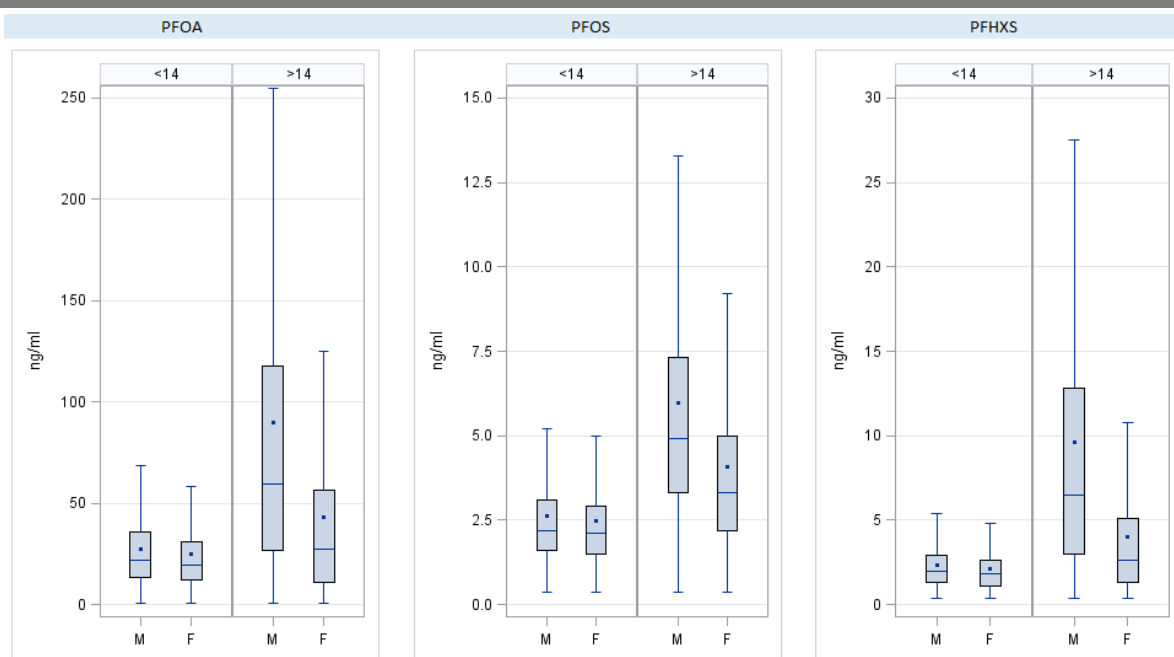
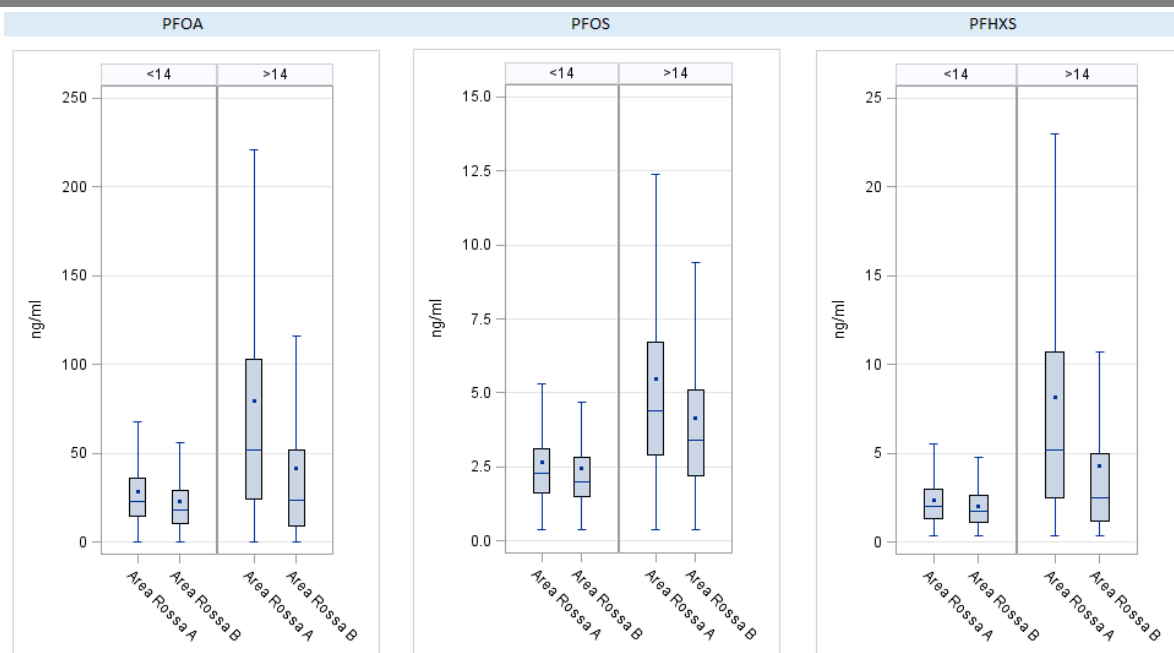


