



Sorveglianza sulla salute della
Popolazione nei pressi del
Termovalorizzatore di
Torino



Il programma SPoTT:

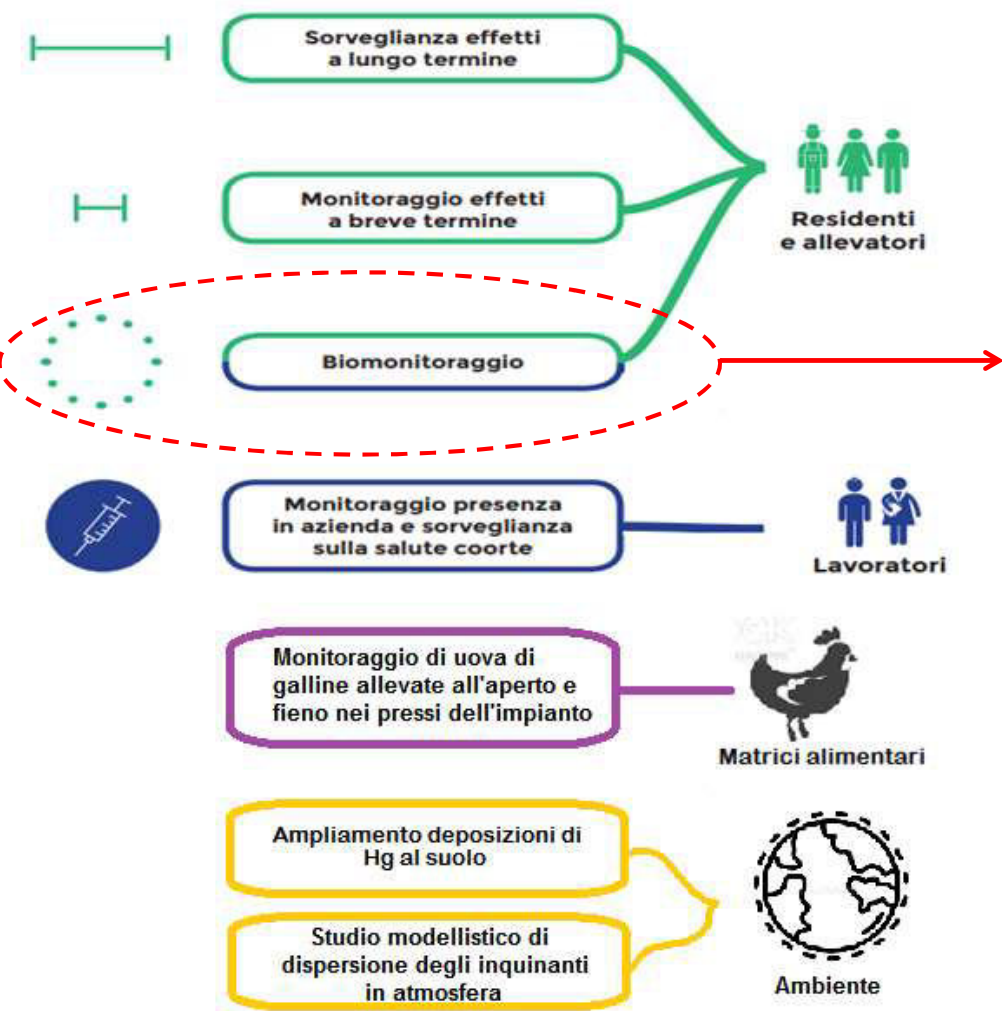
Biomonitoraggio della popolazione
residente e allevatori nell'area limitrofa
all'impianto di termovalorizzazione dei
rifiuti di Torino:

Risultati sui livelli di inquinanti organici a 11
anni dall'avvio

Cristiana Ivaldi

Comitato Locale di Controllo
17 febbraio 2026

Linee di attività

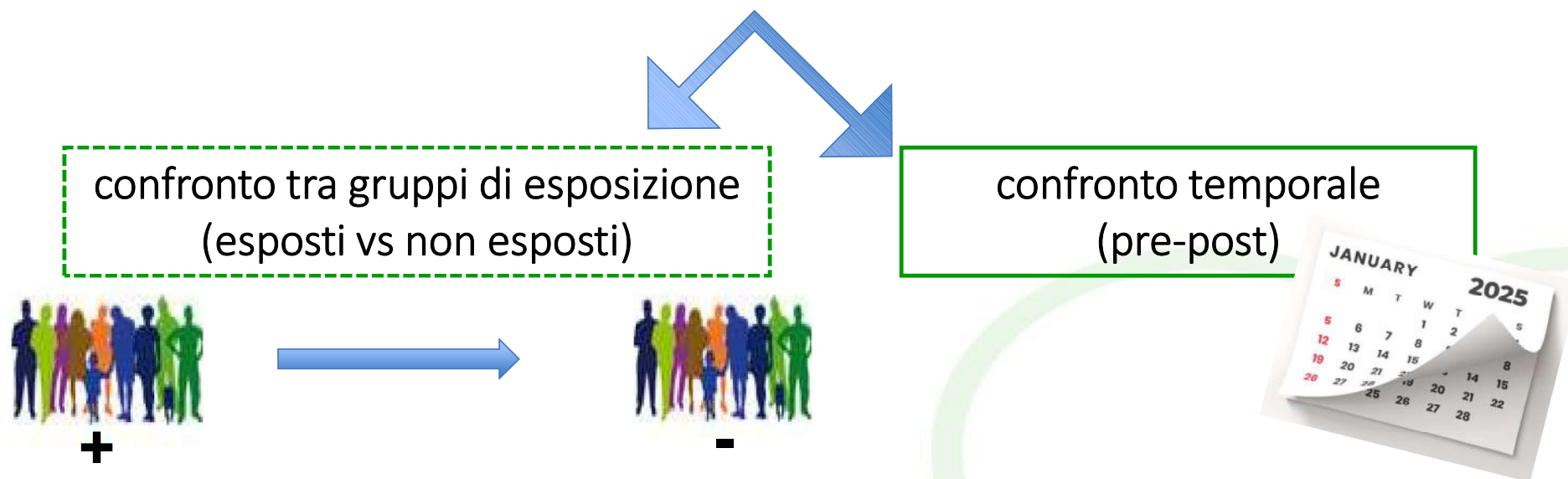


Report pubblicati

1. I risultati del primo biomonitoraggio, 02/2014
2. I risultati degli inquinanti organici della fase ante-operam, 02/2015
3. Primi risultati dopo un anno dall'avvio dell'impianto: i metalli, 12/2015
4. Lo stato di salute dei lavoratori del gerbido dopo 1 anno di lavoro all'impianto, 04/2016
5. I metaboliti ossidrilati degli idrocarburi policiclici aromatici dopo un anno dall'avvio, 10/2016
7. Risultati sui livelli di bioaccumulo di metalli nei lavoratori del termovalorizzatore dopo tre anni dall'avvio dell'impianto, 02/2018
8. Risultati sui livelli di bioaccumulo di metalli dopo tre anni dall'avvio dell'impianto, 05/2018
9. Lavoratori dell'impianto: ultimi risultati sugli inquinanti organici, 11/2018
10. Le diossine e i pcb nei residenti e allevatori, 02/2019
11. IPA nei residenti e allevatori, 10/2019
- 21.** Biomonitoraggio della popolazione residente nell'area limitrofa all'impianto di termovalorizzazione dei rifiuti di Torino. Risultati sui livelli di bioaccumulo di inquinanti organici dopo 11 anni dall'avvio dell'impianto, 11/2025

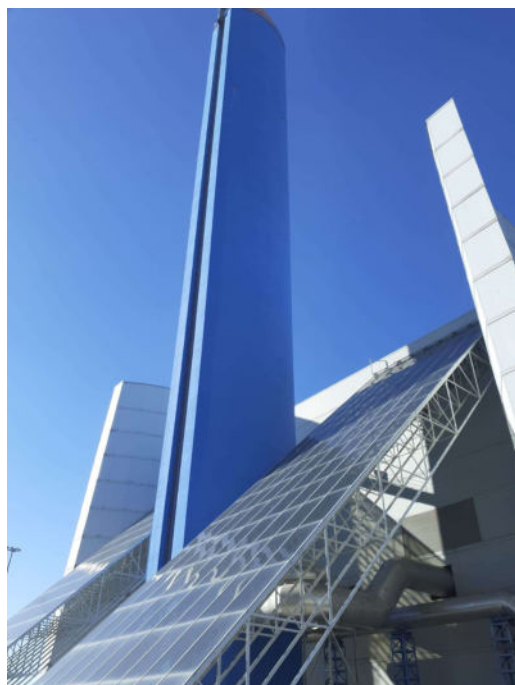
L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha indicato gli studi di **Biomonitoraggio Umano** come uno degli **strumenti prioritari** per valutare i rischi per la salute dell'individuo e della comunità nel percorso di incenerimento dei rifiuti.

Biomonitoraggio del termovalorizzatore di Torino



Biomonitoraggio, le sostanze analizzate

Emissioni del termovalorizzatore possono contenere tracce di:



- **Diossine ***
- **Furani***
- Idrocarburi Policiclici Aromatici
- **Policlorobifenili***
- Metalli Pesanti



Sostanze dannose con
possibili effetti sulla salute
della popolazione.

