

Bijlage 2 Ingezonden brieven i.r.t coalitieakkoord

Sociale Leefomgeving

1. Augeo Foundation: Oproep steun voor kinderen die thuis geweld meemaken
2. Caring Doctors, De Groene Huisarts, PAN Nederland, Groen Zorg Alliantie: Voedseladvies Gemeenten 2026
3. EEN tegen EENZAAMHEID: Oproep om de lokale aanpak op eenzaamheid te versterken
4. Divosa, het Juridisch Loket, Sociaal Werk Nederland, de Nederlandse Vereniging van Rechtswinkels, Nederlandse Schuldhulprouwe (Geldfit), Landelijke Organisatie Sociaal Raadslieden, Vereniging Humanitas, Vereniging Schuldhulpmaatje Nederland, Leger des Heils en Stichting Alliantie Vrijwillige Schuldhulp: Oproep om te investeren in sociaaljuridische hulp
5. GGD: Oproep om gezondheid een centrale plek te geven in het coalitieakkoord
6. De heer Slingenberg: Vergeet mensen met een beperking niet!
7. Smartphonevrij Opgroeien Nederland: Oproep om de maatschappelijke norm te verschuiven (later smartphonegebruik, bewust omgaan met social media).
8. VeiligheidNL: Oproep om verkeersveiligheid en valpreventie op te nemen in het akkoord
9. 113 Zelfmoordpreventie: Oproep om suïcidepreventie op te nemen in het coalitieakkoord.

Fysieke Leefomgeving

10. Beraad Vliegheinder Moet Minder: Aandachtspunten met betrekking tot hinder van vliegverkeer
11. Eindhoven Airport: Brief over groeiwensen van de luchthaven
12. Federatie Ruimtelijke Kwaliteit: Oproep om lokale kwaliteitsadvisering m.b.t. fysieke leefomgeving te versterken en aandachtspuntenlijst voor gemeenten bij het borgen van omgevingskwaliteit
13. Fietzersbond: Oproep om fietsveiligheid te verbeteren
14. Gedeputeerde Stijn Smeulders: Oproep Samen maken we Brabant verkeersveilig
15. HomeFlex: Position Paper over Flexwonen
16. Knarrenhof Boxtel: Oproep tot het faciliteren van minimaal één Knarrenhof-project in elke kern
17. Minister van VRO: Oproep tot gezamenlijke aanpak woningmarktproblematiek met het belang van de woningzoekende voorop
18. Podium Boxtel: Verzoek om aan verkenning naar nieuwe locatie ook Het Rabobankpand mee te nemen
19. Regionale Samenwerking Wonen: Wensenlijst woningcorporaties

- 20. Seniorenvereniging Boxtel: Pleidooi voor een toegankelijke en veilige leefomgeving en langer zelfstandig thuis wonen
- 21. The lab of Thought: Oproep om meer ruimte te maken voor verhalen uit de gemeenschap over mobiliteit en de straat
- 22. Veilig Verkeer Nederland: 3 keuzes voor veiliger verkeer in uw gemeente

Programma Duurzaam

- 23. Energieregio Noordoost-Brabant: Overdrachtsdocument voor de nieuwe bestuursperiode
- 24. De heer Slof: Aandacht gevraagd voor wetenschappelijk onderzoek naar de relatie tussen blootstelling aan bestrijdingsmiddelen en gezondheidsrisico's
- 25. Waterschap de Dommel: brief met onderwerpen op het gebied van water om op te nemen in het bestuursakkoord
- 26. De heer Van der Zee: oproep op een strategisch woningbouwbeleid met groen als onderlegger te ontwikkelen

Programma Economie, Cultuur en Sport

- 27. ANWB en Wandelnet: oproep om te investeren in lopen en wandelen in de gemeente
- 28. Huis 73: Oproep om te blijven investeren in een sterke bibliotheekvoorziening
- 29. MDL-fonds: oproep tot het plaatsen van meer openbare toiletten
- 30. Sportsector: Oproep om sport en bewegen een stevige plek te geven in het coalitieakkoord
- 31. Stichting ERM: Oproep om gemeentelijk erfgoed beter te behouden
- 32. Stichting Kennisalliantie Bedrijventerreinen Nederland: Oproep ontwikkeling bedrijventerrein en andere werklocaties
- 33. VNONCW en MKB Nederland: 11-puntenplan Voor vitale stads- en dorpscentra

Programma Bestuur en organisatie

- 34. Commissaris van de Koning in de provincie Noord-Brabant: brief om aandacht te vragen voor het thema weerbaarheid en veerkracht op lokaal niveau
- 35. De heer Jonkers: oproep om een keus te maken tussen bestuurlijk samengaan of zelfstandig blijven zonder ambtelijke fusie
- 36. Open State Foundation: Oproep invoering lobbyregister
- 37. Tienskip: Jongeren en de lokale democratie
- 38. Voor Ons Nederland, Justice for Prosperity, Stichting Weerbare Democratie en Bits of Freedom: Oproep om te kiezen voor digitale autonomie

Noordoost Brabant

RES Regionale
Energie
Strategie

NPLW Nationaal
Programma
Lokale Warmtetransitie



Energieregio Noordoost-Brabant

- Overdrachtsdocument voor de nieuwe bestuursperiode
- Ons verhaal 'Ruimte voor energie'



Energieregio Noordoost-Brabant (NOB) is een regionaal samenwerkingsverband van tien gemeenten, Provincie Noord-Brabant, waterschappen Aa en Maas en De Dommel, netbeheerder Enexis en maatschappelijke partners. Samen werken we aan de uitvoering van de Regionale Energiestrategie (RES 1.0) en aan de versnelling van de energietransitie. Via de Energietafel wordt bestuurlijk vormgegeven aan gezamenlijke afspraken en regionale prioriteiten. Onze samenwerking kenmerkt zich door een enthousiaste en oplossingsgerichte werkwijze, met ruimte voor lokale verschillen.

Per 1 januari 2026 is RES Noordoost-Brabant verdergegaan onder de naam Energieregio Noordoost-Brabant, met een verbrede samenwerking rond warmte, het energiesysteem en voortzetting van de RES-opgave.

[Lees meer over de naamswijziging](#)

Ruimte voor energie

Sinds 2020 werkt Energieregio NOB aan de energietransitie richting een klimaatneutraal Nederland in 2050. In de verhaallijn Ruimte voor energie staat onze visie op het Energiesysteem van de Toekomst centraal, waarin lokale opwek, gebruik en opslag van energie en integrale afstemming van vraag, aanbod en infrastructuur nodig zijn om knelpunten zoals netcongestie te verminderen.

Stand van zaken

- In 2021 hebben de gemeenten binnen onze regio afgesproken om gezamenlijk een duurzame opwekopgave te realiseren van 1,6 TWh (bod RES 1.0). Die doelstelling is nog niet gerealiseerd. Hoewel veel zon- en windprojecten in een volgende fase zijn gekomen, is realisatie vóór 2030 niet haalbaar zonder extra besluitvorming en oplossingen. [Lees de voortgangsrapportage, juli '25](#)
- In 2025 hebben we een energiesysteemverkenning uitgevoerd om inzicht te krijgen in mogelijke ontwikkelingen van het regionale energiesysteem. Het rapport laat zien dat de energietransitie in onze regio vraagt om een fundamentele herinrichting van het energiesysteem met elektriciteit als belangrijkste drager én met grote gevolgen voor het elektriciteitsnet. De verkenning biedt inzicht in toekomstige keuzes en knelpunten en vormt de basis voor vervolgbesluiten over de ontwikkeling van het Energiesysteem van de Toekomst. [Lees het rapport Energiesysteemverkenning Noordoost Brabant](#)
- We werken ook samen aan energiebesparing en duurzame warmte. In RES 1.0 is het doel van 11 % energiebesparing in 2030 ten opzichte van 2017 vastgelegd. De actuele cijfers laten inmiddels een besparing van ongeveer 17,2 % zien, grotendeels dankzij externe factoren zoals gestegen energieprijzen en (tijdelijk) gedragseffecten. Energiebesparing blijft echter een belangrijk aandachtspunt gezien de stijgende vraag naar elektriciteit en de opgave van de warmtetransitie. Om inwoners te ondersteunen bij woningverduurzaming, werken we samen in een Meerjarig Collectief Ontzorgingstraject (MCO). [Lees meer over MCO](#)
- De uitvoering van duurzame warmte in de regio is gestart, maar de transitie moet de komende jaren verder worden opgeschaald om de bijgestelde warmteambities richting 2030 te realiseren.
- Alle gemeenten werken aan een nieuw Warmteprogramma dat het college van B&W uiterlijk in 2027 vaststelt. Het programma schetst de warmteaanpak voor de komende jaren. Het onderscheidt gebieden met hun toekomstige (verwachte) warmtebron. Als uw gemeente in het Warmteprogramma gebruik maakt van de aanwijzingsbevoegdheid zal de gemeenteraad gevraagd worden dit in het Omgevingsplan vast te leggen.

Actuele ontwikkelingen

- **Zienswijze op Ontwerp-Nota Ruimte**

Energieregio NOB heeft samen met regionale partners een zienswijze ingediend op de Ontwerp-Nota Ruimte, waarin energie als essentieel onderdeel van ruimtelijke keuzes wordt benadrukt. [In de zienswijze zijn diverse zaken opgenomen met betrekking tot energie.](#)

- **Verbreiding naar andere beleidsvelden**

In meerdere bijeenkomsten voor bestuurders en raadsleden hebben we benadrukt dat de energietransitie een bredere aanpak vraagt. Warmte, netcongestie en het Energiesysteem van de Toekomst maken dat energie nauw verbonden is met wonen, economie en ruimtelijke ontwikkeling. [Lees verder](#) Tijdens de eerste editie van de Energiedag zette Energieregio NOB een stap in die verbreding. [Lees hier het verslag](#)

- **Energiesysteem van de Toekomst**

De Energietafel heeft bestuurlijk groen licht gegeven voor de verdere uitwerking van het Energiesysteem van de Toekomst. Hiermee start de volgende fase waarin de uitkomsten van de energiesysteemverkenning worden vertaald naar concrete scenario's, keuzes en handelingsperspectieven voor de regio. [Lees meer](#)

Op 15 april verzorgen wij een deelsessie over het Energiesysteem van de Toekomst tijdens de regionale raadsbijeenkomst in het kader van het inwerkprogramma voor de nieuwe gemeenteraden. Op uw verzoek verzorgen we een presentatie tijdens een beeldvormende raadsbijeenkomst.



Aandachtspunten voor de komende periode

Voor de nieuwe bestuursperiode is de energietransitie een urgente opgave. De komende jaren zijn bepalend voor het realiseren van de regionale afspraken én voor het voorkomen dat energie een beperkende factor wordt voor wonen, werken en economische ontwikkeling. Graag geven wij u een aantal aandachtspunten mee:

- Tijdige realisatie van de opwekopgave uit RES 1.0, waarbij nieuwe bestuurlijke afspraken in aanloop naar 2030 worden meegenomen richting gemeenteraden en lokaal worden verankerd.
- Actieve samenwerking met netbeheerders voor verzwaring van het elektriciteitsnet en afstemming buurtvolgorde met wijkuitvoeringsplannen in Warmteprogramma's.
- Borgen van voldoende capaciteit en middelen voor energie als ordenend principe voor plannen en gebiedsontwikkelingen. Zorg voor een integrale aanpak in de organisatie naar het Energiesysteem van de Toekomst.
- Betrek lokale initiatieven en energiecoöperaties actief bij uitvoering en draagvlak. En verbindt de energietransitie met het sociaal domein, met aandacht voor betaalbaarheid en energiearmoede.

Netcongestie vraagt om een andere aanpak en soms om onorthodoxe maatregelen. Als Energieregio Noordoost-Brabant willen we hierin een actieve rol vervullen door energie integraal te verbinden met ruimtelijke ontwikkeling, wonen en economie. En door vraag en aanbod lokaal beter op elkaar af te stemmen. Daarbij zetten we in op energiegemeenschappen, lokale energieconcepten en oplossingen die bijdragen aan een betrouwbaar en betaalbaar energiesysteem.

Ruimte voor energie

Sinds 2020 werken we als Energieregio Noordoost-Brabant aan de energietransitie op weg naar een klimaatneutraal Nederland in 2050. Waar de focus voorheen alleen lag op energiebesparing en het duurzaam opwekken van energie, zijn er inmiddels flinke stappen gezet in de warmtetransitie. Gemeenten werken volop aan warmteprogramma's en wijkaanpakken. De grote druk op het elektriciteitsnet vanwege de groeiende vraag en productie van duurzame energie, zorgt ervoor dat onze aandacht steeds meer verschuift naar het energiesysteem als geheel. Oftewel naar de ontwikkeling van het Energiesysteem van de Toekomst. In 'Ruimte voor energie' beschrijven we de beweging die we in Noordoost-Brabant voor ons zien en samen willen maken.

Ruimte voor energie

De beschikbare netcapaciteit in Nederland, en dus ook in Noordoost-Brabant, staat onder grote druk. Dat merken we bijvoorbeeld aan woningbouwplannen die vertraging oplopen doordat stroomaansluitingen niet (direct) beschikbaar zijn. Ook staan steeds meer bedrijven in de wacht voor een stroomaansluiting en transportcapaciteit. Ze willen uitbreiden en meer werkgelegenheid creëren, maar zijn pas na 2033 of later bij de netbeheerder aan de beurt voor een aansluiting.

Het kabinet streeft naar een CO2 vrij elektriciteitssysteem in 2040. Een ambitieus doel, maar de cijfers zijn confronterend: de vraag naar elektriciteit wordt drie keer zo groot als nu en de productie ruim vier keer zo groot. Dit vraagt nu en in de toekomst veel van onze landelijke en regionale elektriciteit-infrastructuur. Netcongestie is dan ook geen tijdelijk probleem. **Netcongestie is 'here to stay'.** En dat raakt ons allemaal.