Figura 6 - Concentrazioni sieriche di PFOA, PFOS e PFHxS nelle Aree Rossa A e B



PFAS nel siero - Primi risultati del 2° round di screening

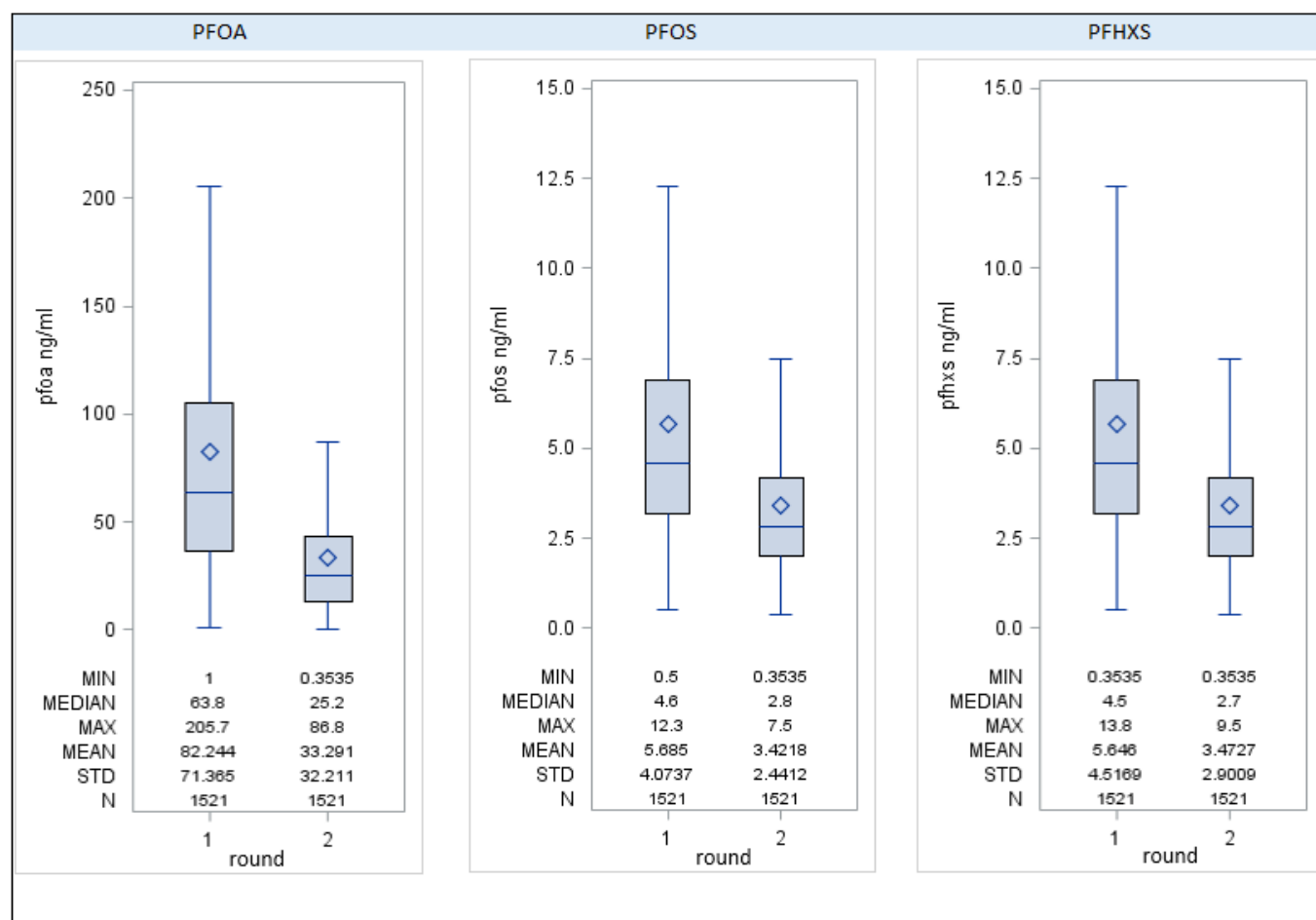
Da settembre 2020 a settembre 2021, i soggetti che hanno completato il secondo round di screening, e per i quali sono disponibili gli esiti, sono complessivamente 1521. Il 60% di questi appartiene alle coorti di nascita 1998-2002, e circa il 35% alle coorti 1993-1997.