***Oggetto report 21**

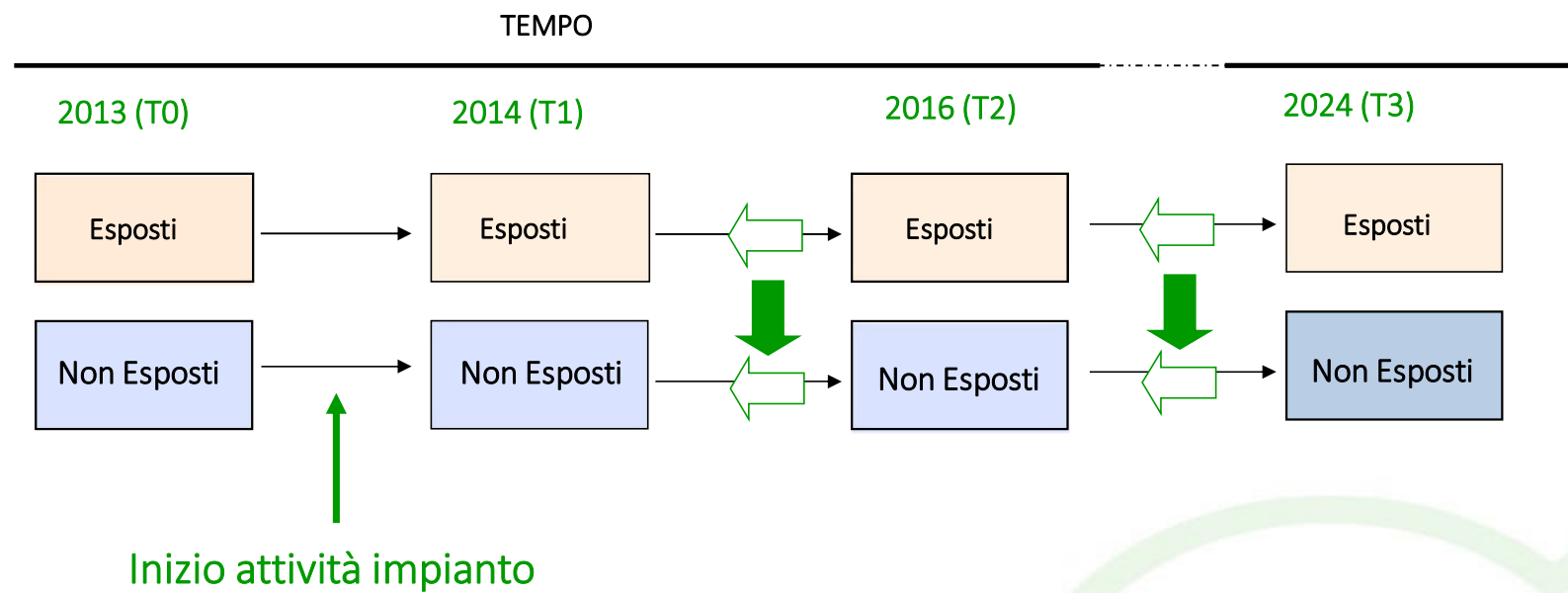


Oggetto di questa presentazione

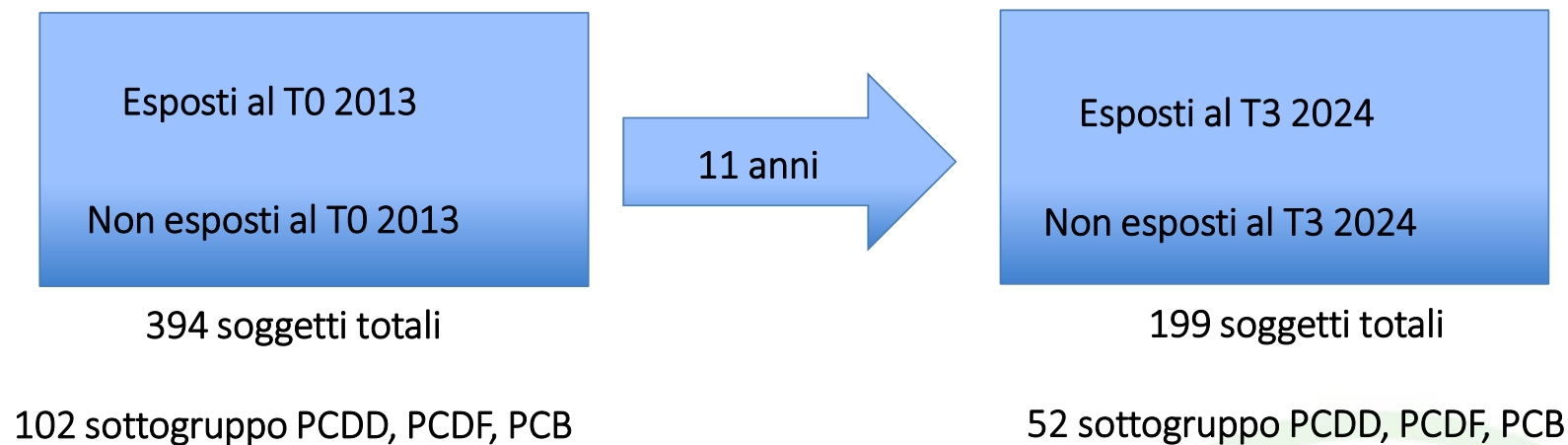
Report 21

Valutazione su eventuali **variazioni significative** delle concentrazioni di **PCDD, PCDF e PCB** a undici anni di distanza, confrontando in particolare le differenze tra le due aree di esposizione.

Disegno dello studio

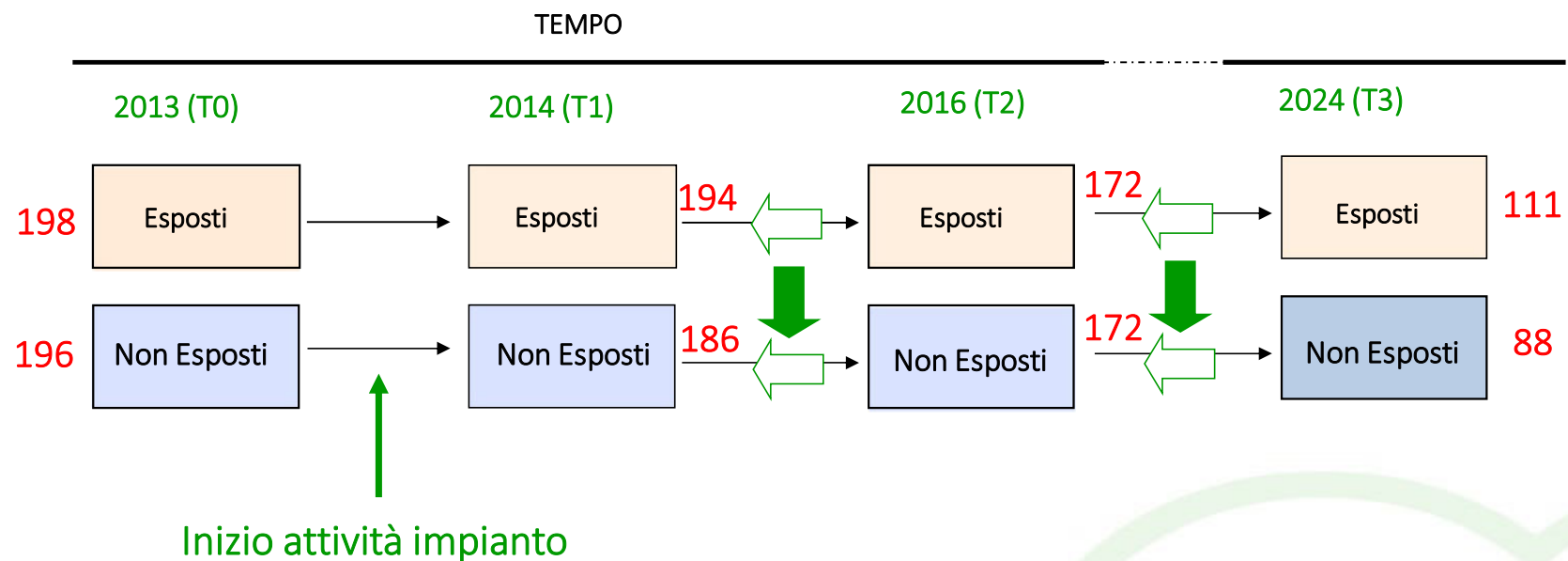


Soggetti al tempo T0 e al tempo T3



Diminuzione dei soggetti monitorati:

età avanzata, decesso, cambio di residenza in zone esterne all'area in studio, irreperibilità



Coorte **chiusa**° di popolazione seguita nel tempo con determinazioni ripetute dei parametri in studio per permettere un confronto sia temporale sia spaziale

* Indicazione CTS



Fase preparatoria al Biomonitoraggio

Marzo 2024: ripresa del contatto con i soggetti monitorati in precedenza



E-mail



telefonate



lettere

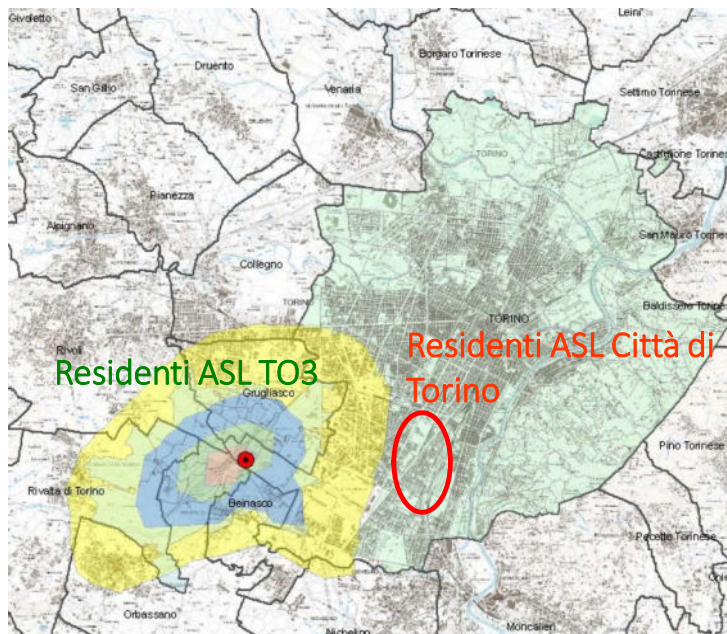


Successivamente:

- Aggiornamento *Consenso Informato*
- **Aggiornamento delle procedure** di laboratorio e del sito di stoccaggio per il *Deposito Campioni* (finalizzato alla possibilità di ripetere le **stesse** analisi con nuove tecniche che potrebbero emergere o per ripetere le analisi in caso di «dubbi»)
- Aggiornamento del *Questionario* somministrato ai soggetti monitorati (abitudini, stili di vita ecc..)
- **Riunioni organizzative** con gli altri Enti (ASL, IZS, ISS, ARPA) partecipanti al progetto e con il Comitato Tecnico Scientifico (CTS) per l'organizzazione e l'esecuzione dell'attività di Biomonitoraggio



Biomonitoraggio: campione e area in studio da modello previsionale di ricaduta



Residenti selezionati due campioni:
Esposti dell'ASL TO3 e Non Esposti, ASL
Città di Torino

Allevatori di aziende agricole limitrofe
all'impianto

Lavoratori dell'impianto (comprese le
aziende in sub appalto) – BMU fino al T2

Legenda (totale annuo previsionale delle deposizioni di metalli pesanti totali in $\text{mg}/\text{m}^2/\text{anno}$):

Area di colore bianco	()	0,000-0,007 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{anno}$
Area di colore verde chiaro	()	0,000-0,007 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{anno}$
Area di colore giallo:	()	0,007-0,014 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{anno}$
Area di colore blu:	()	0,014-0,028 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{anno}$
Area di colore verde scuro:	()	0,028-0,055 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{anno}$
Area di colore rosa :	()	0,055-0,110 $\text{mg}/\text{m}^2/\text{anno}$

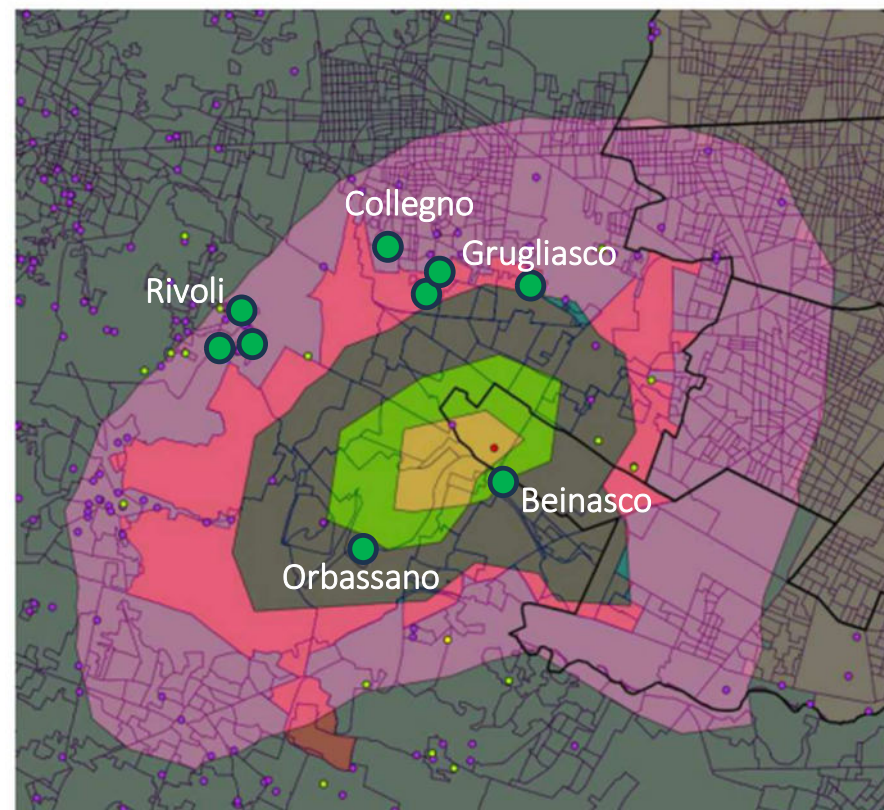
Allevatori

Gli allevatori tendono a consumare prevalentemente le carni dei propri capi di allevamento, le uova e le verdure di loro produzione, possono pertanto essere considerati a esposizione *potenziale* maggiore.

In un'area di 5 km intorno all'impianto sono stati reclutati al **T0**: **14** allevatori.

Al **T3** sono rimasti in studio **9** allevatori a causa di età avanzata o irreperibilità dovuta a cessazione dell'attività.

Tutti gli allevatori partecipanti al programma sono stati intervistati utilizzando lo stesso questionario preparato per i residenti. È stata aggiunta una **domanda per indagare l'autoconsumo** di prodotti animali come **carne, uova, latte e derivati**.



Aree di ricaduta nelle zone circostanti il termovalorizzatore (rappresentato con un cerchio rosso). *In verde gli allevamenti selezionati per il biomonitoraggio.*

Le indagini realizzate:



Esami ematochimici generali (su tutto il campione)
+ PCB, DIOSSINE (solo in un sottogruppo)



Esami delle urine:

Metalli e idrocarburi policiclici aromatici (IPA)



Spirometria

Questionario



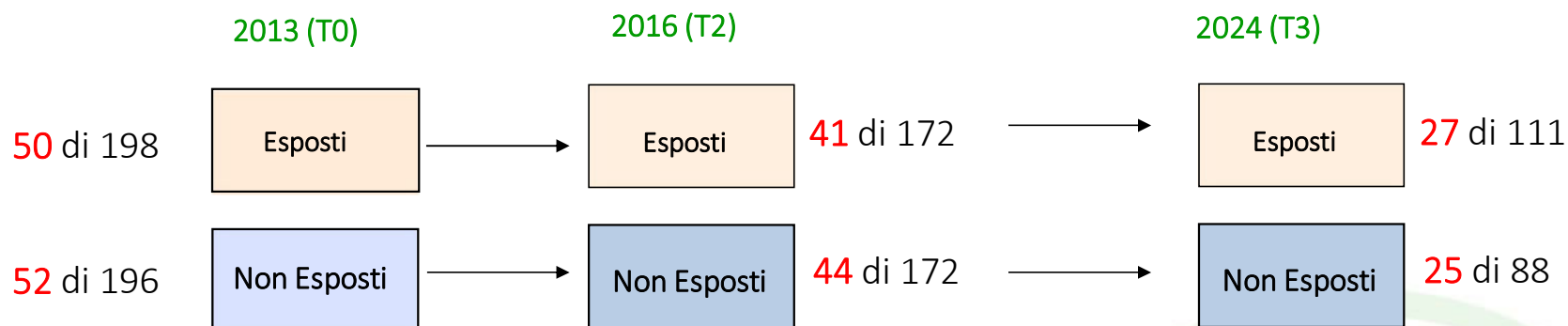
esposti

non esposti

allevatori

PCDD, PCDF e PCB

Determinazione delle concentrazioni ematiche effettuata su un sottogruppo dei soggetti monitorati:



➤ Valutazione delle concentrazioni su sangue periferico di PCB, PCDF, PCDD nei soggetti monitorati:

➤ Contestualmente valutazione di:

- **parametri ematochimici di base** (glucosio, colesterolo totale, colesterolo HDL, trigliceridi, azotemia, creatinina, fosfatasi alcalina, microalbuminuria, bilirubina diretta, bilirubina indiretta, bilirubina totale, GOT, GPT, gammaGT)
- valori ormonali (FT3, FT4, TSH, Cortisolo) su **prelievo ematico**
- cotinina urinaria (**raccolta urine**)
- valutazione della funzionalità respiratoria mediante **spirometria**

➤ **Questionari** preparati appositamente per

- dati anamnestici
- abitudini alimentari
- abitudini voluttuarie
- percezione del rischio