Hoe zorgen we ervoor dat we wél voldoende duurzame elektriciteit hebben? Zodat bedrijven kunnen ondernemen en we economische kansen benutten. Dat we woningen op het net kunnen aansluiten en onze woningbouwopgave kunnen realiseren. Dat we bestaande woonwijken kunnen transformeren in aardgasvrije wijken. En, waarbij we tegelijkertijd oog hebben voor een gezonde en prettige leefomgeving? Dat kan door andere aanpakken te hanteren dan we nu doen. En door anders te kijken naar ons energiesysteem op weg naar een klimaatneutraal Nederland in 2050.

Een andere benadering: van centraal naar decentraal

De oplossing ligt niet in eindeloos wachten op uitbreiding van het centrale elektriciteitsnet. Netcongestie dwingt ons tot een andere benadering van ons energiesysteem. Het dwingt ons tot een integrale gebiedsaanpak waarin ruimtelijke ontwikkelingen, wonen, economie, mobiliteit én energie hand in hand gaan. En het dwingt ons tot het creëren van een decentraal systeem. Daarin komen vraag en aanbod van energie geografisch en in tijd, dicht bij elkaar in de eigen regio, op bedrijventerreinen en woonwijken. Het vraagt om een energiesysteem waarin we de samenhangende onderdelen – energievraag, energieaanbod en energie-infrastructuur – anders organiseren.



Netcongestie dwingt ons tot een integrale gebiedsaanpak waarin ruimtelijke ontwikkelingen, wonen, economie, mobiliteit én energie hand in hand gaan.

Minister Hermans benadrukt in haar Kamerbrief van juni 2025 de noodzaak om vraag en aanbod in balans te brengen. Een uitdaging die we in Noordoost-Brabant nog volledig voor ons hebben. Maar hierin ligt ook onze kans. Door nú de regie te pakken, kunnen we efficiënter gebruikmaken van het energiesysteem én het systeem anders inrichten.

Integrale gebiedsaanpak

In de transitie naar het Energiesysteem van de Toekomst, moeten ruimte, wonen en economie samenkomen. Bestuurders, ondernemers en belangenorganisaties kunnen de gewenste economische groei niet meer los zien van energievraagstukken. Ambtenaren ruimtelijke ordening en projectontwikkelaars moeten vroegtijdig energiebehoeften meenemen in plannen voor gebiedsontwikkeling. En nieuwbouwplannen en aardgasvrije wijken vragen om energiegemeenschappen, groepscontracten en publiek-private samenwerking.

Kortom, we moeten samenwerken over de grenzen van verschillende sectoren heen. Een bedrijventerrein wordt niet alleen een plek voor economische activiteit, maar ook een energielandschap waar ondernemers energie produceren, opslaan, delen en verbruiken. Nieuwe woonwijken zijn in de toekomst gebieden waar bewoners in energiegemeenschappen samenwerken aan het opwekken, opslaan en delen van energie. Het energiesysteem, inclusief de benodigde infrastructuur, wordt een integraal onderdeel van gebiedsontwikkeling.

*Laten we samen ruimte maken voor energie in
Noordoost-Brabant, zodat we in
de toekomst prettig en gezond blijven wonen,
werken en leven in onze mooie regio.*

Ruimte voor energie

We staan voor een fundamentele keuze. We kunnen blijven wachten op uitbreiding van het centrale elektriciteitsnet en accepteren dat economische ontwikkeling en woningbouw achterblijven. Óf we pakken zelf regie. We bouwen aan een decentraal energiesysteem waarin vraag en aanbod bij elkaar liggen zodat we de bestaande en nieuwe energie-infrastructuren beter benutten. Regie pakken vraagt moed, samenwerking en het loslaten van oude denkpatronen, niet alleen bij (decentrale) overheden, maar ook bij onze ondernemers, inwoners en maatschappelijke organisaties. Het bouwen aan een decentraal energiesysteem is een ruimtelijk, economisch én maatschappelijk vraagstuk.

Het gaat om het **creëren van ruimte**, letterlijk en figuurlijk. Letterlijk, door slimmer om te gaan met de schaarse ruimte die we hebben en energie op te wekken waar deze wordt gebruikt. En figuurlijk, door ruimte te maken voor nieuwe denkwijzen, voor samenwerking over grenzen heen en voor lokale oplossingen.



Vernieuwende samenwerking in Noordoost-Brabant

Hoe doen we dat in de praktijk? Als tien gemeenten, provincie Noord-Brabant, waterschappen Aa en Maas en De Dommel, netbeheerder Enexis en maatschappelijke partners werken we al geruime tijd samen aan de energietransitie. Binnen de Energietafel maken we verdere stappen naar vernieuwende samenwerkingsvormen. Hierin staan co-creatie en innovatie centraal en willen we collega's vanuit andere beleidsvelden nauw betrekken. Hierbij hebben we commitment aan elkaar én aan ons gezamenlijke doel: een decentraal toekomstbestendig energiesysteem. Laten we samen ruimte maken voor energie in Noordoost-Brabant, zodat we in de toekomst prettig en gezond blijven wonen, werken en leven in onze mooie regio.

From: Marinus Sloff
Sent: Sat, 25 Apr 2026 09:52:09 +0200
To: BOX-Griffie
Subject: Onderzoek pesticiden en gezondheidsrisico's, aandachtspunten voor coalitieakkoord
Attachments: pesticiden cancer.pdf

Geachte griffie,

Graag vragen wij uw aandacht voor bijgevoegd wetenschappelijk onderzoek naar de relatie tussen blootstelling aan bestrijdingsmiddelen en gezondheidsrisico's, met het verzoek dit door te sturen aan de formerende partijen in de gemeente Boxtel.

De kern van dit onderzoek is relevant voor het lokale beleid: het laat zien dat niet zozeer individuele bestrijdingsmiddelen, maar juist de blootstelling aan mengsels van middelen ("cocktails") samenhangt met een verhoogd risico op kanker. Opvallend daarbij is dat de afzonderlijke stoffen in deze mengsels vaak wél binnen de huidige toelatingskaders als veilig worden beschouwd.

Dit onderstreept een belangrijke tekortkoming in het huidige toelatingssysteem, dat primair is gebaseerd op beoordeling van individuele stoffen en onvoldoende rekening houdt met gecombineerde effecten in de praktijk. Het onderzoek wijst erop dat deze gecombineerde blootstelling kan leiden tot verstoring van biologische processen en daarmee een serieuze kans op kanker, ook bij langdurige blootstelling op lagere niveaus.

Voor gemeenten betekent dit dat er een duidelijke rol ligt in het beschermen van de gezondheid van inwoners en het beperken van risico's in de leefomgeving. Ik wil de formerende partijen daarom meegeven om in het coalitieakkoord expliciet aandacht te besteden aan:

- het verminderen van blootstelling aan bestrijdingsmiddelen in de directe leefomgeving;
- het toepassen van het voorzorgsprincipe bij ruimtelijke ordening en landbouwactiviteiten;
- het stimuleren van alternatieven die minder schadelijk zijn voor mens, natuur en milieu.

Gezien de toenemende maatschappelijke en wetenschappelijke aandacht voor dit onderwerp, lijkt het mij van groot belang dat de gemeente hier een actieve en zorgvuldige positie in inneemt.

Alvast bedankt voor het doorsturen van deze informatie.

Met vriendelijke groeten,

Marinus Sloff, Marijke van Bilsen, en bezorgde omwonenden van Ielievelden in Boxtel.

Mapping pesticide mixtures to cancer risk at the country scale with spatial exposomics

Received: 21 August 2025

Accepted: 17 February 2026

Published online: 01 April 2026

 Check for updates

Jorge Honles ^{1,2}, Juan Pablo Cerapio ^{2,3}, Claudia Monge ^{2,4,5},
Agnès Marchio ^{2,4,5}, Eloy Ruiz ^{2,6}, Ramiro Fernández ^{2,6},
Sandro Casavilca-Zambrano ^{2,7,8}, Juan Contreras-Mancilla ^{2,7,8},
Tatiana Vidaurre ^{2,9,10}, Thomas Condom ¹¹, Swann Zerathe ¹²,
Olivier Dangles ^{13,14}, Éric Deharo ^{2,15}, Javier Herrera-Zuñiga ^{2,16},
Pascal Pineau ^{2,4,5} & Stéphane Bertani ^{1,2} 

Despite decades of concern over the carcinogenic potential of agricultural pesticides, toxicological studies relying on single endpoints have yet to establish a definitive link between environmental pesticide exposure and cancer in real-world contexts. Here we use an integrative spatial Bayesian framework that merges high-resolution environmental pesticide risk modelling with comprehensive cancer registry data to map pesticide-linked cancer clusters in Peru with unprecedented precision. Our process-based model, encompassing 31 key pesticide active ingredients, together with an innovative stratification of cancer cases by developmental lineage, reveals a robust spatial association between environmental pesticide exposure risk and cancer incidence. In pesticide-associated cancer hotspots, exposomic profiling of liver tissue—a primary target of chemical carcinogens—uncovers a distinct transcriptomic signature of pesticide exposure, implicating a non-genotoxic mode of action that disrupts core regulatory circuitries sustaining cell identity. Collectively, these findings strongly support a mechanistic link between pesticide exposure and cancer, challenging assumptions of human non-carcinogenicity derived from reductionist experimental models. This study redefines the exposome as a lineage-conditioned, mechanistically tractable framework and shows how complex pesticide mixtures can contribute to carcinogenic trajectories, with profound and far-reaching implications for global health policy and socio-ecological equity.

Pesticides pose inherent risks to human health through multifaceted mechanisms¹. These risks arise from the effects of complex mixtures of active ingredients (AIs) and their degradation products, compounded by interactive effects, non-linear dose–response relationships and variable exposure during the lifespan^{2–4}. The pervasive presence of pesticides in food, water and ecosystems renders the characterization of environmental exposures—a key component of the exposome—a daunting challenge⁴. Observational studies often fall short in capturing the complexity of pesticide exposures⁵, whereas experimental models

tend to oversimplify real-world dynamics^{6,7}. Moreover, the tumour-inducing potential of primarily non-genotoxic agents differs markedly between rodent models and humans⁸. Although studies of mixtures yield valuable insights into the health risks from multi-agent exposures, the interplay between individual life histories and socio-environmental context further complicates risk assessment^{4,6,7}. Consequently, the real-world carcinogenicity of pesticides remains insufficiently understood, hindering rigorous risk assessments and delaying effective public health interventions. Meeting these challenges requires heuristic

A full list of affiliations appears at the end of the paper. ✉ e-mail: stephane.bertani@ird.fr

models with enhanced detection and predictive capabilities to identify cancers attributable to pesticide exposure⁷.

To address this critical gap, we developed an advanced geospatial modelling approach that offers a transferable blueprint for global environmental health assessments. By integrating high-resolution, process-based environmental models with Bayesian inference that captures population-level heterogeneity in pesticide–cancer risk relationships, our approach maps exposure risk at a fine spatial scale and links statistical associations to mechanistic pathways of carcinogenesis.

Peru, a cradle of plant domestication⁹, combines a rich agricultural heritage with acute socio-ecological pressures that push against planetary boundaries^{10,11}, rendering it a compelling setting for modelling pesticide-related cancer risk. Its diverse geography—from Pacific coastal deserts to Andean highlands and Amazonian rainforests—shapes heterogeneous agricultural practices and pesticide use across a rapidly modernizing sector. Environmental monitoring has revealed alarming levels of contamination¹², while the country's epidemiological transition has brought cancer to the forefront of public health priorities^{13,14}. Stark spatial variability in cancer incidence, reflecting socio-ethnic disparities intertwined with territorial dynamics, raises the possibility of environmental factors as potential drivers^{13,14}. Moreover, distinctive molecular cancer patterns in Andean–Amazonian regions^{15–18}, where Indigenous and peasant communities bear disproportionate pesticide exposure burdens¹⁹, further underscore the imperative to elucidate the carcinogenic consequences of pesticide hazards.

Results

Process-based environmental pesticide risk mapping

We developed and validated a high-resolution environmental model to assess pesticide risk across Peru and to forecast regions with elevated exposure. Based on pesticide transport and degradation principles, the model computes—on a national scale—the environmental fate of the 31 most commonly used pesticides in the country (Fig. 1 and Extended Data Table 1). To mirror real-world applications, data on AIs from regulatory sources were cross-validated against field surveys of 650 agrochemical retailers (Extended Data Fig. 1). Notably, none of the pesticides included in the model are classified as group 1 carcinogens by the International Agency for Research on Cancer (IARC).

To map environmental pesticide exposure risk, we integrated spatial data on soil properties and monthly resolved hydrometeorological variables (2014–2019) to approximate pesticide transport, degradation and dispersion from application sites to downstream deposition zones (Fig. 1). A hierarchical framework aggregated simulation outputs across all 31 AIs onto a grid with 100 m × 100 m resolution, generating a normalized risk score for each grid cell (scale 0–100). District-level calibration, fine-tuned using 2018 cultivated land cover data, enhanced predictive accuracy by aligning model outputs with local agricultural activity (Extended Data Fig. 2). The model thus captures cumulative, long-term risk from pesticide mixtures by concurrently estimating the environmental behaviour of all 31 AIs, thereby characterizing temporally stable exposure risk surfaces that reflect persistent contamination regimes rather than short-term variability.

By integrating a process-based framework with empirical data, our model reconstructs plausible pesticide exposure scenarios at the district scale (median area = 207.4 km²), capturing the spatial footprint of routine human–environment interactions. To our knowledge, no other system combines national coverage, high spatial resolution and multi-year temporal depth to model chronic exposure risk to a comprehensive panel of key pesticides, making it uniquely suited for spatial epidemiology in Peru.