Su questi primi 1521 individui è stato quindi possibile mettere a confronto le concentrazioni di PFAS nel siero rilevate al 1° round di screening con quelle rilevate al 2° round. La distanza temporale media tra i due round è di 3 anni e 10 mesi, con un range compreso fra 3 anni e 4 mesi e 4 anni e 5 mesi.

In Figura 7 sono rappresentati, mediante boxplot, i valori minimi, massimi, medi e mediani, nonché la deviazione standard, delle concentrazioni di PFOA, PFOS e PFHxS rilevate nel siero al primo e al secondo round.

Si nota un evidente calo delle concentrazioni sieriche per tutti e tre i composti. Il calo più pronunciato riguarda il PFOA, con la concentrazione mediana scesa da 63.8 ng/ml del 1° round a 25.2 ng/ml del 2° round, corrispondente a un decremento del 60%. Nel caso di PFOS e PFHxS il decremento osservato tra 1° e 2° round è stato rispettivamente del 39% (mediana scesa da 4.6 a 2.8 ng/ml) e del 40% (mediana scesa da 4.5 a 2.7 ng/ml).

Figura 7 - Concentrazioni sieriche di PFOA, PFOS e PFHxS - Confronto tra 1° e 2° round di screening



Presa in carico specialistica di 2° livello - Risultati del 1° round di screening

Le persone di età >14 anni che allo screening di primo livello risultano avere concentrazioni di PFOA o PFOS superiori all'intervallo di riferimento, in concomitanza con alterazioni degli esami bioumorali o dei valori pressori, vengono inviati ad un percorso di approfondimento e presa in carico specialistica di 2° livello, che prevede, a seconda del tipo di alterazioni presenti, una visita cardiologica, internistica o entrambe. Le visite si svolgono presso ambulatori dedicati appositamente attivati per la presa in carico della popolazione esposta a PFAS. Al 07/09/2021 sono **35.214** i soggetti ai quali è stato offerto il percorso di secondo livello, pari al 71,1% dei soggetti aderenti al 1° livello e per i quali sono disponibili i valori bioumorali.

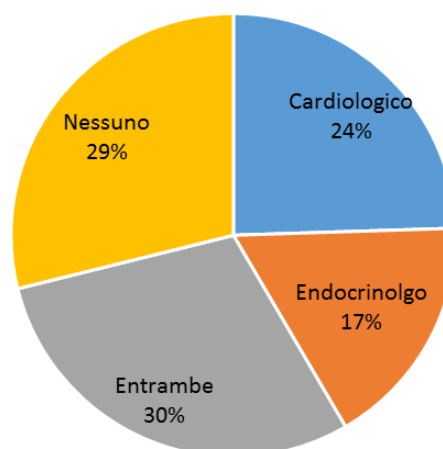
Scendendo nel dettaglio della tipologia di presa in carico indicata, si osserva che circa il 24% degli individui aderenti al 1° livello è stato inviato all'ambulatorio cardiologico, il 17% a quello internistico e il 30% ad entrambi gli ambulatori (Figura 8).

L'Azienda ULSS 8 Berica ha effettuato complessivamente, dall'avvio del Piano di sorveglianza fino al 31/08/2021, 8.316 prime visite specialistiche di 2° livello, di cui 4.015 visite cardiologiche e 4.301 visite internistiche. A queste vanno aggiunte 256 prime visite specialistiche di 2° livello per utenti pediatrici (123 cardiologiche e 133 internistiche). I percorsi di 2° livello avviati a seguito delle prime visite hanno portato all'erogazione di numerose indagini di approfondimento diagnostico (tra cui 36 elettrocardiogrammi secondo Holter, 239 ecocardiogrammi, 354 test cardiovascolari da sforzo, 33 eco-Doppler vascolari, 331 ecografie dell'addome, 1.957 ecografie del capo e del collo), di 119 visite cardiologiche di controllo, di 210 visite internistiche di controllo e di 132 altre visite specialistiche. Le patologie più frequentemente diagnosticate al termine dei percorsi di 2° livello sono state le alterazioni del profilo lipidico (1.892 diagnosi), l'ipertensione arteriosa (1.325 diagnosi), i disturbi tiroidei (1.148 diagnosi) e il diabete mellito (270 diagnosi).