DESCRITTIVE SOGGETTI AL T3 PER DETERMINAZIONE PCB, PCDD, PCDF

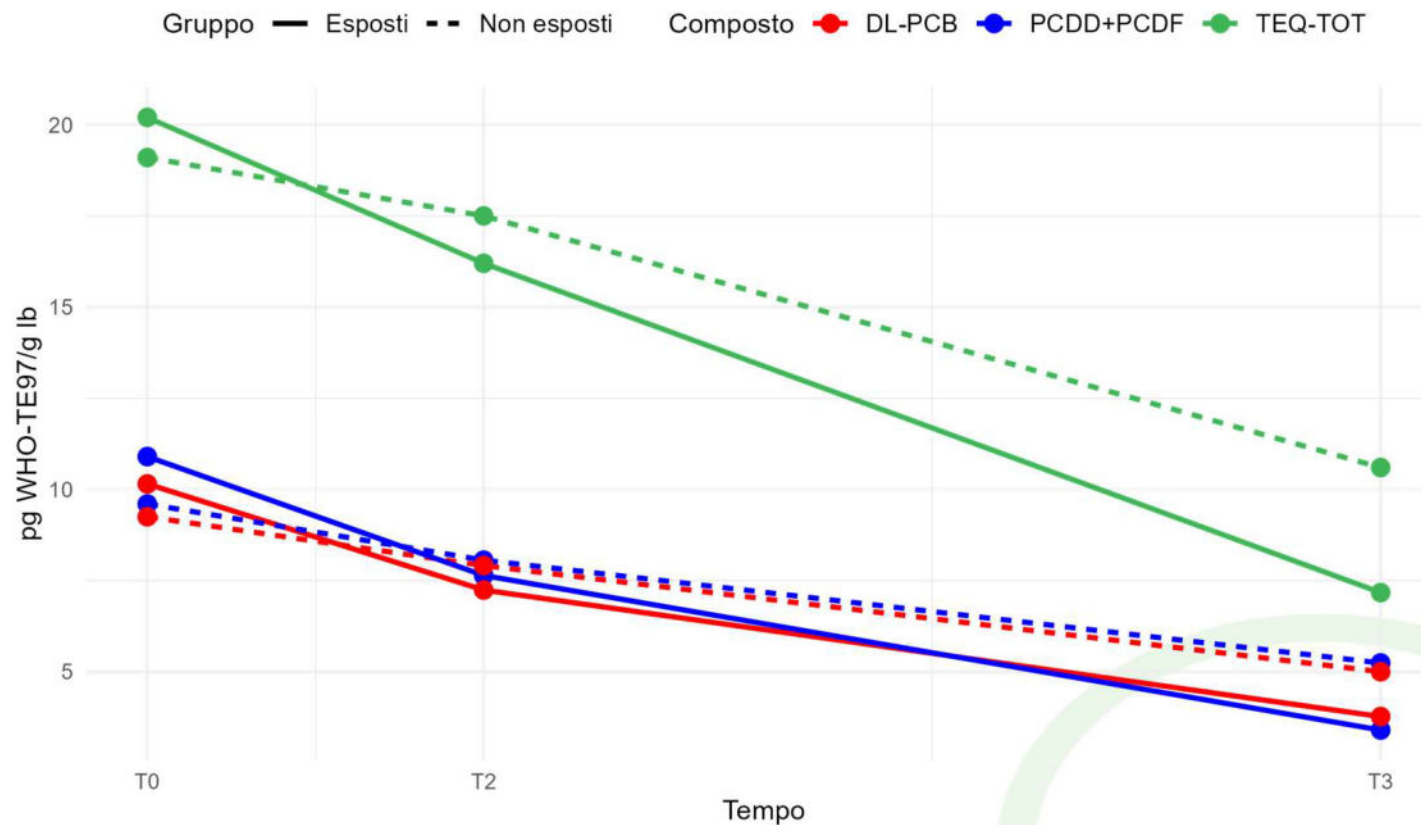
		N _{ASL TO3}	N _{ASL Città di Torino}	N
Sesso	Maschi	11 (42.3%)	15 (57.7%)	26 (50%)
	Femmine	14 (53.9%)	12 (46.1%)	26 (50%)
Età	<50 anni	8 (50%)	8 (50%)	16 (30.8%)
	> 50 anni	17 (47.2%)	19 (52.8%)	36 (69.2%)
BMI	Normopeso	7 (46.7%)	8 (53.3%)	15 (28.8%)
	Sovrappeso	9 (40.9%)	13 (59.1%)	22 (42.3%)
	Obesi	9 (60%)	6 (40%)	15 (28.8%)

% di colonna
% di riga

RISULTATI SU PCDD, PCDF, PCB

Biomonitoraggio: risultati dell'ultimo report

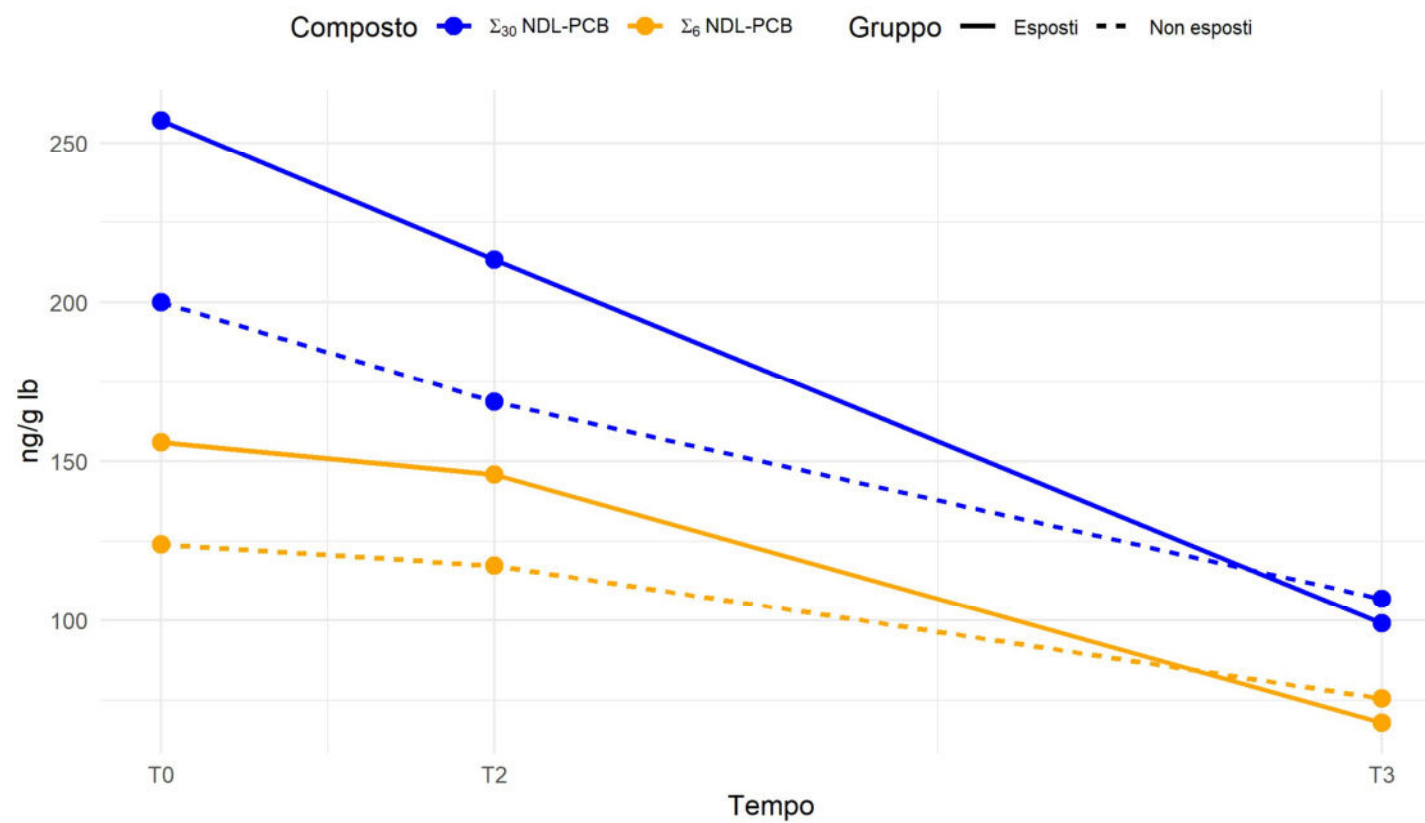
Andamento cogeneri residenti



pgWHO-TE₉₇/g lb
concentrazione
di diossine, furani e PCB
diossina-simili (DL-
PCB) equivalente alla
tossicità calcolata
secondo i parametri
WHO-TE97 (World
Health Organization,
1997), riferita al grammo
di lipidi totali (lipid
base, lb) del campione
analizzato (ad esempio,
sangue)