Nationwide, the model mapped risk levels for 1,793 of 1,874 districts (95.7%; 1,245,451.8 km²), demonstrating its broad geographic coverage despite minor data gaps (Fig. 1 and Extended Data Fig. 2). Zones of moderate and high risk encompassed more than one-third of the national territory, surpassing reference models in both spatial

resolution and predictive precision²⁰ (Supplementary Fig. 1). Off-site contamination driven by long-range transport extended up to 30–50 km beyond cultivated land (≈1,600 km²). The highest environmental pesticide exposure risks were concentrated in the Andean highlands and slopes, especially along the western flank and southern coastal areas, where limited precipitation exacerbates pesticide accumulation. Conversely, the Amazon basin and northern coast consistently exhibited lower apparent risk levels (Fig. 1 and Extended Data Fig. 2).

To validate real-world model performance, we analysed hair samples from 50 individuals residing in environmentally distinct pesticide risk zones¹⁹. Biomonitored levels of contaminating AIs and their degradation products exhibited significant spatial autocorrelation (global bivariate Moran's $I = 0.42$; z -score = 1.49; $P = 0.044$), closely aligning with modelled exposure risk estimates (Extended Data Fig. 3 and Supplementary Table 1). Model sensitivity to climate variability was assessed by comparing two contrasting El Niño–Southern Oscillation (ENSO) phases. Predicted risk significantly increased during the 2015 El Niño episode compared with neutral conditions in 2019 ($P = 2.2 \times 10^{-16}$), particularly in the Andes and northern coast (Extended Data Fig. 4). This preliminary finding suggests that climate events may heighten local exposure risk by altering pesticide use patterns²¹ and, in turn, the transport and partitioning dynamics that govern their environmental distribution.

Spatial cancer distribution by cell lineage ontogeny

Building on the pesticide risk model, we mapped the spatial distribution of cancer risk across Peru using data from the Peruvian National Cancer Institute (INEN) registry—the country's most comprehensive source of cancer records^{13,14}—for the years 2007 to 2020. Diagnoses were validated by expert pathologists and classified according to the International Classification of Diseases, 10th revision (ICD-10). Key variables—including birth date, sex, residential address at diagnosis, diagnosis date and ICD-10 code—were curated to exclude recurrent cases, duplicates and inconsistencies. Residential histories were verified against the 2007 and 2017 national censuses to ensure a minimum of 5-year residency before diagnosis, yielding a dataset of 158,072 primary cancer cases (C00–C96). Cases were then geocoded using a self-hosted application programming interface (API) and assigned to districts to match the spatial resolution of the environmental pesticide risk model.

Recognizing that cancer development is shaped by developmental lineage programmes^{22,23}, we stratified the dataset using a molecular framework based on histogenesis and germ layer origin, as proposed by Berman²⁴ (Fig. 2a). This strategy moves beyond organ-based classifications by grouping cancers according to cell ontogeny, enabling the identification of hallmarks shared among tumours arising from organs with a common developmental lineage. Although often overlooked in cancer classification, lineage dependency has profound implications for environmental epidemiology. At the molecular level, lineage dependency mechanisms are well characterized, with lineage-specific master transcription factors (MTFs) orchestrating the autoregulatory core regulatory circuitries (CRCs) that define cell identity in normal tissues²⁵ while sustaining cancer cell fitness in a lineage-dependent manner^{26–28}. Modulated by extrinsic cues and nuclear hormone receptors²⁸, these lineage-specific MTFs constitute systemic vulnerabilities that can drive cancer cell transformation in response to environmental stressors^{29,30}. This rationale underpinned our adoption of lineage-based stratification in cancer cluster analysis, offering a biologically grounded lens through which to interrogate environmental drivers of tumorigenesis²⁴.

Within this framework, cancers were stratified into six main categories (Fig. 2a). Endoderm- and ectoderm-derived tumours were classified as either surface ($n = 57,890$; 36.6%) or parenchymal ($n = 32,781$; 20.7%). Mesoderm-derived cancers were subdivided into non-mesenchymal ($n = 31,881$; 20.2%) and mesenchymal ($n = 21,518$; 13.6%)

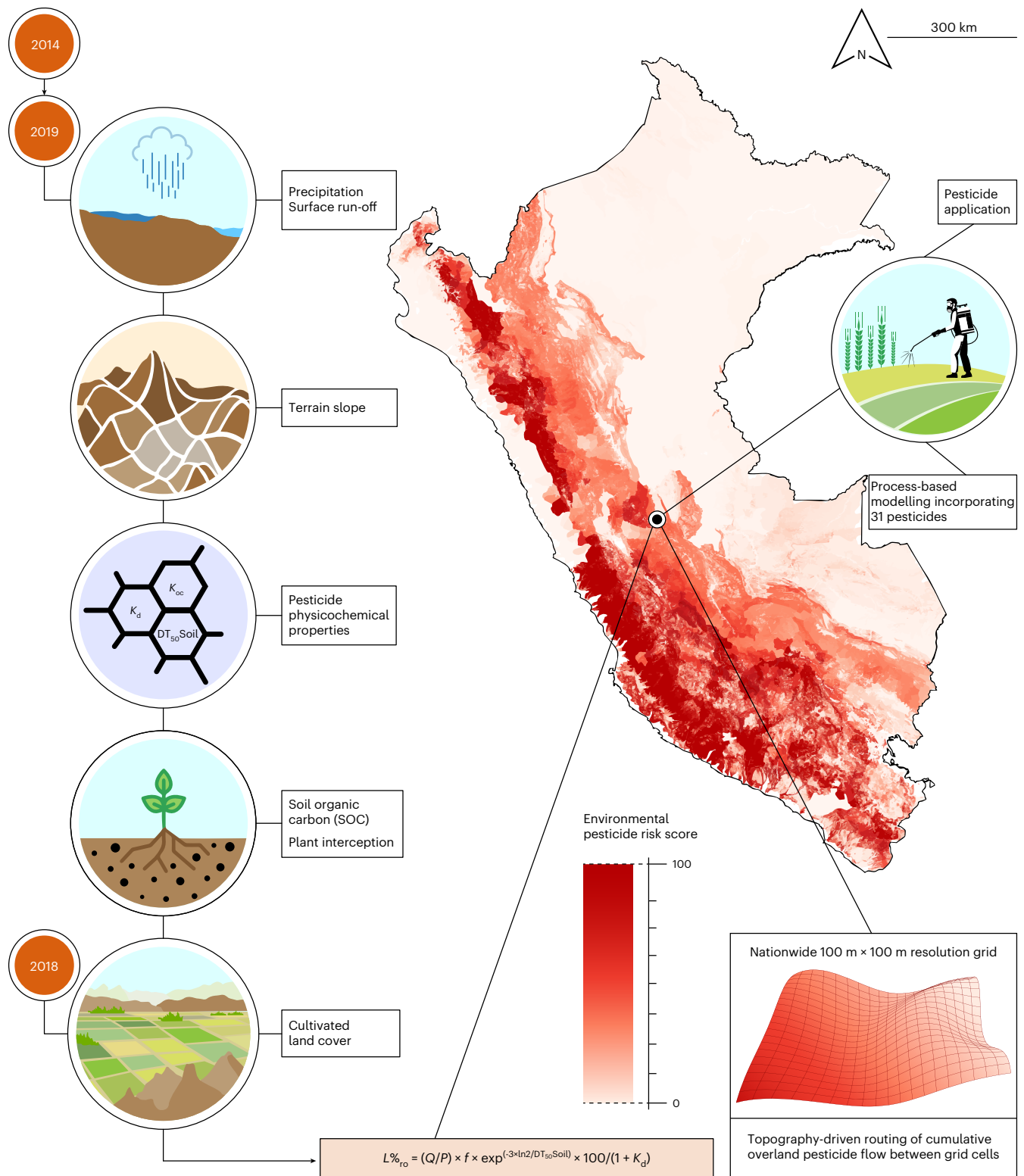


Fig. 1 | High-resolution environmental model of pesticide risk across Peru, designed to support spatial cancer epidemiology. This process-based model estimates cumulative pesticide risk across spatial domains and over a 6-year period, both of which are pertinent to chronic human exposure. It integrates spatial data on soil properties and hydrometeorological variables—updated monthly from 2014 to 2019—into a transport framework grounded in surface pesticide mobility and degradation processes, formally represented by an equation described in Methods (see also Supplementary Methods). This framework estimates the environmental fate and dispersal of the 31 most commonly applied pesticides in Peru (Extended Data Table 1). Overland pesticide

flow is simulated by routing surface run-off from cell to cell along topography-driven pathways, modelling transport from handheld spraying sites typical of Peruvian agriculture to downstream deposition zones. Outputs across all 31 AIs are aggregated onto a 100 m × 100 m grid to compute a normalized cumulative risk score per cell (scale 0–100), accounting for pesticide mixtures. The map shows the geographical distribution of this score, colour-scaled in red from light (lower risk) to dark (higher risk), highlighting zones of potentially elevated environmental pesticide exposure risk across Peru. Model accuracy is enhanced through calibration using district-level cultivated land cover data (as in Extended Data Fig. 2).

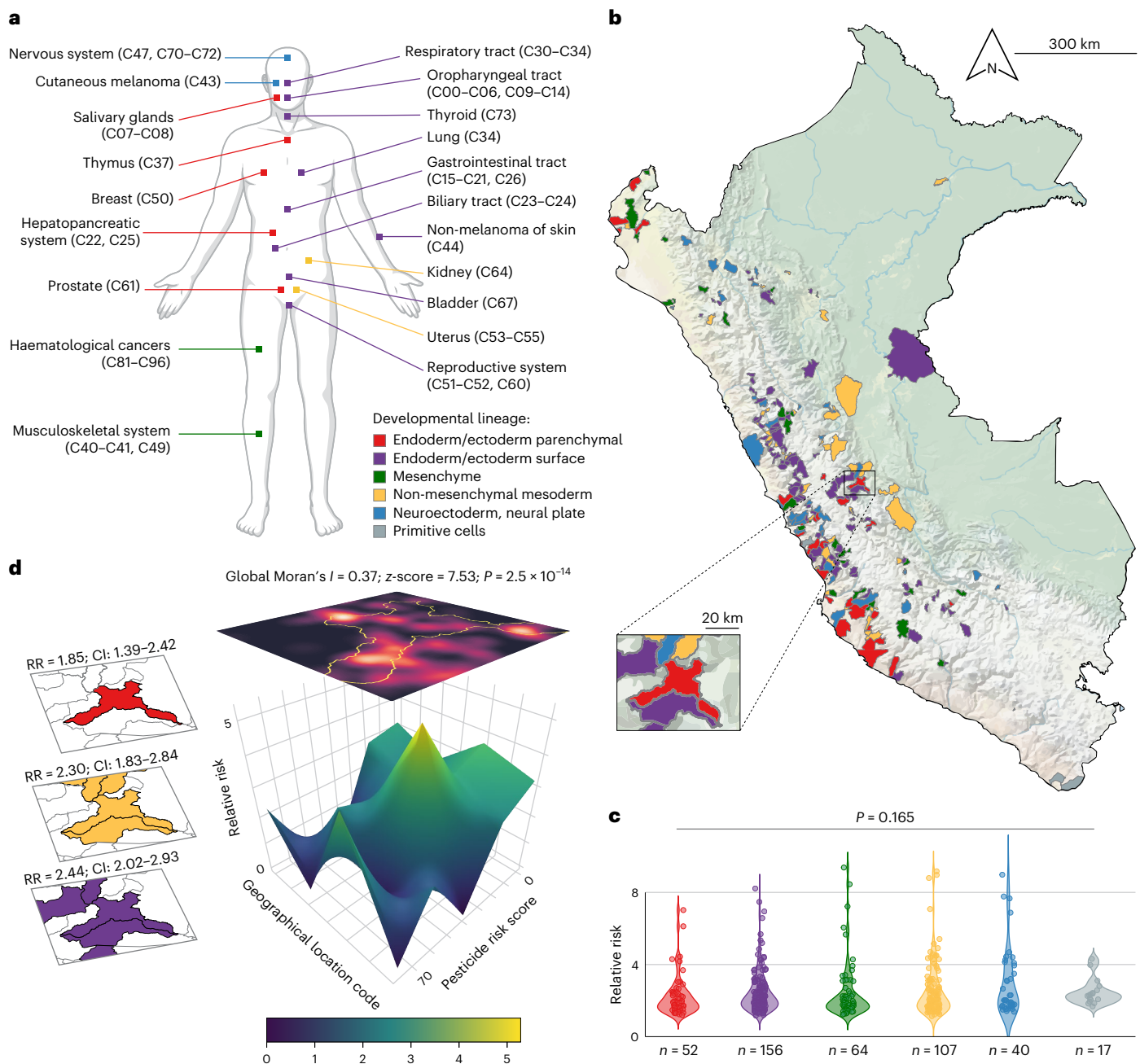


Fig. 2 | Stratification by cell lineage ontogeny reveals spatial cancer clustering associated with pesticide exposure risk. a, Developmental mapping of major cancer types across anatomical systems²⁴, with ICD-10 codes indicating corresponding tumour sites. **b**, Map of Peru showing pesticide-associated cancer hotspots ($RR > 1$), stratified by developmental lineage. RRs were estimated using a Bayesian geostatistical model fitted with INLA (Supplementary Fig. 2). The inset highlights a hotspot in the Chanchamayo Province (Junín region). **c**, Violin plots showing the distribution of RR estimates across lineages. P value is from a Kruskal–Wallis test. **d**, Left: a spatial overlay identifying a multi-lineage hotspot of pesticide-associated cancers in the Chanchamayo Province. RRs are reported with 95% CIs. Right: a three-dimensional Bayesian posterior mean RR surface for liver cancer (C22.0), depicting spatial variation in modelled cancer

risk as a function of estimated pesticide exposure within the same area. Overlaid is a kernel density estimate heatmap of liver cancer cases, illustrating the spatial alignment of the RR maximum with a geostatistical cluster—confirmed by Moran's I statistic (global Moran's $I = 0.37$; z -score = 7.53 ; $P = 2.5 \times 10^{-14}$). Locations are slightly jittered to preserve privacy. Colour code (**a–d**) and number of pesticide-associated cancer hotspots (**b** and **c**): endoderm/ectoderm-derived parenchyma, red ($n = 52$); endoderm/ectoderm-derived surface, violet ($n = 156$); mesenchyme, green ($n = 64$); non-mesenchymal mesoderm, yellow ($n = 107$); neuroectoderm (neural plate), blue ($n = 40$); primitive cells, grey ($n = 17$). Illustration in **a** created in BioRender; Bertani, S. <https://biorender.com/jo8oap5> (2026).

types. Neuroectodermal tumours, originating from the neural plate, formed a distinct group ($n = 7,852$; 5%). Primitive cell tumours—including those of germ cell origin ($n = 2,076$; 1.3%) and those derived from totipotent or multi-potent precursors ($n = 194$; 0.1%)—were grouped under a 'primitive cells' category. Cancers of undetermined origin (C76–C80; $n = 3,558$; 2.3%) and tumours with insufficient geostatistical

power—extraembryonic trophoblastic tumours (C58; $n = 318$; 0.2%) and odontogenic tumours of endodermal/ectodermal origin (C75.2; $n = 4$; 0.002%)—were excluded from analysis.