L'Azienda ULSS 9 Scaligera ha effettuato complessivamente, dall'avvio del Piano di sorveglianza fino al 31/08/2021, 3.485 prime visite specialistiche di 2° livello, di cui 2.050 visite cardiologiche e 1.435 visite internistiche. I percorsi di 2° livello avviati a seguito delle prime visite hanno portato all'erogazione di numerose indagini di approfondimento diagnostico (2.051 elettrocardiogrammi, 28 ecografie dell'addome, 61 ecografie del capo e del collo, 7 scintigrafie tiroidee e 5 agoaspirati della tiroide) e di 268 visite internistiche di controllo. Le diagnosi formulate al termine dei percorsi di 2° livello hanno riguardato prevalentemente alterazioni del profilo lipidico e della funzionalità tiroidea. In particolare, nel periodo compreso fra il 1 gennaio e il 31 agosto 2021, sono state formulate 47 diagnosi di dislipidemia e 13 diagnosi di tireopatia.

Approfondimenti sulle patologie tiroidee: secondo quanto previsto dalla DGR 1163/2019, a partire da marzo 2019 le donne residenti nei comuni dell'Area Rossa A, nate tra il 1989 e il 1998, che, in seguito agli esami di primo livello, presentino concentrazioni sieriche di PFOA e/o PFOS superiori al valore di riferimento, sono invitate dall'Azienda ULSS 8 Berica ad eseguire un'ecografia tiroidea offerta gratuitamente al fine di identificare eventuali patologie tiroidee. In base all'esito dell'esame, le utenti sono prese in carico e, se necessario, inserite in un percorso diagnostico-terapeutico specifico. Al 31/08/2021, su un totale di 2.148 donne eleggibili, 1.730 (80,5%) sono già state invitate ad effettuare l'ecografia tiroidea e, di queste, 1.470 (85,0%) hanno aderito all'invito. Il referto ecografico è risultato patologico o dubbio in 323 casi (22,0%), per cui sono stati effettuati gli opportuni approfondimenti (visita endocrinologica, agoaspirato).

Figura 8 - % di persone aderenti al 1° livello inviate alla presa in carico di 2° livello



Il Piano di Sorveglianza sanitaria sulla popolazione esposta a PFAS

Il Piano di sorveglianza sanitaria, approvato con DGR 2133 del 23/12/2016 ed integrato con DGR 691 del 21/05/2018, ha come obiettivo l'identificazione di malattie cronico-degenerative dovute all'esposizione a PFAS e a scorretti stili di vita, attraverso la presa in carico sanitaria della popolazione esposta. Il Piano è rivolto ai residenti nei 30 Comuni (alcuni coinvolti solo parzialmente) dell'area di massima esposizione sanitaria ("Area Rossa", vedi Figura 8) nati tra il 1951 e il 2002, e per l'età pediatrica, dal 2003 al 2014. La convocazione della popolazione target è iniziata a Dicembre 2016 e procede secondo un ordine di età anagrafica crescente, ad esclusione dei soggetti nati dal 2003 in poi per i quali si prevede una chiamata di 2/3 coorti all'anno a partire dal 2018.

Il protocollo di sorveglianza include:

- un'intervista con un operatore sanitario per individuare abitudini di vita non salutari e fornire informazioni e consigli su come proteggere la propria salute
- la misurazione della pressione arteriosa
- esami del sangue e delle urine per valutare la funzionalità di fegato, reni e tiroide ed eventuali alterazioni del metabolismo dei grassi e degli zuccheri
- il dosaggio di dodici tipi di PFAS nel siero
- l'invio ad ambulatori specialistici di 2° livello per la presa in carico delle persone con alterazioni della pressione arteriosa o degli esami bioumorali e PFAS elevati.