Diminuzione statisticamente significativa in entrambi i gruppi

Andamento Σ_6 NDL-PCB e Σ_{30} NDL-PCB nei residenti

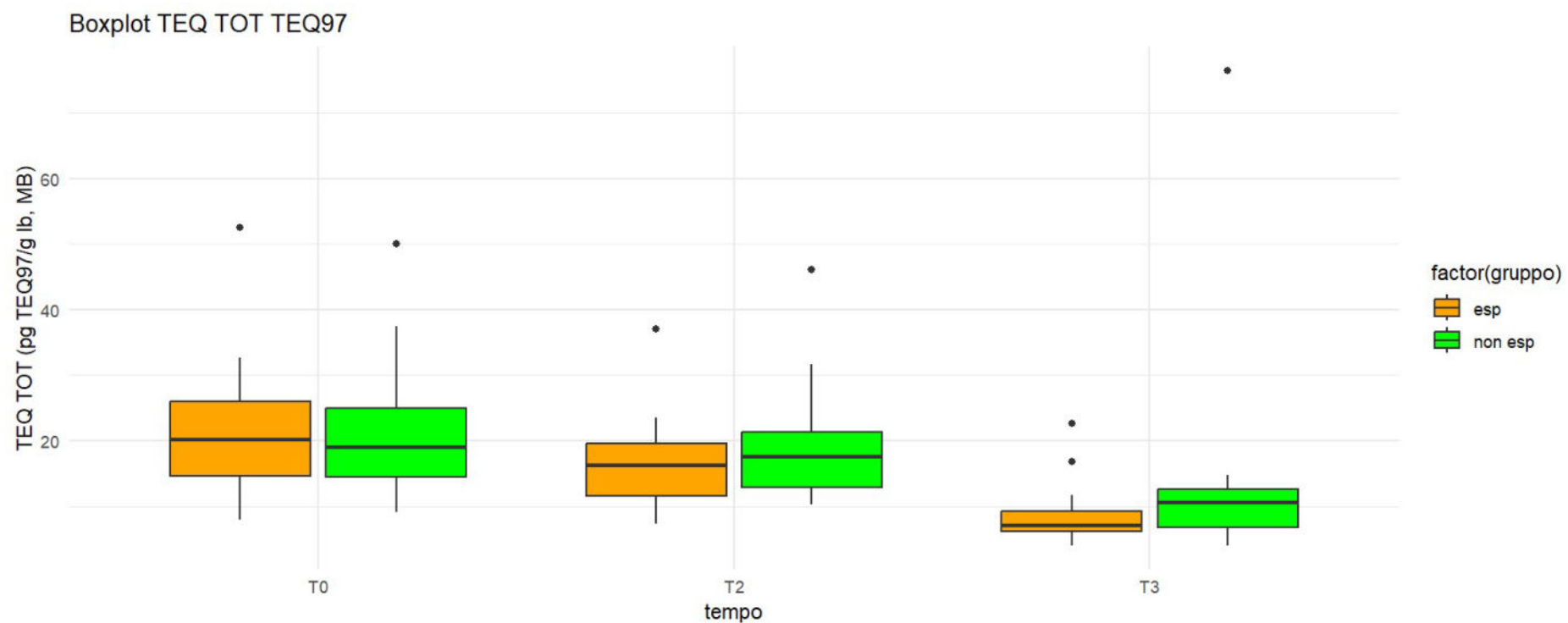


Σ_{30} NDL-PCB: somma delle concentrazioni analitiche dei PCB 18, 28, 31, 33, 49, 52, 66, 70, 74, 91, 95, 99, 101, 110, 128, 138, 141, 146, 149, 151, 153, 170, 174, 177, 180, 183, 187, 194, 196, 203

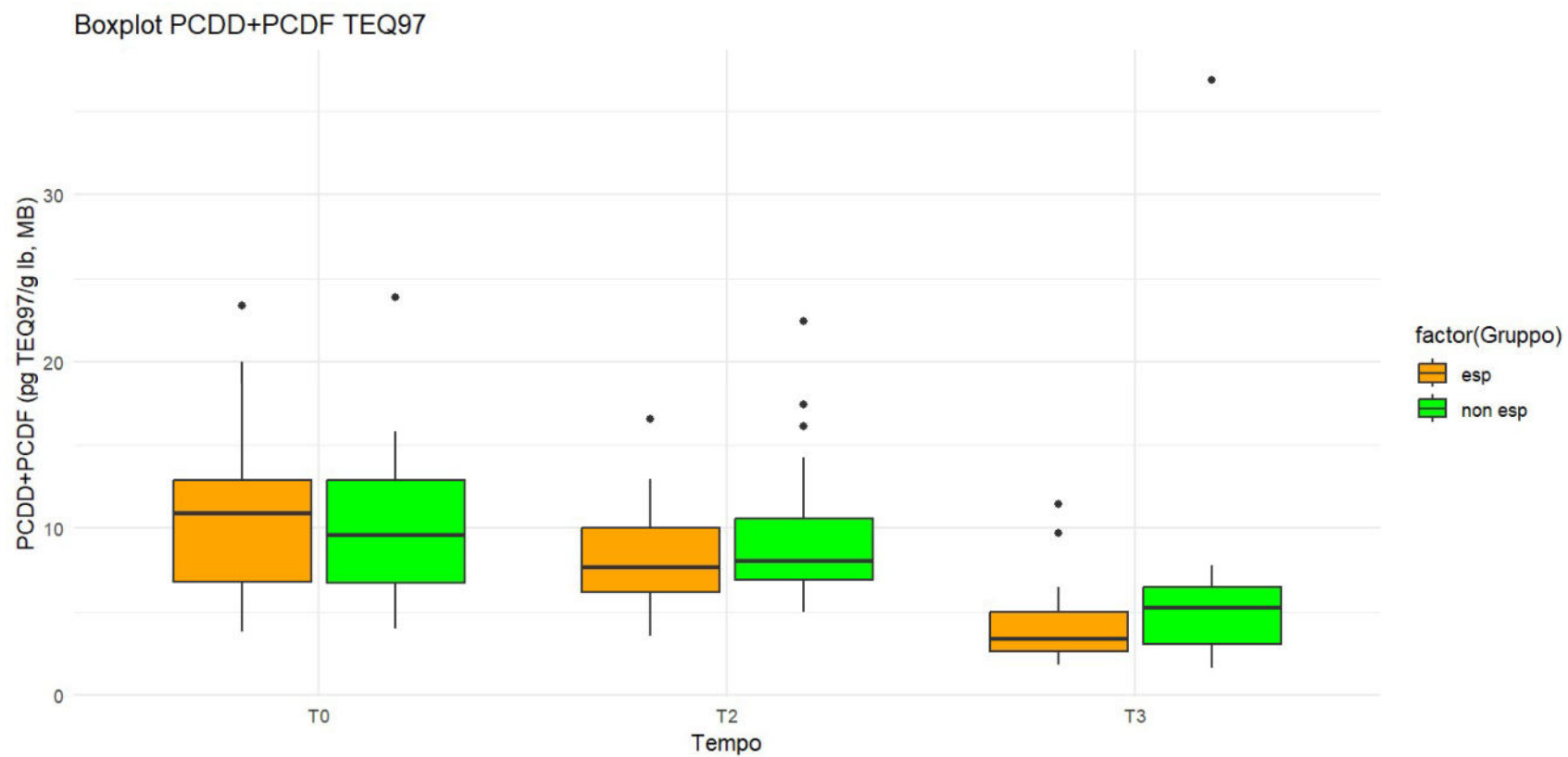
Σ_6 NDL-PCB: somma delle concentrazioni analitiche dei PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180

Diminuzione statisticamente significativa in entrambi i gruppi

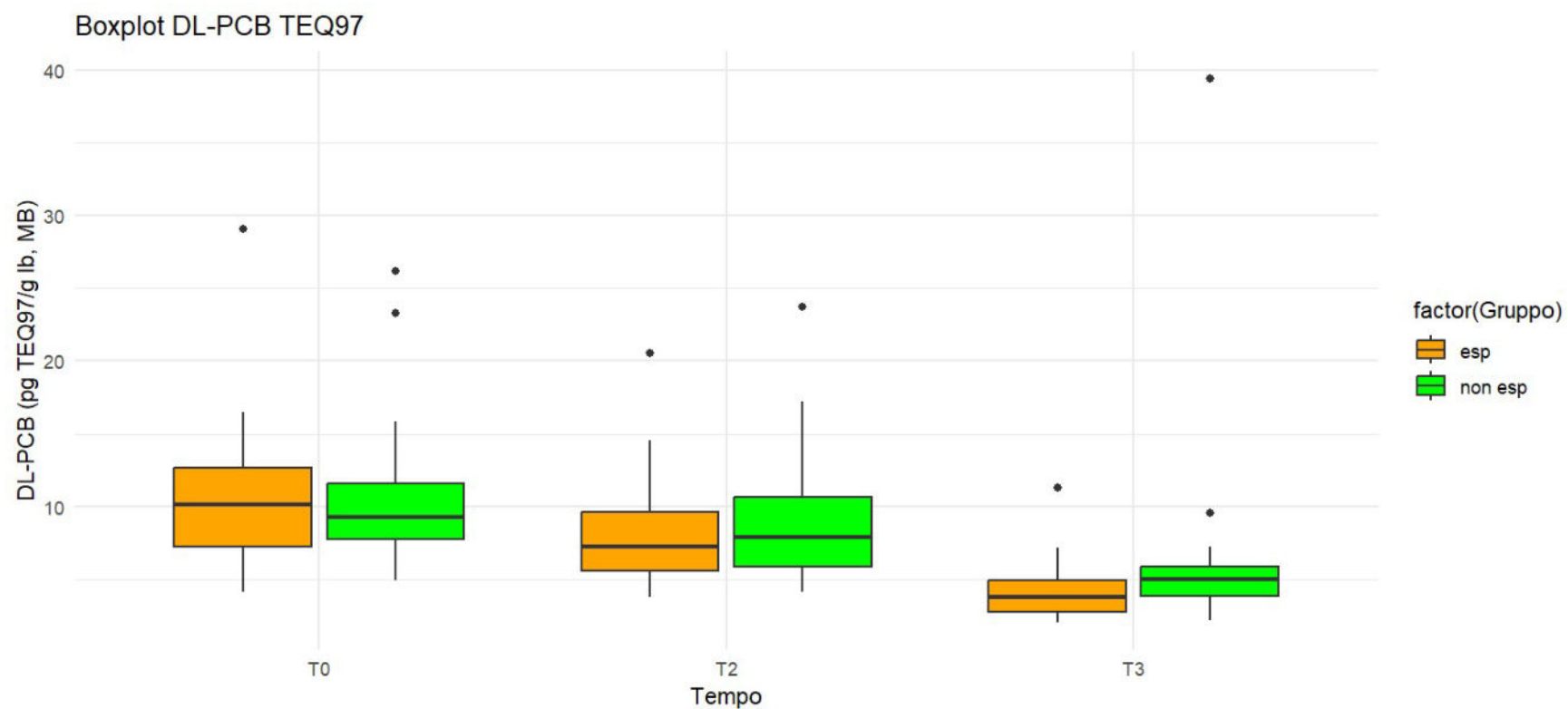
Risultati divisi per esposizione (1/5)