To identify cancer clusters based on developmental lineage, we then computed standardized incidence ratios (SIRs) at the district level. Districts with $SIR > 1$, indicating a higher-than-expected cancer

incidence relative to the general population, were identified as cancer clusters. This approach enabled the generation of high-resolution maps delineating lineage-specific cancer clusters across Peru (Extended Data Fig. 5).

Lineage-defined cancer clusters associate with pesticide risk

We applied Bayesian inference using the integrated nested Laplace approximation (INLA)—a robust framework for estimating complex spatial models³¹—to forecast regions where a substantial share of the cancer burden is probably attributable to environmental pesticide exposure. Specifically, the method optimizes the geolocation of hotspots, defined as regions where the lower bound of the 95% credible interval (CI) for the relative risk (RR) exceeds 1, indicating a geostatistically significant association between modelled pesticide risk and observed cancer clustering.

Stratifying cancers by developmental lineage improved the INLA model's predictive performance relative to conventional organ-based classifications³², broadening its applicability, particularly for less common cancers. Lineage-informed modelling identified 436 hotspots across Peru, underpinned by a robust spatial structure and a modelled association between pesticide exposure and cancer incidence (Fig. 2b,c, Extended Data Fig. 6 and Supplementary Fig. 2). RRs within these hotspots ranged from 1.14 to 9.38 (mean $\pm$ s.d. = 2.52 ± 1.42), indicating a spatially consistent and epidemiologically relevant increase in cancer risk associated with environmental pesticide exposure. Although RR estimates did not significantly differ across cell lineage groups ($P = 0.165$; Fig. 2c), the distribution and extent of hotspots varied by lineage, suggesting potential lineage-specific susceptibility to local pesticide exposure patterns (Fig. 2b and Extended Data Fig. 6). The most extensive at-risk zones were associated with endodermal and ectodermal epithelial cancers—primarily affecting the gastrointestinal tract (C15–C21), lungs (C34) and skin (C44)—followed by non-mesenchymal, mesoderm-derived malignancies such as those of the female genital organs (C51–C58) and kidney (C64) (Fig. 2a–c and Extended Data Fig. 6).

Geospatial mapping of pesticide-associated cancer risk revealed an intricate interplay among population disparities, land use and Peru's diverse geography. Risk was predominantly concentrated in rural areas experiencing intense anthropogenic pressure. Along the semi-arid Pacific coast, prominent hotspots coincided with zones of modern agriculture on reclaimed and fertilized land³³, notably in Ancash and Piura (north of Lima) and in Ica (south of Lima; Fig. 2b and Extended Data Fig. 1). In the Andes, smaller hotspots emerged in inter-Andean valleys, where steep terrain accelerates pesticide surface run-off³⁴, probably intensifying local exposure and fostering cancer cluster formation. This pattern was particularly pronounced in the highlands of northern Peru (Amazonas and Cajamarca) and southern Peru (Aurimac, Ayacucho and Cusco; Fig. 2b and Extended Data Fig. 1). Further east, across the Amazon basin, widespread hotspots pertaining to non-mesenchymal, mesoderm-derived cancers spanned the montane and lowland rainforests in the central regions (Huánuco, Junín and Pasco; Fig. 2b and Extended Data Figs. 1 and 6), aligning with deforestation fronts driven by agricultural expansion^{35–37} (Extended Data Fig. 7). Including deforestation as a fixed covariate significantly improved the INLA model fit, as evidenced by reductions in the deviance information criterion (DIC = 2,804.24; Δ DIC = 5.73) and the widely applicable information criterion (WAIC = 7,221.95; Δ WAIC = 3.74), reinforcing the spatial association between agricultural pressure and pesticide-associated cancer risk.

Notably, pesticide-associated cancer hotspots in central Peru—amid regions of agricultural deforestation—warrant careful scrutiny, as they overlap with Andean–Amazonian Indigenous and peasant territories, where socio-economic disparities and land-use pressures compound exposure risks^{35–37}. Among these, a notable multi-lineage hotspot emerged in Junín (Fig. 2b,d), a region inhabited by Indigenous

ethnic groups, including the Asháninka, Kakinte, Nomatsigenga, Quechua and Yanetsha³⁸ (Extended Data Fig. 8). Spatial autocorrelation analysis based on residential locations uncovered a distinct cluster of liver cancer (C22.0) within this hotspot (Fig. 2d), characterized by strong and statistically significant spatial dependence (global univariate Moran's $I = 0.37$; z -score = 7.53; $P = 2.5 \times 10^{-14}$).

Liver cancer aligns with pesticide exposure hotspots

The endoderm-derived liver is a primary target site for carcinogens in mammals^{39–41}, making it an ideal organ for validating pesticide-related carcinogenic risks. In Peru, hepatocellular carcinoma (HCC)—the most prevalent liver cancer subtype—disproportionately affects young, non-cirrhotic individuals with Indigenous ancestry^{18,42}, particularly in central regions such as Junín^{15,43}. Tumours in these patients consistently exhibit a molecular profile that diverges from conventional classifications^{15,18}. Although hepatitis B virus (HBV) is widely considered the principal risk factor for liver cancer in this population, the frequently occult nature of HBV infection—characterized by low viral DNA levels⁴⁴—along with the distinctive clinical and molecular features of the disease^{15,18,42}, raises questions about whether HBV alone accounts for these cases.

Geostatistical analyses pinpointed a liver cancer cluster in Junín (Fig. 2d), implicating environmental pesticide exposure as a potential driver. To investigate this link, we performed transcriptomic profiling on paired HCC and non-tumour liver (NTL) samples from 36 non-cirrhotic patients residing in pesticide-associated cancer hotspots¹⁸. Pesticide-induced hepatotoxicity is primarily mediated by non-genotoxic mechanisms^{8,45}, although cumulative effects from AI mixtures and their degradation products may elicit modest genotoxic effects⁴⁶. Using the sample enrichment score (SES), an optimized algorithm for single-sample gene set enrichment⁴⁷, we detected a gene expression signature indicative of exposure to non-genotoxic carcinogens⁴⁸ (Extended Data Table 2). Predominantly present in NTL samples ($P = 5.1 \times 10^{-4}$), this signature points to early exposure preceding malignant transformation (Fig. 3a). We next scored NTL samples for gene expression signatures linked to established risk factors for liver cancer⁴⁹, including HBV infection, high alcohol consumption, steatosis and foodborne genotoxins such as aflatoxin B₁ (Extended Data Table 2). Statistical analyses confirmed preferential tumour induction by non-genotoxic carcinogens (Friedman test; $Q = 112.6$, $P = 2 \times 10^{-23}$), a pattern visually apparent in Fig. 3b (see also Supplementary Table 2 and Supplementary Fig. 3). To determine whether this non-genotoxic signature was specific to the pesticide-associated cancer hotspots in Peru or reflected broader environmental exposure patterns, we compared the Peruvian dataset with transcriptome datasets from France, Taiwan and Turkey. The results confirmed that the signature was unique to Peruvian patients, with no analogous signal detected in any other cohort ($P = 6.8 \times 10^{-15}$; Fig. 3a,b).

Prompted by geospatial cancer cluster analyses stratified by developmental lineage, we examined the expression of nine lineage-specific MTFs that orchestrate CRCs and drive endoderm-derived hepatobiliary carcinogenesis²⁶ (Extended Data Table 2). Remarkably, NTL samples from Peruvian patients exhibited significantly higher SES for these MTFs than those from France, Taiwan and Turkey ($P = 5.7 \times 10^{-16}$; Fig. 3c and Supplementary Fig. 4), indicative of CRC disruption. These findings suggest early systemic disruption of the MTF-driven autoregulatory loop sustaining CRC-dependent hepatocyte identity⁵⁰, occurring before malignant transformation. This preneoplastic alteration is consistent with a field-effect-like phenomenon in histologically normal liver tissue⁴², whereby some hepatocytes, despite retaining functionality, probably enter an unstable steady state within a saddle-node epigenetic landscape⁵¹ (Fig. 3d). While this epigenetic landscape is shaped by multiple layers of regulation, our data indicate that aberrant DNA methylation¹⁸—triggered by pesticide-induced CRC disruption⁵² and maintained in a lineage-specific manner by the polycomb repressive complex 2 (PRC2)^{53,54}, a key effector in Peruvian liver

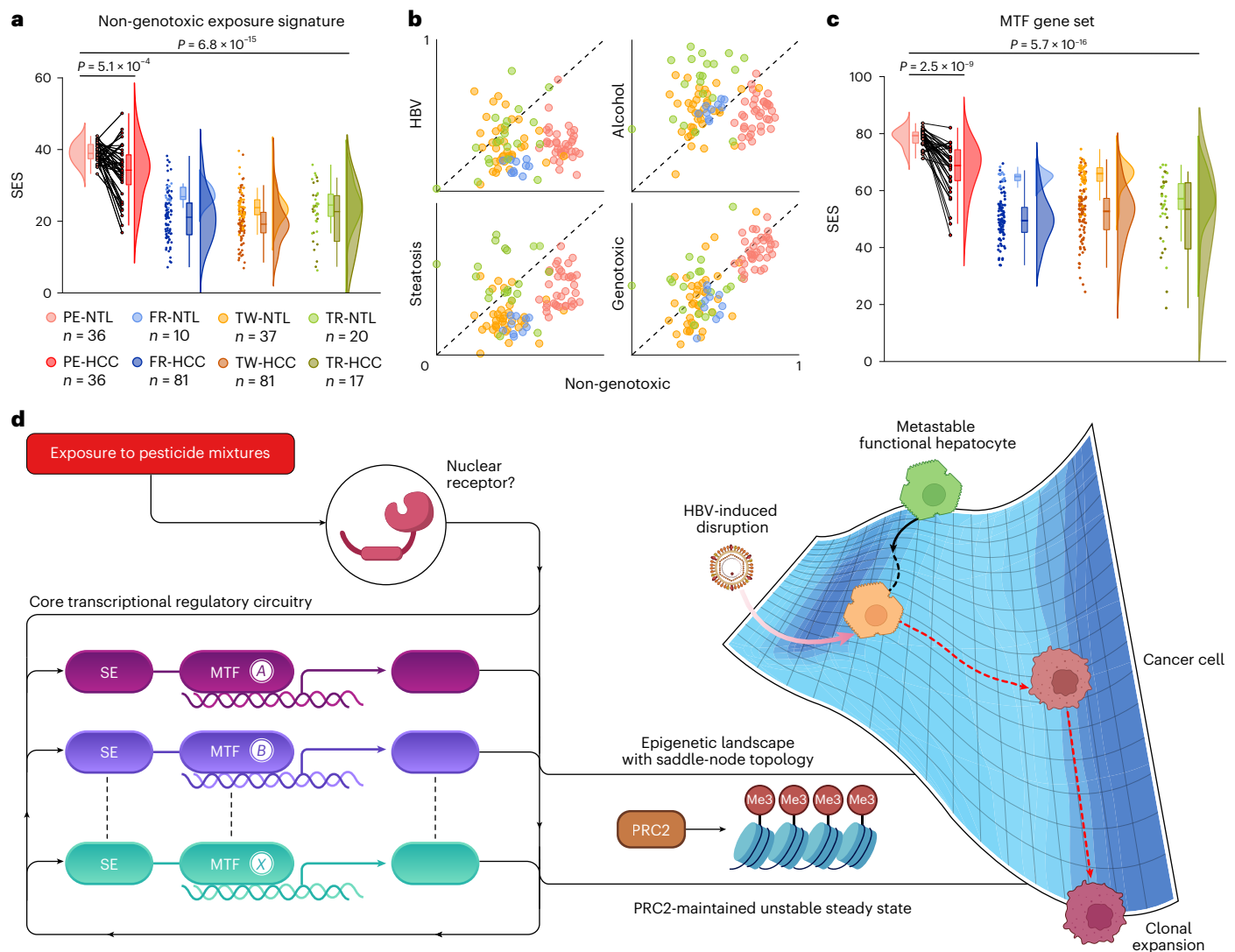


Fig. 3 | Transcriptomic evidence of non-genotoxic carcinogenesis and early lineage-specific regulatory disruption in pesticide-associated liver cancer. **a**, Raincloud plots of SES for a curated non-genotoxic exposure signature in HCC and NTL samples⁴⁸ (Extended Data Table 2). **b**, Scatter plots of min–max scaled SES values in NTL samples, comparing the non-genotoxic signature with transcriptomic signatures linked to major HCC risk factors. A dashed identity line ($x = y$) highlights deviations between signatures. **c**, Raincloud plots of SES for a curated gene set of lineage-specific MTFs implicated in hepatobiliary carcinogenesis²⁶. In **a–c**, Peruvian samples (PE; red; $n = 36$ NTL and $n = 36$ HCC) are compared with cohorts from France (FR; blue; $n = 10$ NTL and $n = 81$ HCC), Taiwan (TW; orange–brown; $n = 37$ NTL and $n = 81$ HCC) and Turkey (TR; green; $n = 20$ NTL and $n = 17$ HCC); lighter and darker shades denote NTL and HCC, respectively. Raincloud plots in **a** and **c** combine box plots with kernel density estimates. Box plots indicate the median (centre line), interquartile range (IQR, box) and $1.5 \times \text{IQR}$ bounds (whiskers), with outliers beyond the whiskers

plotted individually as points. Peruvian samples are matched pairwise. P values are from Kruskal–Wallis tests followed by Dunn’s multiple-comparison test with correction and from two-sided paired Wilcoxon tests. **d**, Schematic summarizing the proposed mechanism by which pesticide mixtures induce early systemic disruption of the CRC formed by super-enhancers (SEs) and MTFs—an autoregulatory loop essential for sustaining hepatocyte identity³⁰. This disruption propels cells into an unstable, preneoplastic steady state situated within a saddle-node epigenetic landscape⁵¹—a departure from Waddington’s model. Characterized by aberrant DNA methylation and maintained by PRC2¹⁸, this metastable state constitutes a transformation-prone, epigenetically entrapped configuration that destabilizes cell-fate commitment. Dysregulation of PRC2, frequent in HBV infection⁵⁵, may trigger the collapse of this precarious equilibrium, culminating in malignant transformation. Schematic in **d** adapted with permission from ref. 51, Elsevier; icons in **d** created in BioRender; Bertani, S. <https://biorender.com/3v25ddg> (2026).

cancer¹⁸—compromises cellular stability, thereby undermining proper cell-fate commitment and predisposing the tissue to malignant transformation. Subsequent dysregulation of PRC2 through its SUZ12 subunit during HBV infection⁵⁵ may breach this unstable epigenetic milieu, acting as a tipping point that precipitates malignant transformation.