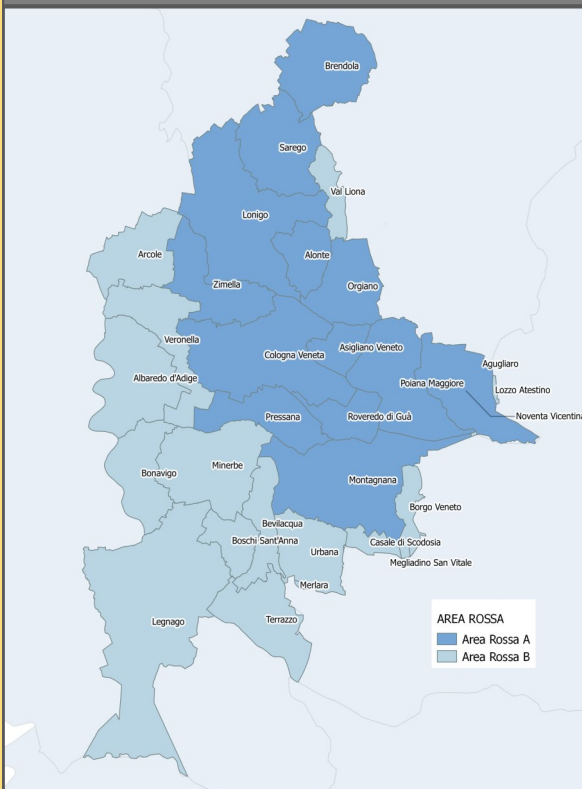
La DGR 2133 del 23/12/2016, aggiornata con DGR 619 del 21/05/2018, individua all'interno dell'Area Rossa due sotto-aree:

- **Area Rossa A:** comprendente i Comuni serviti da acquedotti inquinati prima dell'applicazione dei filtri e localizzati sopra il plume di contaminazione della falda sotterranea (Alonte, Asigliano Veneto, Brendola, Cologna Veneta, Lonigo, Montagnana, Noventa Vicentina, Pojana Maggiore, Pressana, Roveredo di Guà, Sarego, Zimella, Orgiano*)
- **Area Rossa B:** comprendente i Comuni serviti da acquedotti inquinati prima dell'applicazione dei filtri ma esterni al plume di contaminazione della falda sotterranea (Albaredo d'Adige, Arcole, Bevilacqua, Bonavigo, Boschi Sant'Anna, Legnago, Minerbe, Terrazzo, Veronella, Agugliaro**, Borgo Veneto**, Casale di Scodosia**, Lozzo Atestino**, Medaglini San Vitale**, Merlara**, Urbana**, Val Liona**).

*Comuni inseriti nell'Area Rossa con DGR 619/2018

**Comuni interessati parzialmente o per una frazione, inseriti nell'Area Rossa con DGR 619/2018

Figura 8: Area di massima esposizione sanitaria



Questo Rapporto in sintesi

- ⇒ Alla data del 07/09/2021 più del 90% della popolazione eleggibile al Piano di Sorveglianza sanitaria sulla popolazione esposta a PFAS è stato invitato al primo round di screening. Oltre 49.500 persone hanno completato lo screening di primo livello e l'adesione complessiva al programma è di circa il 60%.
- ⇒ Per quanto riguarda gli esami bioumorali, il colesterolo e gli indici di funzionalità renale risultano essere gli indicatori con percentuale più elevata di valori "fuori norma". I valori mediani e la percentuale di valori "fuori norma" tendono ad aumentare con l'età, come atteso considerando che i processi fisiologici di invecchiamento e la presenza di patologie croniche (più frequenti con l'età) possono determinare un'alterazione degli indicatori esaminati.
- ⇒ In mancanza di dati su altre popolazioni non esposte a PFAS, comparabili con quelli presentati in questo rapporto, non è possibile valutare se la prevalenza di alterazioni degli esami bioumorali osservata sia diversa da quella che si osserverebbe in una popolazione non esposta sottoposta allo stesso tipo di indagine.
- ⇒ Nella quasi totalità dei soggetti esaminati dall'inizio del Piano di sorveglianza, tre congeneri PFAS (PFOA, PFOS e PFHxS) presentano concentrazioni sieriche quantificabili. Tra gli altri congeneri, quello più frequentemente quantificabile è il PFNA.
- ⇒ Sono oltre 35.000 (più del 70% degli aderenti allo screening di 1° livello) i soggetti con alterazioni delle concentrazioni di PFAS nel siero e alterazioni degli esami bioumorali inviati al percorso di approfondimento di 2° livello, il quale ha consentito di diagnosticare e prendere in carico numerose alterazioni patologiche.
- ⇒ Gli individui di sesso maschile hanno concentrazioni di PFOA, PFOS e PFHxS nel siero superiori rispetto alle femmine e questa differenza è molto più pronunciata nei soggetti di età adulta.
- ⇒ I residenti nei comuni dell'Area Rossa A presentano concentrazioni sieriche di PFOA, PFOS e PFHxS significativamente più elevate rispetto ai residenti dell'Area Rossa B. Questo riscontro suggerisce che, a parità di contaminazione dell'acqua distribuita dall'acquedotto, anche la contaminazione delle matrici ambientali (maggiore nell'Area Rossa A rispetto all'Area Rossa B) abbia avuto un ruolo nel determinare il carico corporeo di PFAS.
- ⇒ Una maggiore durata della residenza nell'Area Rossa si associa a più alte concentrazioni sieriche di PFOA, PFOS e PFHxS, ad indicare che un'esposizione più prolungata determina un maggiore bioaccumulo di PFAS nell'organismo.
- ⇒ Con il passare del tempo, si osserva una progressiva riduzione delle concentrazioni sieriche di PFAS nella popolazione esposta, evidente mettendo a confronto individui esaminati alla stessa età ma in momenti diversi.
- ⇒ Le analisi sui primi 1500 individui partecipanti al 2° round di screening mostrano un netto calo delle concentrazioni di PFAS rispetto al 1° round, testimoniando l'efficacia delle misure adottate per ridurre l'esposizione della popolazione.