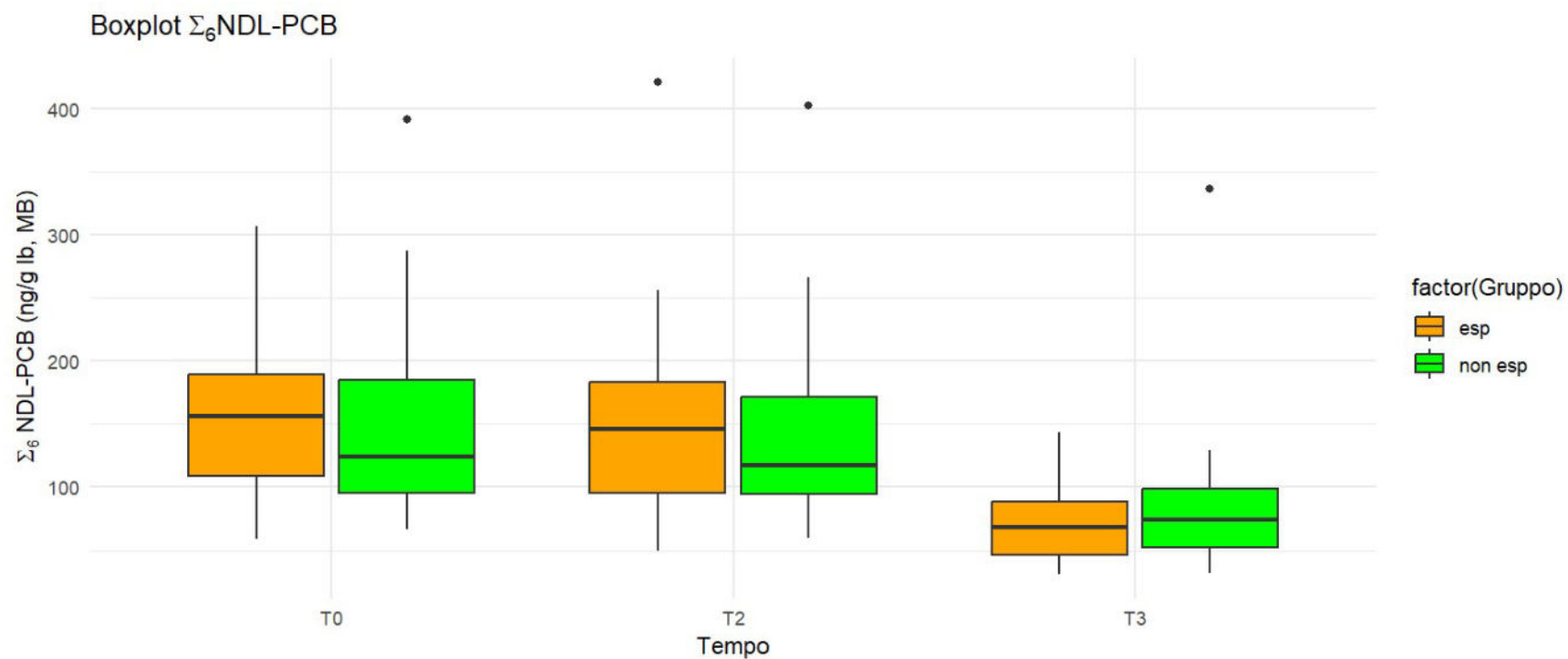
Risultati divisi per esposizione (2/5)



Risultati divisi per esposizione (3/5)

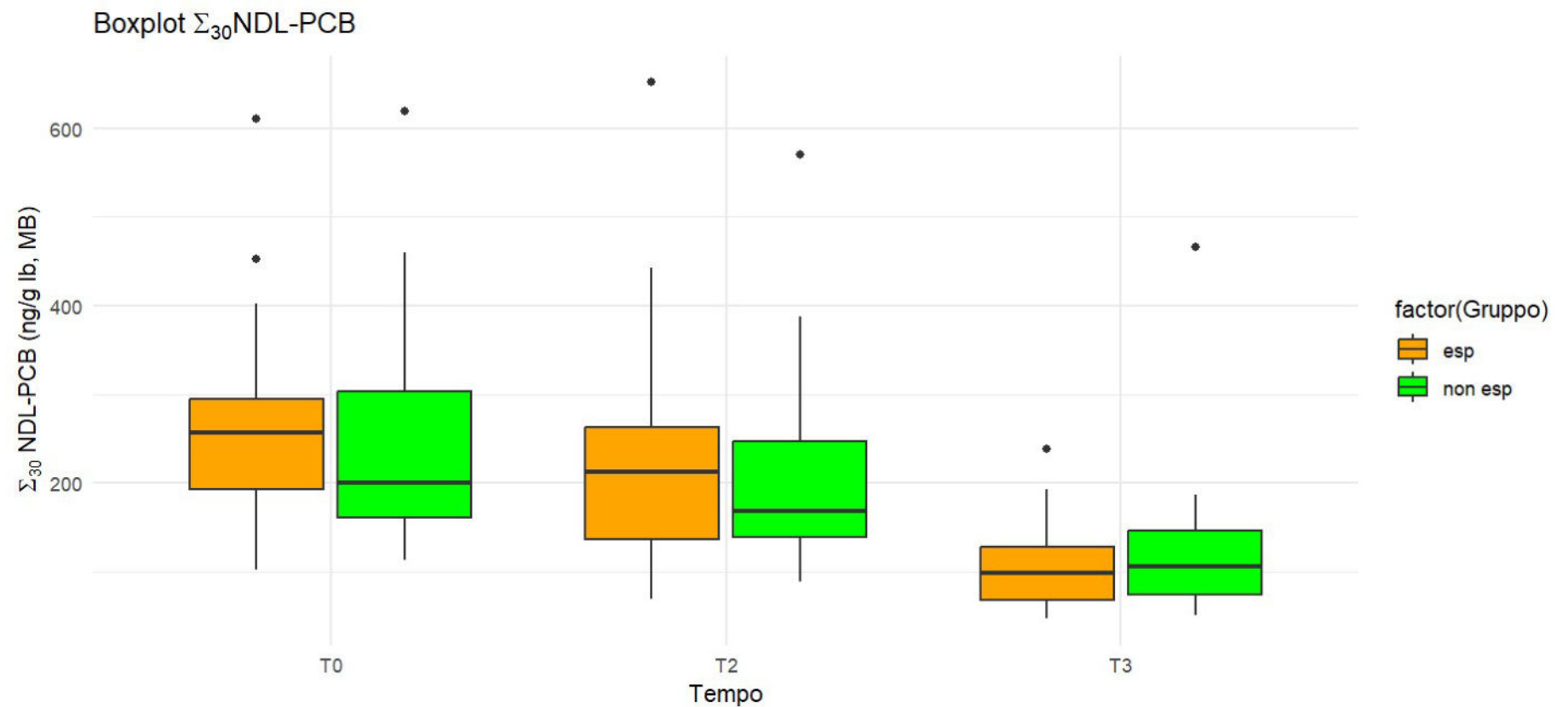


Risultati divisi per esposizione (4/5)



Σ_6 NDL-PCB: somma delle concentrazioni analitiche dei PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180

Risultati divisi per esposizione (5/5)



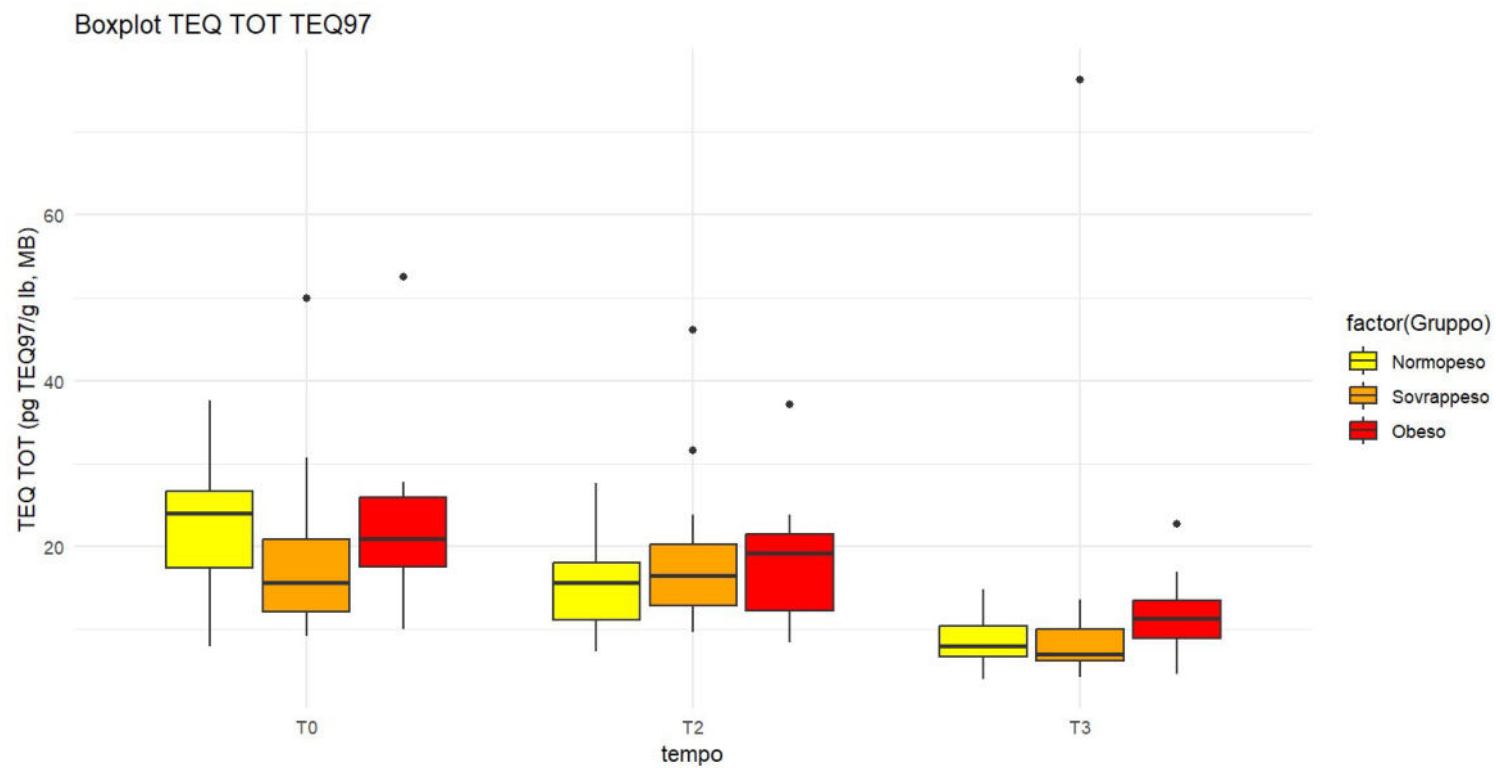
Σ_{30} NDL-PCB: somma delle concentrazioni analitiche dei PCB 18, 28, 31, 33, 49, 52, 66, 70, 74, 91, 95, 99, 101, 110, 128, 138, 141, 146, 149, 151, 153, 170, 174, 177, 180, 183, 187, 194, 196, 203