Discussion

This study links pesticide exposure to cancer risk in a nationwide cohort, revealing mechanistic pathways of environmentally driven carcinogenesis, with important implications for global health policy.

Our advance stems from integrating a state-of-the-art, process-based environmental risk model with Bayesian spatial epidemiology and transcriptomic validation. This strategy enabled high-resolution mapping of cumulative environmental exposure risk to pesticide mixtures—unprecedented in scope—with each AI individually deemed non-carcinogenic⁵⁶. The resulting risk surfaces were linked to spatial patterns of cancer incidence. By stratifying comprehensive cancer registry data according to developmental lineage, we redefined cancer clustering within a coherent ontogenetic framework, uncovering hallmark patterns often obscured by conventional organ-based

classifications²⁴. This biologically anchored approach affords a nuanced assessment of pesticide-associated cancer risk, exemplified by the identification of an atypical molecular subtype of liver cancer in Andean–Amazonian Indigenous patients¹⁸, whose aetiology had remained elusive.

Our findings indicate that pesticide exposure may contribute to the risk of liver cancer in this population. At the molecular level, chronic exposure to non-genotoxic pesticide mixtures—even at or below individual experimental no-observed-adverse-effect levels³—disrupts lineage-dependent transcriptional programmes and fosters cancer development. Transcriptomic analyses show that such exposures perturb the expression of lineage-specific MTFs in normal tissue, destabilizing the regulatory networks that sustain cell identity^{25,50} and undermining the epigenetic safeguards that enforce cell-fate commitment⁵². This aberrant transcriptional state probably increases cellular vulnerability to extrinsic cues—whether environmental, metabolic, infectious or inflammatory^{30,49}—that may act as tipping points for malignant transformation, most notably through mild or even occult HBV infection in Peruvian patients with liver cancer⁴⁴. These findings raise a critical question: do disruptions in lineage-specific MTF expression accumulate over time, or are they imprinted during early development⁵⁷, in line with the DOHaD (developmental origins of health and disease) hypothesis⁵⁸? While our data implicate the liver—a primary target of chemical carcinogens^{39–41}—as a sentinel site of lineage-specific disruption of MTF activity, it remains undetermined whether analogous mechanisms occur in other exposed tissues, which were not assessed here. Further investigation of additional organ sites identified through geospatial clustering is warranted to determine whether this lineage-dependent susceptibility reflects a broader systemic response to pesticide mixtures.

Beyond its molecular insights, our study reveals pressing socio-environmental challenges. In regions where intensive agriculture, unsustainable land management and limited healthcare coalesce^{10,13}, the dispersal of pesticides not only undermines ecological resilience⁵⁹ but also exacerbates enduring health inequalities. Geospatial modelling reveals that high-risk zones for pesticide-associated cancer are disproportionately concentrated in rural areas experiencing intense anthropogenic pressure. This pattern underscores the intricate interplay between environmental degradation, land-use dynamics and socio-economic marginalization, placing underserved communities at greatest risk and reinforcing the urgent need for targeted policy interventions³⁵. Moreover, preliminary evidence suggests that climate phenomena such as ENSO shape land-use patterns and influence pesticide dispersion²¹, thereby amplifying local exposure risk. As global warming advances, these dynamics are likely to intensify, further aggravating the burden of environmentally driven cancers among exposed populations.

Despite the robustness of our integrative approach, certain limitations merit consideration. First, individual pesticide exposures were not directly measured but inferred from population-level spatial proxies, introducing uncertainty regarding their timing, intensity and chemical composition, as well as precluding direct attribution of cancer onset at the individual level. Second, residual confounding from environmental, socio-economic or lifestyle factors cannot be entirely excluded; nevertheless, the convergence of geospatial, aggregated epidemiological and molecular evidence strongly supports the biological plausibility of our findings. Future studies incorporating large-scale biomonitoring, individual-level exposure assessment, multi-tissue analyses and longitudinal molecular profiling will be essential to strengthen causal inference, evaluate generalizability and establish direct links between pesticide exposure and cancer incidence, building on the framework established herein.

Taken together, this work establishes a unified probabilistic model to quantify cancer risk across diverse tumour types and real-world pesticide exposure scenarios. By transcending the limitations of

reductionist toxicology⁷, our approach offers a scalable and transferable framework for global environmental health assessment. Crucially, our findings underscore the imperative of embedding socio-ecological equity within regulatory policy—an essential step towards mitigating ecological harm and protecting vulnerable populations from environmentally driven cancers.

Methods

Ethics and data protection compliance

The study complies with Peru's Personal Data Protection Law 29733 (Regulation PDPL 016-2024-JUS). The INEN Cancer Registry is authorized by the Peruvian National Authority for the Protection of Personal Data under registration number RNPDP-EP 4794. Ethical approvals were granted by the INEN Institutional Review Board under reference numbers 113-2014-CIE/INEN, 407-2016-CIE/INEN and 049-2024-DICON/INEN. All procedures adhered to the ethical principles of the WMA Declaration of Taipei on research involving health databases, big data and biobanks.

Survey of agrochemical retailers

A survey, described in detail elsewhere⁶⁰, was conducted in 2020 to identify the pesticides most commonly used in Peru and to detect any continued use of obsolete or banned products⁶¹, as mandated by the Peruvian National Agricultural Health Service (SENASA). A total of 650 agrochemical retailers—both formal (as listed in the Integrated Agricultural Input Management System (SIGIA); https://servicios.senasa.gob.pe/SIGIAWeb/sigia_consulta_empresa.html; accessed 24 October 2020) and informal (including itinerant and market-based vendors)—were randomly sampled across five agriculturally diverse regions: Ayacucho, Huancavelica, Huánuco, Junín and Pasco (Extended Data Fig. 1).

A pretested, semistructured questionnaire⁶² was used to document commercial pesticide names and application frequencies. Interviews were conducted face to face by a native Spanish-speaking agronomist, with responses recorded electronically using KoboToolbox (v.2.020.25). The response rate reached 98.9%, ensuring representative coverage of local pesticide practices. Commercial names were standardized using OpenRefine (v.3.4.1), and unmatched entries were excluded. AIs and their Chemical Abstracts Service (CAS) registry numbers were retrieved from the PubChem database (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>) using OpenRefine's reconciliation function and cross-validated against national regulatory records to confirm that the final list of AIs accurately reflects pesticide mixtures present in environmental contexts.

Pesticide inventory for environmental modelling

A total of 31 AIs—comprising 19 insecticides, 7 fungicides and 5 herbicides (Extended Data Table 1)—were retained for environmental modelling. All, with the exception of monocrotophos (banned by SENASA in 2004), were authorized for use in Peru during the 6-year modelled period (2014–2019). None was classified as carcinogenic to humans (group 1) in the IARC Monographs (<https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications>; accessed 28 May 2025), nor deemed extremely hazardous (Ia) under the World Health Organization (WHO) classification of pesticides by hazard⁶³.

Process-based environmental pesticide risk modelling

The environmental pesticide risk model was built on a grid of 124,545,177 cells (100 m × 100 m; 0.01 km² each), covering 96.7% of Peru's 1,287,072.5-km² national territory. Environmental variables integrated into the model included monthly precipitation and surface run-off (millimetres per month; 2014–2019; PISCO_HyM_GR2M v.1.1), terrain slope (degrees) derived from elevation data (metres above sea level; 2014; EarthEnv-DEM90 v.1) and soil organic carbon (SOC, %) calculated from the Global Soil Organic Carbon Map v.1.5

(2018; GSOCmap-FAO) and topsoil bulk density from the Harmonized World Soil Database v.1.2 (2014; T_REF_BULK v.1.0). All spatial layers were standardized to Universal Transverse Mercator (UTM) zone 18S (WGS84, EPSG:32718), converted to raster format and resampled to 100 m × 100 m resolution (≈ 3.2 arcsec at the equator) using bilinear interpolation to ensure cross-dataset compatibility.

Physicochemical properties of AIs were sourced from the Chemical Entities of Biological Interest (ChEBI) database (<https://www.ebi.ac.uk/chebi/>), the Pesticide Properties Database (PPDB; <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/>) and PubChem. Environmental pesticide risk for each AI was modelled using a lumped-parameter expression developed by the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) expert group⁶⁴. This equation approximates key transport and dissipation processes—run-off mobilization, sorption and degradation—as follows:

$$L\%_{ro} = \left(\frac{Q}{P}\right) \times f \times \exp^{(-3 \times \ln 2 / DT_{50} \text{ Soil})} \times \frac{100}{(1 + K_d)}$$

where $L\%_{ro}$ is the estimated percentage of applied pesticide available for run-off in a dissolved form; $\frac{Q}{P}$ is the run-off to precipitation ratio, calculated monthly for each grid cell; f is a correction factor accounting for terrain slope, plant interception and buffer zones (Supplementary Methods); $DT_{50} \text{ Soil}$ is the soil dissipation half-life; and K_d is the soil–water distribution coefficient, derived from the organic carbon distribution coefficient (K_{oc}) and local SOC content (%OC) (as in Extended Data Table 1).

A total of 2,232 raster layers, representing monthly outputs for 31 pesticides over 72 months (2014–2019), were averaged to produce the final environmental risk surface. Risk scores were normalized to a 0–100 scale to enable both spatial and intercompound comparisons. Model calibration was performed using the 2018 cultivated land cover (km^2), derived from satellite imagery by the Peruvian Ministry of Agriculture and Irrigation (MINAGRI)⁶⁵. Zonal statistics were computed using the 2021 district boundaries from the Spatial Data Infrastructure of Peru (IDEP). Normalized raster layers were overlaid with district polygons, and summary metrics (mean, median, minimum and maximum) were calculated across all raster cells within each district. All computations were performed using QGIS v.3.28 LTR and R v.4.4.1 (packages: sf v.1.0-10, sp v.1.5-1 and terra v.1.8-70). Database access details are provided in Supplementary Table 3. Hard data underlying the environmental pesticide exposure risk map are publicly available at <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.29728463>.

Climatic phase determination

Climatic phases were characterized based on ENSO variability, defined by the 3-month running average Oceanic Niño Index (ONI) derived from sea surface temperature anomalies in the Niño 1 + 2 region (0–10° S, 90–80° W). Monthly sea surface temperature data were obtained from the Optimum Interpolation Sea Surface Temperature (OISST) v.2.1 dataset (1991–2020 base period), available from the Climate Prediction Center (CPC; <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/sstoi.indices>). For sensitivity analyses, the 2015 ‘Godzilla’ El Niño event⁶⁶ and the 2019 neutral phase were selected as contrasting climatic conditions within the modelled period (2014–2019).

Hair biomonitoring and multi-residue chemical analysis

Hair sampling, described in detail elsewhere¹⁹, was performed in 2020 among 50 randomly selected adults from four Peruvian regions—Huancavelica, Ica, Junín and Lima (Extended Data Fig. 3)—with equal representation by sex (1:1) and residence (25 rural, 25 urban). Sampling locations were georeferenced using an eTrex 20 GPS device (Garmin). Hair was collected according to the manufacturer’s (Kudzu Science) protocol. A 5-mm circular guide was used to isolate a random section, which was cut close to the scalp using sterilized scissors (70% ethanol).

Hair samples were wrapped in aluminium foil, labelled at the root ends and stored dry at 4 °C for 2 weeks before analysis. A hair growth rate of 1 cm per month was assumed⁶⁷; the proximal 0.5 cm (embedded in the scalp) was excluded from analysis, as it is inaccessible for sampling.

Levels of 67 AIs and degradation products were quantified in hair (pg mg^{-1})¹⁹, spanning 19 pesticides incorporated into the environmental exposure risk model, as detailed in Supplementary Methods and Supplementary Table 1.