APPENDICE - Concentrazioni di PFAS nel siero in altre popolazioni

Studio (autori, rivista, anno di pubblicazione)	Caratteristiche popolazione studiata	PFOA mediana (ng/ml)	PFOS mediana (ng/ml)	PFHxS mediana (ng/ml)	PFNA mediana (ng/ml)
Frisbee et al. Environmental Health Perspectives, 2009	Individui di tutte le età residenti in area contaminata (valle Ohio)	28,2	20,2	3,2	1,4
CDC National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals, 2021 (campione rappresentativo della popolazione USA, anni 2017-2018)	Individui di età ≥20 anni	1,47	4,70	1,20	0,40
	Individui di età 12-19 anni	1,17	2,60	0,80	0,40
CDC Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals, 2019 (campione rappresentativo della popolazione USA, anni 2013-2014)	Bambini di età 6-11 anni	1,94	4,02	0,85	0,75
Ingelido et al. Chemosphere, 2010	Adulti 20-65 anni residenti in città italiane con esposizione di fondo	3,59	6,31	non dosato	non dosato
Ingelido et al. Environment International, 2018 (studio di biomonitoraggio coordinato dall'Istituto Superiore di Sanità, anni 2015-2016)	Adulti 20-51 anni residenti in Comuni del Veneto contaminati	13,77	8,69	2,98	0,61
	Adulti 20-51 anni residenti in Comuni contaminati dell'ex-ULSS 5 Ovest Vicentino	74,21	12,00	6,52	0,65
	Adulti 20-51 anni residenti in Comuni del Veneto con esposizione di fondo	1,64	5,84	2,49	0,58

FONTI BIBLIOGRAFICHE

- Frisbee SJ, Brooks AP Jr, Maher A, et al. *The C8 health project: design, methods, and participants*. Environ Health Perspect. 2009;117:1873-82.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. Early Release: Per- and Polyfluorinated Substances (PFAS) Tables, NHANES 2011-2018*. https://www.cdc.gov/exposurereport/pfas_early_release.html
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals - Updated Tables, January 2019, Volume One*. https://www.cdc.gov/exposurereport/pdf/FourthReport_UpdatedTables_Volume1_Jan2019-508.pdf
- Ingelido AM, Marra V, Abballe A, et al. *Perfluorooctanesulfonate and perfluorooctanoic acid exposures of the Italian general population*. Chemosphere. 2010;80:1125-30.
- Ingelido AM, Abballe A, Gemma S, et al. *Biomonitoring of perfluorinated compounds in adults exposed to contaminated drinking water in the Veneto Region, Italy*. Environment International. 2018;110:149-159.

NOTA: le concentrazioni espresse in ng/g negli studi originali sono qui riportate in ng/ml senza conversione, come concordato con l'Istituto Superiore di Sanità.