Analisi per categorie

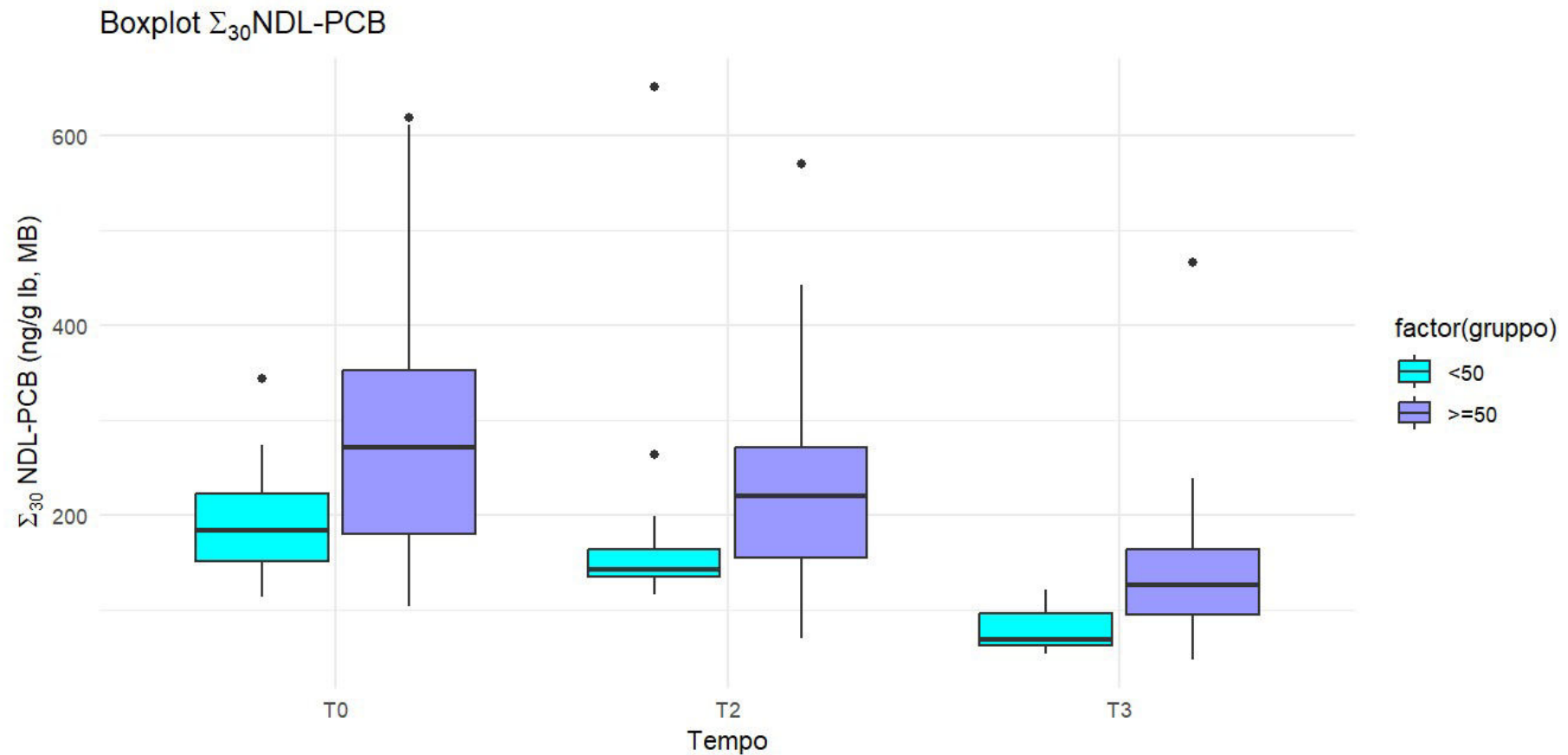
- **Suddivisione per genere** → **Nessuna differenza**
- **Suddivisione per BMI**
(Normopeso, Sovrappeso, Obeso) → **Tendenza ad avere valori più alti in chi ha un BMI maggiore**
- **Suddivisione per classi di età** → **Valori dei cogeneri più alti* all'aumentare dell'età (come atteso)**

*statisticamente significativo

Risultati divisi per categorie di BMI



Risultati divisi per classi di età: <50 anni e >= 50 anni



Σ_{30} NDL-PCB: somma delle concentrazioni analitiche dei PCB 18, 28, 31, 33, 49, 52, 66, 70, 74, 91, 95, 99, 101, 110, 128, 138, 141, 146, 149, 151, 153, 170, 174, 177, 180, 183, 187, 194, 196, 203

Risultati Allevatori

Contaminante	N ^a	X _{MIN}	P ₂₅	P ₅₀	GM	Media	P ₇₅	X _{MAX}
PCDD+PCDF	9	1.98	6.47	13.8	8.77	11.2	16.6	18.5
DL-PCB	9	3.65	7.29	16.1	14.1	18.9	24.1	51.9
TEQ _{TOT} ^c	9	5.62	13.4	31.8	23.2	30.1	42.6	68.9
Σ ₆ NDL-PCB ^d	9	75.6	145.3	175.8	223.3	281.2	387.4	705.1
Σ ₃₀ NDL-PCB ^e	9	116.1	226.9	264.2	335.6	418.2	546.7	1048.5

^a Numero di dati inclusi nella valutazione statistica.

^c Somma *medium bound* di PCDD+PCDF+DL-PCB.

^d Somma *medium bound* dei PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180.

^e Somma *medium bound* dei PCB 18, 28, 31, 33, 49, 52, 66, 70, 74, 91, 95, 99, 101, 110, 128, 138, 141, 146, 149, 151, 153, 170, 174, 177, 180, 183, 187, 194, 196, 203.

	Media T3 residenti maschi	P ₅₀ T3 residenti maschi	Media T3 allevatori	P ₅₀ T3 allevatori	p-value
PCDD+PCDF	5.37	3.61	11.2	13.8	0.0174
DL-PCB	5.64	4.15	18.9	16.1	0.0007
TEQ _{TOT} ^c	11.01	7.69	30.1	31.8	0.0029
Σ ₆ NDL-PCB ^d	83.8	75.5	281.2	175.8	0.0002
Σ ₃₀ NDL-PCB ^e	123.7	112.8	418.2	264.2	0.0002

^c Somma *medium bound* di PCDD+PCDF+DL-PCB.

^d Somma *medium bound* dei PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180.

^e Somma *medium bound* dei PCB 18, 28, 31, 33, 49, 52, 66, 70, 74, 91, 95, 99, 101, 110, 128, 138, 141, 146, 149, 151, 153, 170, 174, 177, 180, 183, 187, 194, 196, 203.



Risultati Allevatori

Confronto PCDD, PCDF, DL-PCB e NDL-PCB negli allevatori tra T0, T2 e T3

	Media T0 allevatori	P ₅₀ T0 allevatori	Media T2 allevatori	P ₅₀ T2 allevatori	Media T3 allevatori	P ₅₀ T3 allevatori	p-value trend	p-value Fried man
PCDD+PCDF	22.4	24.9	18.9	20.2	11.2	13.8	0.014	<0.001
DL-PCB	33.9	34.6	31.4	31.9	31.4	31.9	0.153	<0.001
TEQ _{TOT} ^c	56.2	60.8	50.4	54.8	30.1	31.9	0.059	<0.001
Σ ₆ NDL-PCB ^d	570.4	440.0	536.6	426.9	281.2	175.9	0.081	<0.001
Σ ₃₀ NDL-PCB ^e	899.0	718.0	784.8	648.9	418.2	264.2	0.055	<0.001

^c Somma *medium bound* di PCDD+PCDF+DL-PCB.