Stratification of cancer registry data by developmental lineage

The developmental lineage classification of neoplasms, originally developed by Berman^{24,68,69}, is a validated taxonomy that organizes neoplasms by embryonic origin within a structured hierarchy of 39 classifiers across seven levels. To balance biological coherence with statistical robustness, we stratified data from the INEN Cancer Registry (2007–2020) to the fifth hierarchical level. The resulting schema was as follows:

```
neoplasms
  embryonic
    primitive
      primitive_differentiating
      germ_cell
    non_primitive
      endoderm_or_ectoderm
      endoderm_or_ectoderm_surface
      endoderm_or_ectoderm_parenchymal
      odontogenic_epithelium
      mesoderm
      mesenchyme
      non_mesenchymal_mesoderm
      neuroectoderm_neural_plate
  extra_embryonic
    trophoblastic
```

The full developmental lineage classification with taxonomy, encoded in eXtensible Markup Language (XML) format and comprising approximately 55,000 hierarchically organized neoplasia terms, was sourced from Berman’s seminal article²⁴. A custom Python parser extracted the lineage mapping and exported it as a CSV file to streamline processing. Neoplasia terms were linked to ICD-10 Clinical Modification (ICD-10-CM) codes using a predefined crosswalk to concepts in the US National Cancer Institute Thesaurus (NCIt_Maps_To_ICD10CM v.25.03e; <https://evsexplore.semantics.cancer.gov/evsexplore/welcome>). Discrepancies were systematically logged and curated by experts, with constraint-based mapping enforcing strict one-to-one and hierarchical consistency. The resulting ICD-10-mapped developmental lineage classification was imported into a PostgreSQL relational database, with SQL constraints applied to enforce referential integrity.

Cancer registry data—including birth date, sex, residential location at diagnosis, diagnosis date and ICD-10 code—were extracted from the INEN Hospital Information System (SISINEN v.2.0), hosted on Oracle Database v.19c (Oracle Corporation) and exported in XML format. These data were processed in Python, combining automated cleaning with manual validation to ensure stringent curation. Residential histories were consolidated to confirm at least 5 years of residence and cross-validated against Peru’s 2007 and 2017 national censuses (operated by the Peruvian National Institute of Statistics and Informatics (INEI)). They were then geocoded using a self-hosted instance of the Nominatim API v.4.5.0 with OpenStreetMap data (<https://www.openstreetmap.org/>; accessed 24 September 2024). The final curated dataset, comprising 158,072 cases of malignant neoplasms (ICD-10-CM codes C00–C96), was imported into the PostgreSQL database. ICD-10-CM codes served as foreign keys, ensuring hierarchical integrity and enabling the integration of the geocoded dataset within the

developmental lineage framework. The classified dataset—including ICD-10 codes, case counts and assigned developmental lineages—is publicly available at <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.29728463>.

SIR mapping

Standardized incidence estimation was performed and aggregated by district. Key attributes—including cancer categories, geocoded case counts, population denominators from the 2007 and 2017 national censuses (INEI), and district-level identifiers from 2021 (Geographic Location Code (UBIGEO) v.2.0)—were integrated within a PostgreSQL relational database. Stratification was applied across six strata defined by sex (female, male) and age (0–39, 40–59 and ≥60 years) groups. Expected case counts were estimated by indirect standardization using the following formula:

$$E_i = \sum_{j=1}^m r_j^{(s)} \eta_j$$

where $r_j^{(s)}$ is the disease rate in stratum j of the standard population, and η_j is the population in stratum j of district i . SIRs were then calculated as

$$\text{SIR}_i = Y_i/E_i$$

SIR mapping was performed using QGIS v.3.28 LTR and R v.4.4.1 (packages: SpatialEpi v.1.2.8 and terra v.1.8-70). Database access details are provided in Supplementary Table 3. District-level SIR values with UBIGEO codes are publicly available at <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.29728463>.

Geospatial Bayesian modelling

To estimate pesticide-associated cancer risk, we implemented a latent Gaussian model using INLA, specified as

$$y_i|\theta_i \sim \text{Po}(E_i \times \theta_i), i = 1, \dots, n$$

where E_i is the expected count and θ_i is the RR in district i . Observed cases were assumed to follow a Poisson distribution. RR was modelled as

$$\log(\theta_i) = \beta_0 + \beta_1 P_i + u_i + v_i$$

where β_0 is the intercept, β_1 the coefficient for environmental pesticide exposure, P_i and u_i the spatially structured effects and v_i the unstructured effect. Spatial dependence was defined using an adjacency matrix, and the logarithm of population size was included as an offset. Posterior means of the linear predictor were interpreted as RRs, with 95% CIs defined by the 2.5th and 97.5th percentiles (Supplementary Fig. 2). Spatial outputs were aggregated and visualized by developmental lineage. District-level RR values with 95% CIs and UBIGEO codes are publicly available at <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.29728463>.

Following the initial model specification, we incorporated data on emerging forest loss clusters⁷⁰—retrieved from the Global Forest Watch (GFW) platform (2002–2023; <https://www.globalforestwatch.org/>; accessed 23 January 2025)—as fixed covariates. To evaluate their impact on model fit and cancer risk estimates, we conducted a sensitivity analysis comparing Poisson and zero-inflated Poisson likelihoods and performed null-model simulations to assess baseline performance. Competing models were compared using DIC and WAIC. All analyses were conducted in R v.4.4.1 (packages: INLA v.25.3.24, sf v.1.0-19 and terra v.1.8-70).

Transcriptomic profiling

Transcriptomic analyses were conducted on paired HCC and adjacent NTL tissues from 39 surgical specimens collected from Peruvian patients¹⁸. Raw expression data were retrieved from the Gene

Expression Omnibus (GEO) database (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/geo/>). Three HCC–NTL pairs (patients PE091, PE104 and PE201) were excluded because they originated from individuals residing outside pesticide-associated cancer hotspots, yielding a final dataset of 36 matched pairs. All patients underwent anatomical liver resection at INEN between 2006 and 2016, with no prior chemotherapy or radiotherapy^{71,72}. NTL samples were collected from tumour-free resection margins at least 1 cm wide. Histopathological review confirmed the HCC diagnosis and negative margins, while tissue characterization encompassed steatosis grade, fibrosis stage and key genetic and viral features to support risk factor inference (Supplementary Methods and Supplementary Table 2).

Briefly, 50 mg of HCC or NTL tissue was collected following resection by expert hepatobiliary pathologists, flash-frozen in liquid nitrogen and stored at −150 °C in the National Tumour Bank at INEN before analysis. Frozen tissues were pulverized under liquid nitrogen and digested for 8 h at 37 °C in RNase-free lysis buffer containing SDS and proteinase K. Total RNA was extracted using TRI Reagent (Sigma-Aldrich) and homogenized with the Lysing Matrix D system (MP Bio-medicals). RNA yield was quantified using the Qubit RNA Broad-Range Assay Kit (Invitrogen, Thermo Fisher Scientific), and RNA integrity was assessed with the RNA 6000 Nano LabChip Kit on a 2100 Bioanalyzer instrument (Agilent Technologies). Only samples with an RNA integrity number greater than 7 were retained. Transcriptome profiling was then performed using the GeneChip Human Transcriptome Array 2.0 and the GeneChip WT PLUS Reagent Kit (Applied Biosystems, Thermo Fisher Scientific), following the manufacturer's protocol.

For cross-population comparisons, transcriptome datasets from HCC and NTL tissues of patients from France ($n = 81$ HCC; $n = 10$ NTL), Taiwan ($n = 81$ HCC; $n = 37$ NTL) and Turkey ($n = 17$ HCC; $n = 20$ NTL) were obtained from GEO; all were profiled on the same GeneChip platform as the Peruvian cohort. Data were normalized using the robust multi-array average algorithm, batch-corrected with the ComBat function from the *sva* package (v.3.54.0, Bioconductor v.3.20; <https://www.bioconductor.org/>) and collapsed using Collapse Microarray (Fred's Softwares; <https://sites.google.com/site/fredsoftwares/home>).

Single-sample gene set enrichments were computed as SES values⁴⁷ using the AutoCompare SES algorithm (Fred's Softwares), following the recommended workflow for direct sample-to-sample comparison. Min–max scaling was applied to the SES to ensure comparability across gene expression signatures. Gene sets were curated from the literature to capture transcriptomic responses⁷³ to liver-specific exposures^{48,74–77} and lineage-specific MTFs implicated in endoderm-derived hepatobiliary carcinogenesis²⁶, as detailed in Extended Data Table 2. SES values are publicly available at <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.29728463>.

Statistical analysis and visualization

The specific statistical tests used are indicated in the main text or in the figure legends. Spatial autocorrelation was assessed using global and local univariate or bivariate Moran's I statistics, as appropriate for the data type, to detect overall clustering and localized patterns, with significance evaluated by Monte Carlo permutation testing (10,000 iterations). Raster datasets representing environmental pesticide risk were compared between the 2015 and 2019 ENSO phases using a paired Student's t test. Group comparisons were conducted using the Wilcoxon signed-rank test for paired data and the Kruskal–Wallis or Friedman tests for multiple groups, followed by Dunn's post hoc test with Bonferroni correction. All statistical tests were performed at a 0.05 significance level, using two-sided procedures where applicable.

Statistical analyses and data visualization were conducted using Bioconductor (v.3.20), Excel (v.16.16.27), Fred's Softwares, Graph-Pad Prism (v.10.4.1), Mitomaster (v.Beta 1), Nominatim (v.4.5.0), PostgreSQL (v.16.3), Python (v.3.11.3), QGIS (v.3.28 LTR), QuantaSoft (v.1.7) and R (v.4.4.1). R packages included dplyr (v.1.1.4), gghalves (v.0.1.4),

ggplot2 (v.3.5.2), ggrain (v.1.0.2), INLA (v.25.3.24), Plotly (v.4.10.4), raincloudplots (v.0.2.0), sf (v.1.0-10), sp (v.1.5-1), SpatialEpi (v.1.2.8), spdep (v.1.3-10), sva (v.3.54.0), terra (v.1.8-70) and tmap (v.4.0). KoboToolbox (v.2.020.25) and OpenRefine (v.3.4.1) were used for data collection and cleaning, respectively. Figures were assembled using Adobe Illustrator (v.29.0). Schematic diagrams in Figs. 2a and 3d were created in Adobe Illustrator and BioRender (<https://BioRender.com>). Administrative boundaries in Figs. 1 and 2, Extended Data Figs. 1–8 and Supplementary Figs. 1 and 2 were derived from INEI shapefiles (Supplementary Table 3) and are shown for analytical purposes only, without implying official designation.

Reporting summary

Further information on research design is available in the Nature Portfolio Reporting Summary linked to this article.

Data availability

The datasets generated and analysed during the current study are available in the figshare repository at <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.29728463> (ref. 78), except for individual-level geolocation data from the GEO database and the INEN Cancer Registry, which are not publicly available to protect privacy and comply with data protection regulations. The transcriptomic data analysed are publicly available in GEO under accession numbers GSE111580 and GSE136247 (Peru). Comparative datasets were obtained from GEO under accession numbers GSE17548 (Turkey), GSE45436 (Taiwan) and GSE62232 (France). No new individual-level data were collected, and informed consent was not required.

Code availability

The code used for data analysis and modelling is available at <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.29728463> (ref. 78).

References

- Möhrling, N. et al. Expected effects of a global transformation of agricultural pest management. *Nat. Commun.* **16**, 10901 (2025).
- Fenner, K., Canonica, S., Wackett, L. P. & Elsner, M. Evaluating pesticide degradation in the environment: blind spots and emerging opportunities. *Science* **341**, 752–758 (2013).
- Kortenkamp, A. & Faust, M. Regulate to reduce chemical mixture risk. *Science* **361**, 224–226 (2018).
- Escher, B. I., Stapleton, H. M. & Schymanski, E. L. Tracking complex mixtures of chemicals in our changing environment. *Science* **367**, 388–392 (2020).
- Larsen, A. E., Gaines, S. D. & Deschênes, O. Agricultural pesticide use and adverse birth outcomes in the San Joaquin Valley of California. *Nat. Commun.* **8**, 302 (2017).
- Vermeulen, R., Schymanski, E. L., Barabási, A.-L. & Miller, G. W. The exposome and health: where chemistry meets biology. *Science* **367**, 392–396 (2020).
- Hartung, T., Navas-Acien, A. & Chiu, W. A. *Future Directions Workshop: Advancing the Next Scientific Revolution in Toxicology* (US Department of Defense, 2023).
- Rakitsky, V. N., Koblyakov, V. A. & Turusov, V. S. Nongenotoxic (epigenetic) carcinogens: pesticides as an example. A critical review. *Teratog. Mutagen.* **20**, 229–240 (2000).
- Diamond, J. Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. *Nature* **418**, 700–707 (2002).
- O'Neill, D. W., Fanning, A. L., Lamb, W. F. & Steinberger, J. K. A good life for all within planetary boundaries. *Nat. Sustain.* **1**, 88–95 (2018).
- te Wierik, S. et al. Identifying the safe operating space for food systems. *Nat. Food* **6**, 1153–1163 (2025).
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA). *Informe del Monitoreo de Residuos Químicos y Otros Contaminantes en Alimentos Agropecuarios Primarios y Piensos, Año 2021* (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del Perú, 2022).
- Piñeros, M. et al. Cancer patterns, trends, and transitions in Peru: a regional perspective. *Lancet Oncol.* **18**, e573–e586 (2017).
- Vidaurre, T. et al. The implementation of the Plan Esperanza and response to the imPACT review. *Lancet Oncol.* **18**, e595–e606 (2017).
- Marchio, A. et al. A peculiar mutation spectrum emerging from young Peruvian patients with hepatocellular carcinoma. *PLoS ONE* **9**, e114912 (2014).
- Koelsche, C. et al. Primary intracranial spindle cell sarcoma with rhabdomyosarcoma-like features share a highly distinct methylation profile and *DICER1* mutations. *Acta Neuropathol.* **136**, 327–337 (2018).
- Marker, K. M. et al. Human epidermal growth factor receptor 2-positive breast cancer is associated with Indigenous American ancestry in Latin American women. *Cancer Res.* **80**, 1893–1901 (2020).
- Cerapio, J. P. et al. Global DNA hypermethylation pattern and unique gene expression signature in liver cancer from patients with Indigenous American ancestry. *Oncotarget* **12**, 475–492 (2021).
- Honles, J. et al. Exposure assessment of 170 pesticide ingredients and derivative metabolites in people from the Central Andes of Peru. *Sci. Rep.* **12**, 13525 (2022).
- Tang, F. H. M., Lenzen, M., McBratney, A. & Maggi, F. Risk of pesticide pollution at the global scale. *Nat. Geosci.* **14**, 206–210 (2021).
- Delcour, I., Spanoghe, P. & Uyttendaele, M. Literature review: impact of climate change on pesticide use. *Food Res. Int.* **68**, 7–15 (2015).
- Garraway, L. A. & Sellers, W. R. Lineage dependency and lineage-survival oncogenes in human cancer. *Nat. Rev. Cancer* **6**, 593–602 (2006).
- David, C. J. & Vanharanta, S. Lineage-specific transcription factors in carcinogenesis. *Annu. Rev. Cancer Biol.* **9**, 99–117 (2025).
- Berman, J. J. Tumor classification: molecular analysis meets Aristotle. *BMC Cancer* **4**, 10 (2004).
- Almeida, N. et al. Employing core regulatory circuits to define cell identity. *EMBO J.* **40**, e106785 (2021).
- Reddy, J. et al. Predicting master transcription factors from pan-cancer expression data. *Sci. Adv.* **7**, eabf6123 (2021).
- Gardner, E. E. et al. Lineage-specific intolerance to oncogenic drivers restricts histological transformation. *Science* **383**, ead1415 (2024).
- Banerjee, D. et al. Lineage specific transcription factor waves reprogram neuroblastoma from self-renewal to differentiation. *Nat. Commun.* **15**, 3432 (2024).
- La Merrill, M. A. et al. Consensus on the key characteristics of endocrine-disrupting chemicals as a basis for hazard identification. *Nat. Rev. Endocrinol.* **16**, 45–57 (2020).
- La Merrill, M. A. et al. Consensus on the key characteristics of metabolism disruptors. *Nat. Rev. Endocrinol.* **21**, 245–261 (2025).
- Rue, H., Martino, S. & Chopin, N. Approximate Bayesian inference for latent Gaussian models by using integrated nested Laplace approximations. *J. R. Stat. Soc. Series B Stat. Methodol.* **71**, 319–392 (2009).
- Brugel, M., Gauthier, V., Bouché, O., Blangiardo, M. & Génin, M. Pesticides and risk of pancreatic adenocarcinoma in France: a nationwide spatiotemporal ecological study between 2011 and 2021. *Eur. J. Epidemiol.* **39**, 1241–1250 (2024).
- Lacroix, P., Dehecq, A. & Taipe, E. Irrigation-triggered landslides in a Peruvian desert caused by modern intensive farming. *Nat. Geosci.* **13**, 56–60 (2020).

34. Tang, X., Zhu, B. & Katou, H. A review of rapid transport of pesticides from sloping farmland to surface waters: processes and mitigation strategies. *J. Environ. Sci. (China)* **24**, 351–361 (2012).
35. Lapola, D. M. et al. The drivers and impacts of Amazon forest degradation. *Science* **379**, eabp8622 (2023).
36. Flores, B. M. et al. Critical transitions in the Amazon forest system. *Nature* **626**, 555–564 (2024).
37. Martel, C. et al. Peru's zoning amendment endangers forests. *Science* **383**, 957 (2024).
38. *Directorio de Comunidades Nativas y Campesinas. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas* Tomos 1 y 2 (Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú, 2018).
39. Gold, L. S., Slone, T. H., Manley, N. B. & Bernstein, L. Target organs in chronic bioassays of 533 chemical carcinogens. *Environ. Health Perspect.* **93**, 233–246 (1991).
40. Gold, L. S., Slone, T. H., Stern, B. R. & Bernstein, L. Comparison of target organs of carcinogenicity for mutagenic and non-mutagenic chemicals. *Mutat. Res.* **286**, 75–100 (1993).
41. Gold, L. S., Manley, N. B., Slone, T. H. & Ward, J. M. Compendium of chemical carcinogens by target organ: results of chronic bioassays in rats, mice, hamsters, dogs, and monkeys. *Toxicol. Pathol.* **29**, 639–652 (2001).
42. Cano, L. et al. Liver clear cell foci and viral infection are associated with non-cirrhotic, non-fibrolamellar hepatocellular carcinoma in young patients from South America. *Sci. Rep.* **8**, 9945 (2018).
43. Bertani, S. et al. An atypical age-specific pattern of hepatocellular carcinoma in Peru: a threat for Andean populations. *PLoS ONE* **8**, e67756 (2013).
44. Marchio, A. et al. Early-onset liver cancer in South America associates with low hepatitis B virus DNA burden. *Sci. Rep.* **8**, 12031 (2018).
45. Mesnage, R. et al. Multi-omics phenotyping of the gut–liver axis reveals metabolic perturbations from a low-dose pesticide mixture in rats. *Commun. Biol.* **4**, 471 (2021).
46. Ilyushina, N. A. et al. Genotoxicity of mixture of imidacloprid, imazalil and tebuconazole. *Toxicol. Rep.* **7**, 1090–1094 (2020).
47. Tosolini, M., Algans, C., Pont, F., Ycart, B. & Fournié, J.-J. Large-scale microarray profiling reveals four stages of immune escape in non-Hodgkin lymphomas. *Oncoimmunology* **5**, e1188246 (2016).
48. Fielden, M. R. et al. Development and evaluation of a genomic signature for the prediction and mechanistic assessment of nongenotoxic hepatocarcinogens in the rat. *Toxicol. Sci.* **124**, 54–74 (2011).
49. Farazi, P. A. & DePinho, R. A. Hepatocellular carcinoma pathogenesis: from genes to environment. *Nat. Rev. Cancer* **6**, 674–687 (2006).
50. Dubois-Chevalier, J. et al. An extended transcription factor regulatory network controls hepatocyte identity. *EMBO Rep.* **24**, e57020 (2023).
51. Ferrell, J. E. Jr. Bistability, bifurcations, and Waddington's epigenetic landscape. *Curr. Biol.* **22**, R458–R466 (2012).
52. Pan, X. et al. Enhancer methylation dynamics drive core transcriptional regulatory circuitry in pan-cancer. *Oncogene* **41**, 3474–3484 (2022).
53. Comet, I., Riising, E. M., Leblanc, B. & Helin, K. Maintaining cell identity: PRC2-mediated regulation of transcription and cancer. *Nat. Rev. Cancer* **16**, 803–810 (2016).
54. Zhang, X. et al. Single-cell sequencing reveals activation of core transcription factors in PRC2-deficient malignant peripheral nerve sheath tumor. *Cell Rep.* **40**, 111363 (2022).
55. Studach, L. L. et al. Subset of Suz12/PRC2 target genes is activated during hepatitis B virus replication and liver carcinogenesis associated with HBV X protein. *Hepatology* **56**, 1240–1251 (2012).
56. Huijbregts, M. A. J., Rombouts, L. J. A., Ragas, A. M. J. & van de Meent, D. Human-toxicological effect and damage factors of carcinogenic and noncarcinogenic chemicals for life cycle impact assessment. *Integr. Environ. Assess. Manag.* **1**, 181–244 (2005).
57. Treviño, L. S. et al. Epigenome environment interactions accelerate epigenomic aging and unlock metabolically restricted epigenetic reprogramming in adulthood. *Nat. Commun.* **11**, 2316 (2020).
58. Walker, C. L. & Ho, S. Developmental reprogramming of cancer susceptibility. *Nat. Rev. Cancer* **12**, 479–486 (2012).
59. Wan, N.-F. et al. Pesticides have negative effects on non-target organisms. *Nat. Commun.* **16**, 1360 (2025).
60. Struelens, Q. F. et al. Pesticide misuse among small Andean farmers stems from pervasive misinformation by retailers. *PLoS Sustain. Transform.* **1**, e0000017 (2022).
61. Zou, H., Wang, T., Wang, Z.-L. & Wang, Z. Continuing large-scale global trade and illegal trade of highly hazardous chemicals. *Nat. Sustain.* **6**, 1394–1405 (2023).
62. Nieuwenhuijsen, M. J. Design of exposure questionnaires for epidemiological studies. *Occup. Environ. Med.* **62**, 272–280 (2005).
63. *The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification, 2019 Edition* (World Health Organization, 2020).
64. *Pesticide Aquatic Risk Indicators Project: Annex 2: Report of Phase 1 of the Aquatic Risk Indicators Project* (Organisation for Economic Co-operation and Development, 1998).
65. Dirección General de Estadística, Seguimiento y Evaluación de Políticas (DGESEP) & Dirección de Estadística e Información Agraria (DEIA). *Atlas de la Superficie Agrícola del Perú* (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del Perú, 2020).
66. Feron, S. et al. South America is becoming warmer, drier, and more flammable. *Commun. Earth Environ.* **5**, 501 (2024).
67. Cuyppers, E. & Flanagan, R. J. The interpretation of hair analysis for drugs and drug metabolites. *Clin. Toxicol. (Phila.)* **56**, 90–100 (2018).
68. Berman, J. J. Tumor taxonomy for the developmental lineage classification of neoplasms. *BMC Cancer* **4**, 88 (2004).
69. Berman, J. J. Modern classification of neoplasms: reconciling differences between morphologic and molecular approaches. *BMC Cancer* **5**, 100 (2005).
70. Harris, N. L. et al. Using spatial statistics to identify emerging hot spots of forest loss. *Environ. Res. Lett.* **12**, 024012 (2017).
71. Ruiz, E. et al. A preoperative nomogram for predicting long-term survival after resection of large hepatocellular carcinoma (>10 cm). *HPB (Oxford)* **24**, 192–201 (2022).
72. Ruiz, E. et al. A preoperative risk score based on early recurrence for estimating outcomes after resection of hepatocellular carcinoma in the non-cirrhotic liver. *HPB (Oxford)* **26**, 691–702 (2024).
73. Hoshida, Y. et al. Gene expression in fixed tissues and outcome in hepatocellular carcinoma. *N. Engl. J. Med.* **359**, 1995–2004 (2008).
74. Wu, H.-L. et al. Liver gene expression profiles correlate with virus infection and response to interferon therapy in chronic hepatitis B patients. *Sci. Rep.* **6**, 31349 (2016).
75. Seth, D. et al. Gene expression profiling of alcoholic liver disease in the baboon (*Papio hamadryas*) and human liver. *Am. J. Pathol.* **163**, 2303–2317 (2003).

76. Ramnath, D. et al. Hepatic expression profiling identifies steatosis-independent and steatosis-driven advanced fibrosis genes. *JCI Insight* **3**, e120274 (2018).
77. Kreuzer, K. et al. Identification of a transcriptomic signature of food-relevant genotoxins in human HepaRG hepatocarcinoma cells. *Food Chem. Toxicol.* **140**, 111297 (2020).
78. Bertani, S. & Honles, J. Multi-source datasets and modelling code supporting 'Mapping Pesticide Mixtures to Cancer Risk at Country Scale with Spatial Exposomics'. *figshare* <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.29728463> (2026).

Acknowledgements

We thank all individuals whose participation made this study possible. We are grateful to F. Colas, J.-C. Espinoza, J.-J. Fournié, C. Junquas, M. Kelly-Irving, L. Orlando and A. Valentin for their comments, as well as to the staff of INEI and the Peruvian National Tumour Bank at INEN for their support. This work was funded by ITMO Cancer of the French National Alliance for Life Sciences and Health (Aviesan) and the French National Cancer Institute (INCa), with funds administered by the French National Institute of Health and Medical Research (INSERM) under grant agreement 21CD025-00 (S.B.). Additional support was provided by the French National Agency for Research on AIDS and Viral Hepatitis (ANRS) Emerging Infectious Diseases, with funds administered by INSERM under grant agreement ECTZ158014 (S.B.). The funding bodies had no role in the study design, data collection, analysis and interpretation of data, or the writing of this article.

Author contributions

Designed, conceived and coordinated the study: S.B. Provided access to multi-domain data: T.C., S.Z., O.D., J.H.-Z. and S.B. Provided access to cancer registry data: S.C.-Z., T.V. and S.B. Conducted field research: J.H., C.M. and S.B., with input from O.D., E.D. and P.P. Provided samples, reagents and materials: E.R., R.F., S.C.-Z., E.D., P.P. and S.B. Modelled environmental pesticide risk: J.H., with input from T.C., S.Z., J.H.-Z. and S.B. Performed geostatistical analyses: J.H., with input from S.B. Performed dry laboratory analyses: J.H. and J.P.C., with input from S.C.-Z. and S.B. Performed wet laboratory work: J.P.C., C.M. and A.M., with input from P.P. and S.B. Analysed transcriptomic data: J.P.C., J.C.-M., P.P. and S.B. Interpreted the data: J.H. and S.B., with input from P.P. Wrote the paper: S.B., with input from all coauthors. Prepared the Supplementary Information: J.H. and S.B., with input from all coauthors. All coauthors approved the final version.

Competing interests

The authors declare no competing interests.

Additional information

Extended data is available for this paper at <https://doi.org/10.1038/s44360-026-00087-0>.

Supplementary information The online version contains supplementary material available at <https://doi.org/10.1038/s44360-026-00087-0>.

Correspondence and requests for materials should be addressed to Stéphane Bertani.

Peer review information *Nature Health* thanks Chaozi Wang and the other, anonymous, reviewer(s) for their contribution to the peer review of this work. Peer reviewer reports are available. Primary Handling Editor: Lorenzo Righetto, in collaboration with the *Nature Health* team.

Reprints and permissions information is available at www.nature.com/reprints.