^d Somma *medium bound* dei PCB 28, 52, 101, 138, 153, 180.

^e Somma *medium bound* dei PCB 18, 28, 31, 33, 49, 52, 66, 70, 74, 91, 95, 99, 101, 110, 128, 138, 141, 146, 149, 151, 153, 170, 174, 177, 180, 183, 187, 194, 196, 203.

Diminuzione dei livelli di PCDD, PCDF e PCB degli allevatori



Commenti di alcuni risultati al T3

Questionario: non vi sono differenze nei due gruppi per quanto riguarda lo **stato di salute autoriferito**.

Parametri ematochimici di base (linfociti, piastrine, ematocrito, emoglobina, MCH, Mpv, MCHC, Rdw_sd, Rdw_cv, Glicemia basale, emoglobina glicata, Colesterolemia, HDL, Trigliceridi, Leucociti, eritrociti): i residenti nell'ASL TO3 presentano valori significativamente più elevati di ematocrito, HDL e trigliceridi.

La percentuale di **ipertesi** risulta omogenea tra le due ASL.

Il **BMI** tende ad essere più elevato nei residenti dell'ASL TO3 rispetto ai residenti dell'ASL Città di Torino.

Funzionalità respiratoria: mediante spirometria, non vi sono differenze significative nei valori medi dei parametri misurati, tra i due gruppi di residenza.

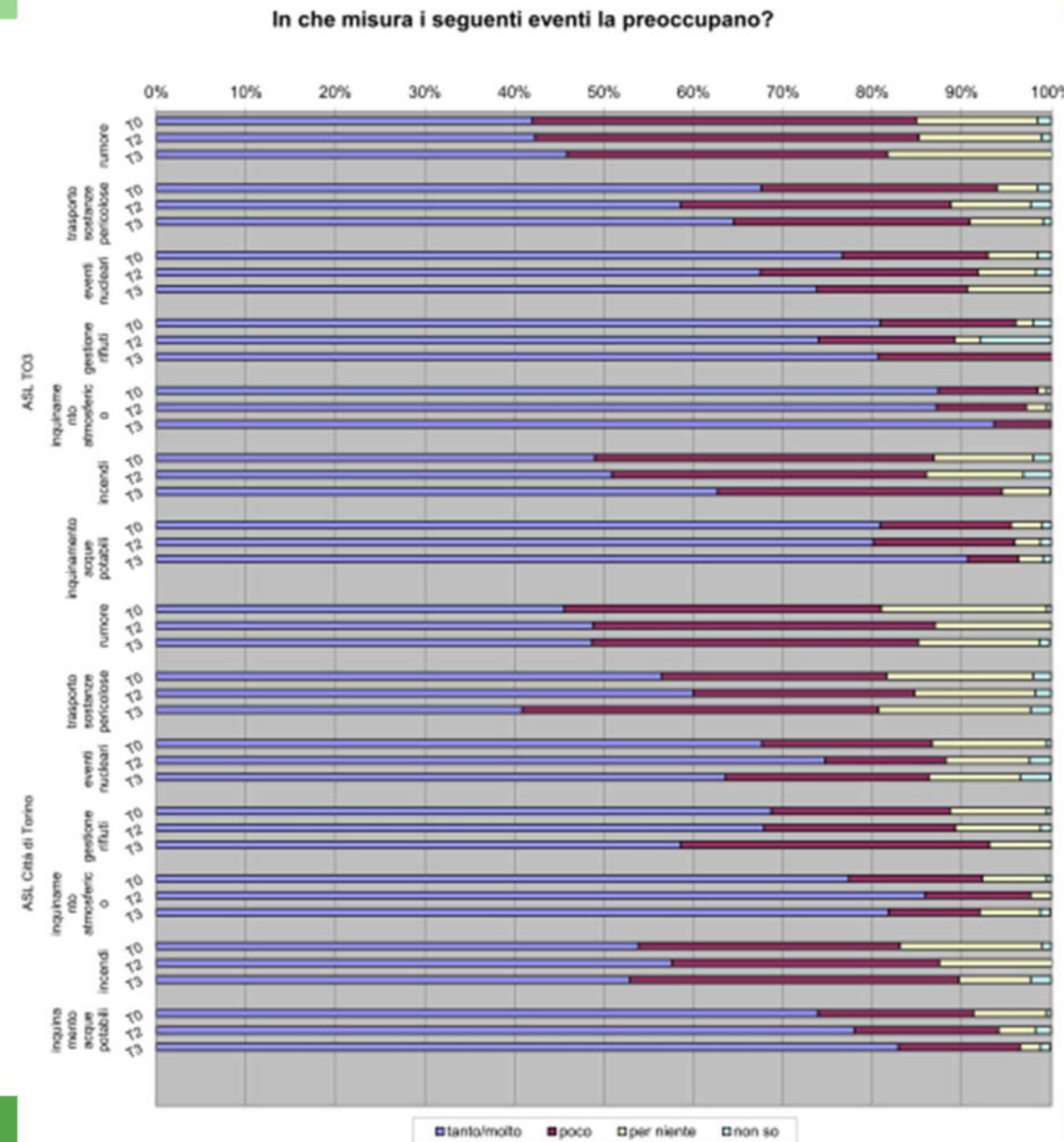
Percezione del Rischio

Confronto tra risposte al T0, al T2 e al T3 sulla percezione del rischio rispetto agli eventi di origine antropica diviso per ASL di residenza

In entrambi i gruppi le cause di maggior preoccupazione sono quelle di origine antropica:

- Inquinamento atmosferico
- Inquinamento delle acque potabili
- Gestione dei rifiuti

La percentuale di soggetti preoccupati per la gestione rifiuti nell'ASL TO3 risulta invariata nel T3 rispetto al T0, mentre diminuisce nei residenti Non esposti.



Conclusioni 1

- Il confronto tra i **residenti** nell'ASL TO3 (più vicini all'impianto) e residenti nell'ASL Città di Torino (al di fuori dell'area di ricaduta), al T3 mostra che non ci sono differenze statisticamente significative nei livelli di PCDD, PCDF e PCB, come già emerso nelle precedenti campagne di indagine.
- In analogia con quanto visto al T0 (prima dell'avvio dell'impianto) e riconfermato al T2, anche al T3 gli **allevatori** mostrano valori di PCDD, PCDF e PCB più alti rispetto alla popolazione residente.
- Il confronto temporale ha mostrato una **generale diminuzione nei livelli di PCDD, PCDF e PCB**, rilevazione in linea con quanto osservato in altri studi internazionali di biomonitoraggio di popolazioni residenti in aree urbanizzate o in aree rurali bonificate da siti inquinanti.
- Il trend di diminuzione generale dei livelli di diossine e PCB è coerente con la diminuzione documentata negli anni dei livelli di tali sostanze nelle matrici ambientali e alimentari e presentata nei **rapporti dell'EFSA** e rientra in un **quadro europeo di politiche** volte a mettere limiti sempre più restrittivi, in particolar modo su diossine e furani.

Conclusioni 2

- In Regione Piemonte, da parte dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta, in accordo con le politiche europee, sono state portate avanti verso le categorie a maggiore esposizione (allevatori) **indicazioni di buone pratiche** per ridurre il livello di esposizione negli animali.
- Lo **stato di salute generale** dei residenti coinvolti nello studio di biomonitoraggio, i risultati di
 - ✓ esami di laboratorio di ematochimica generale,
 - ✓ test ormonali,
 - ✓ test di funzionalità respiratoria,
 - ✓ misurazione della pressione arteriosa
 - ✓ e raccolta di informazioni attraverso apposito questionariosono risultati simili nei due gruppi (Esposti e Non esposti) coinvolti nello studio.
- La **percezione del rischio**, valutata mediante intervista effettuata da personale qualificato, a differenza di quanto registrato nei questionari passati, **ha dimostrato minori differenze tra ASLTO3 e ASL Città di Torino** in merito alle tematiche ambientali.
La preoccupazione del campione di residenti nell'ASLTO3 relativamente alla **gestione dei rifiuti** risulta leggermente diminuita.

Conclusioni 3

I risultati dei vari confronti sia in termini di variazioni spaziali che temporali nelle due popolazioni in studio sono tutti in diminuzione rispetto alle sostanze considerate in questo report e questo rappresenta sicuramente un elemento importante e significativo anche rispetto alle azioni di accompagnamento e di continuo confronto con il conduttore dell'impianto che sono state messe in atto in questi anni da parte di ASL, ARPA, IZTS e tutte le istituzioni coinvolte nel piano di sorveglianza.

Commento generale

Rispetto alla pianificazione iniziale delle attività, questa nuova fase del biomonitoraggio è dovuta slittare di qualche anno (2020...2024) a causa del pesante coinvolgimento degli enti in varie fasi della pandemia di COVID-19.

Questo ha influito sull'adesione del campione, il cui invecchiamento ha rivestito un ruolo notevole.

A causa dell'età ormai avanzata alcuni soggetti hanno rinunciato a prendere parte alla nuova fase di biomonitoraggio e questa è una delle cause principali della diminuzione del campione al T3.

Si ringraziano i partecipanti al biomonitoraggio per la collaborazione e la disponibilità con cui hanno aderito a questa nuova fase di studio.



Sorveglianza sulla salute della
Popolazione nei pressi del
Termovalorizzatore di
Torino



Grazie dell'attenzione!

Cristiana Ivaldi
Epidemiologia Ambientale - Arpa Piemonte
Coordinatrice del progetto SPoTT