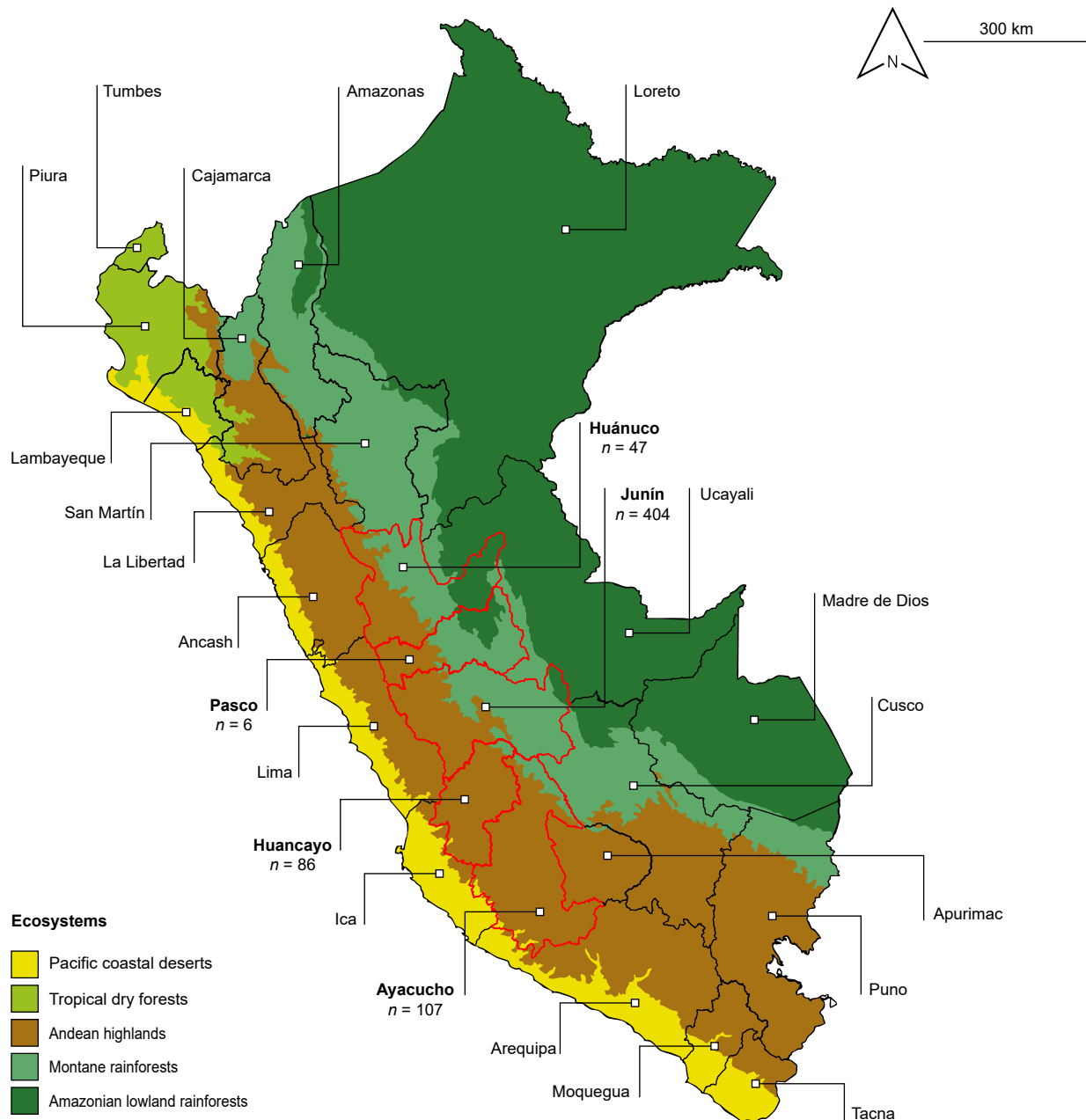
Publisher's note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

© The Author(s) 2026

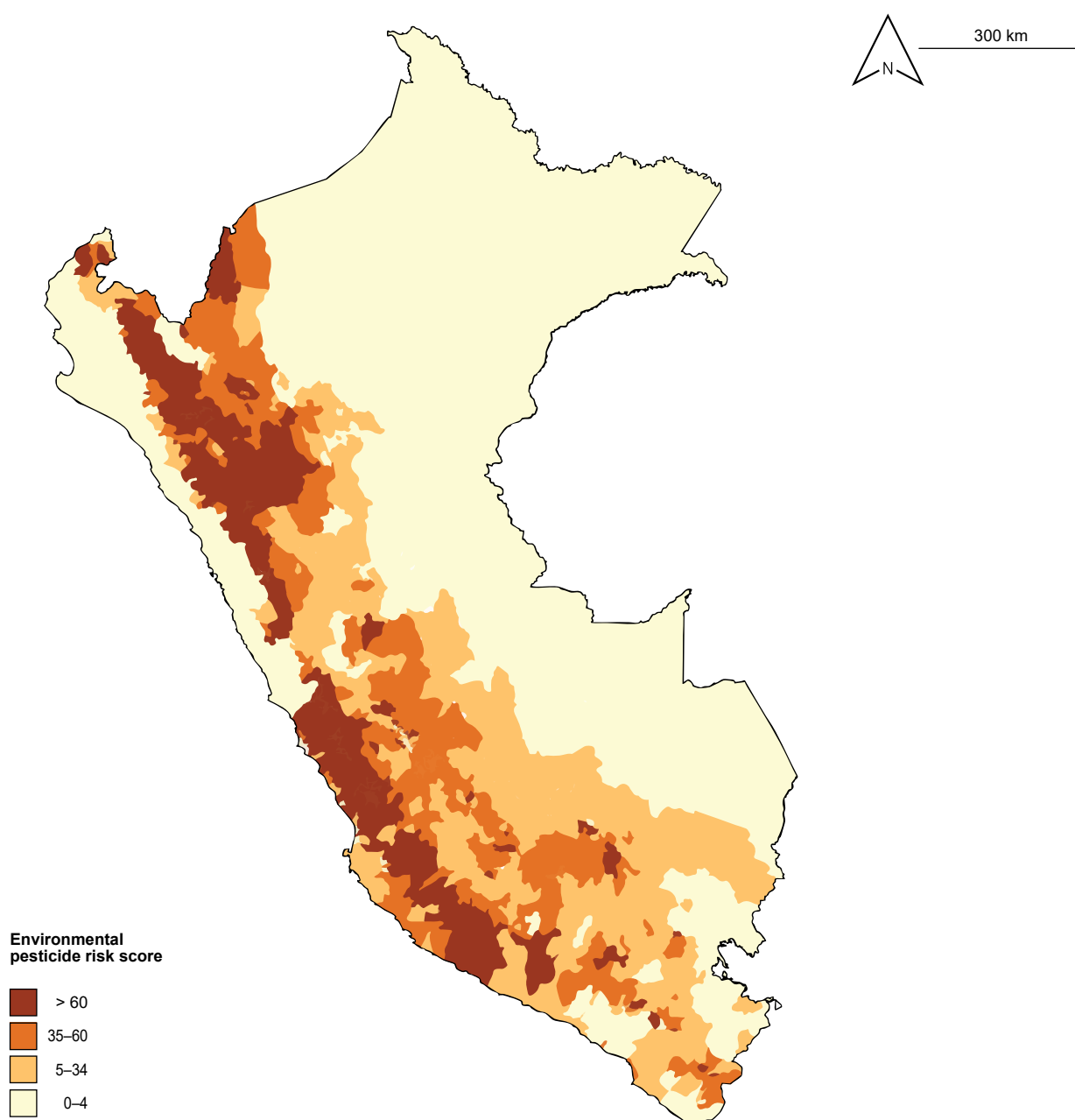
¹Unité Pharmacochimie et Biologie pour le Développement (UMR 152 PHARMA-DEV), IRD, Université de Toulouse, Toulouse, France. ²International Joint Laboratory for Molecular Anthropology of Cancer and Oncogenic Viruses (LOAM), IRD, Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, Lima, Peru. ³Centre de Recherches en Cancérologie de Toulouse (UMR 1037 CRCT), CNRS, INSERM, Université de Toulouse, Toulouse, France. ⁴Unité Organisation Nucléaire et Oncogénèse, Institut Pasteur, INSERM (U 993), Université Paris Cité, Paris, France. ⁵Unité Virus et Stress Cellulaire, Institut Pasteur, Université Paris Cité, Paris, France. ⁶Departamento de Cirugía en Abdomen, Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, Lima, Peru. ⁷Departamento de Patología, Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, Lima, Peru. ⁸Banco Nacional de Tumores, Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, Lima, Peru. ⁹Departamento de Oncología Médica, Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, Lima, Peru. ¹⁰Facultad de Medicina, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Peru. ¹¹Institut des Géosciences de l'Environnement (UMR 5001 IGE), CNRS, INRAE, IRD, Université Grenoble Alpes, Grenoble, France. ¹²Institut des Sciences de la Terre (UMR 5275 ISTerre), CNRS, IRD, Université Grenoble Alpes, Grenoble, France. ¹³Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive (UMR 5175 CEFE), CNRS, EPHE, IRD, Université de Montpellier, Montpellier, France. ¹⁴Centro en Ciencias de la Sostenibilidad (WasiLab), IRD, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. ¹⁵HKU-Pasteur Research Pole, Li Ka Shing Faculty of Medicine, The University of Hong Kong, Hong Kong, China. ¹⁶Laboratoire d'Économie de Dauphine (UMR 8007-260 LEDa), CNRS, IRD, Université Paris Dauphine-PSL, Paris, France.

✉ e-mail: stephane.bertani@ird.fr



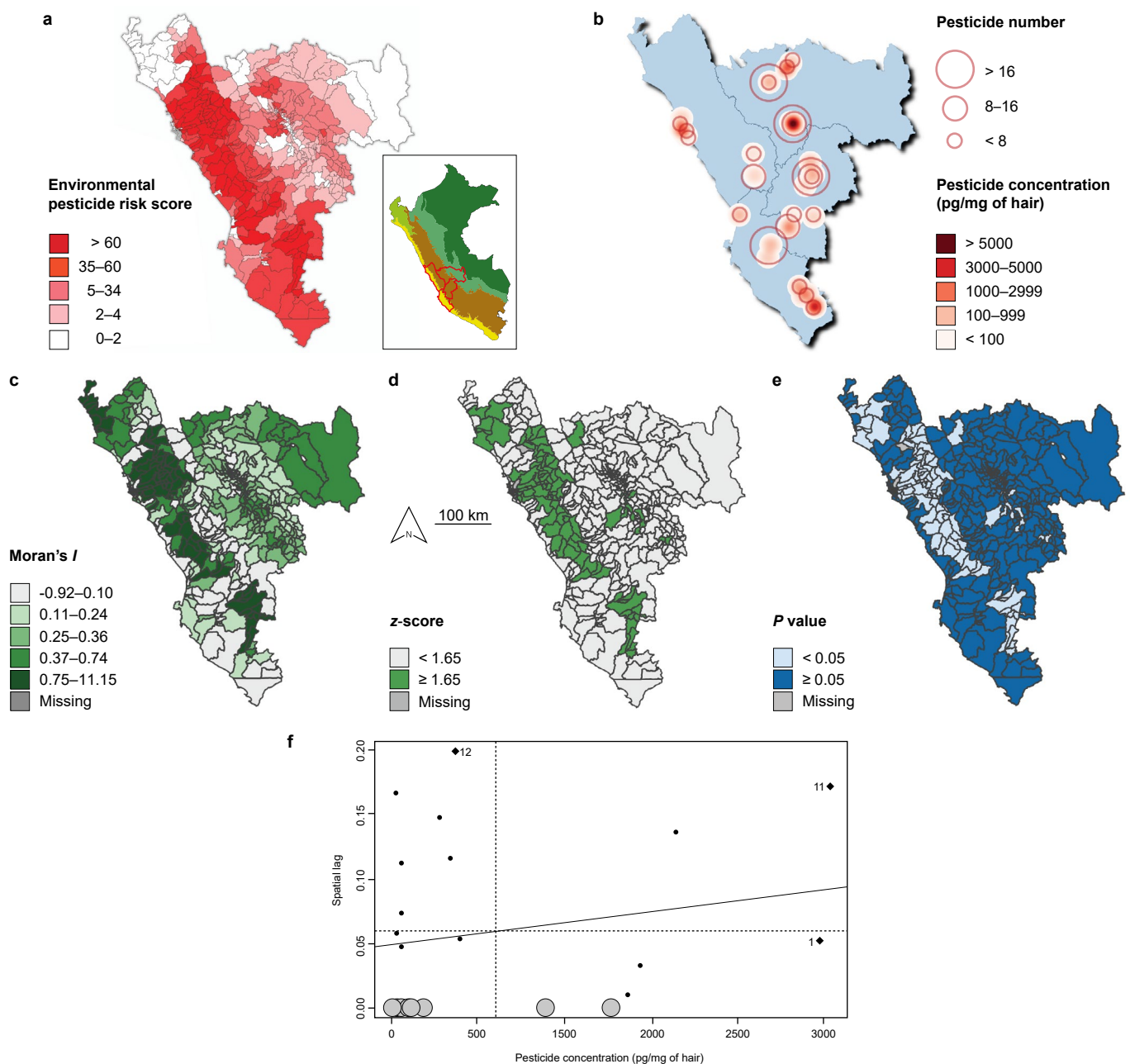
Extended Data Fig. 1 | Andean–Amazonian regions of Peru surveyed for pesticide use. Map of Peru showing major administrative regions. In 2020, 650 agrochemical retailers were randomly surveyed⁶⁰ across the five regions outlined in red—Ayacucho ($n = 107$), Huancayo ($n = 86$), Huánuco ($n = 47$), Junín ($n = 404$) and Pasco ($n = 6$)—selected to capture diverse agroecological conditions. For geographic context, Peru’s principal ecosystems are also shown: Pacific coastal

deserts (yellow), Andean highlands (brown), tropical dry forests (light green), montane rainforests (mid green) and Amazonian lowland rainforests (dark green), as classified by the Peruvian Ministry of the Environment (MINAM) in its 2019 National Ecosystem Map of Peru (<https://sinia.minam.gob.pe/mapas/mapa-nacional-ecosistemas-peru>; accessed 11 February 2020).



Extended Data Fig. 2 | District-level map of modelled environmental pesticide risk in Peru, calibrated using cultivated land cover. Choropleth map displaying pesticide risk scores (as in Fig. 1), aggregated at the district level and colour-

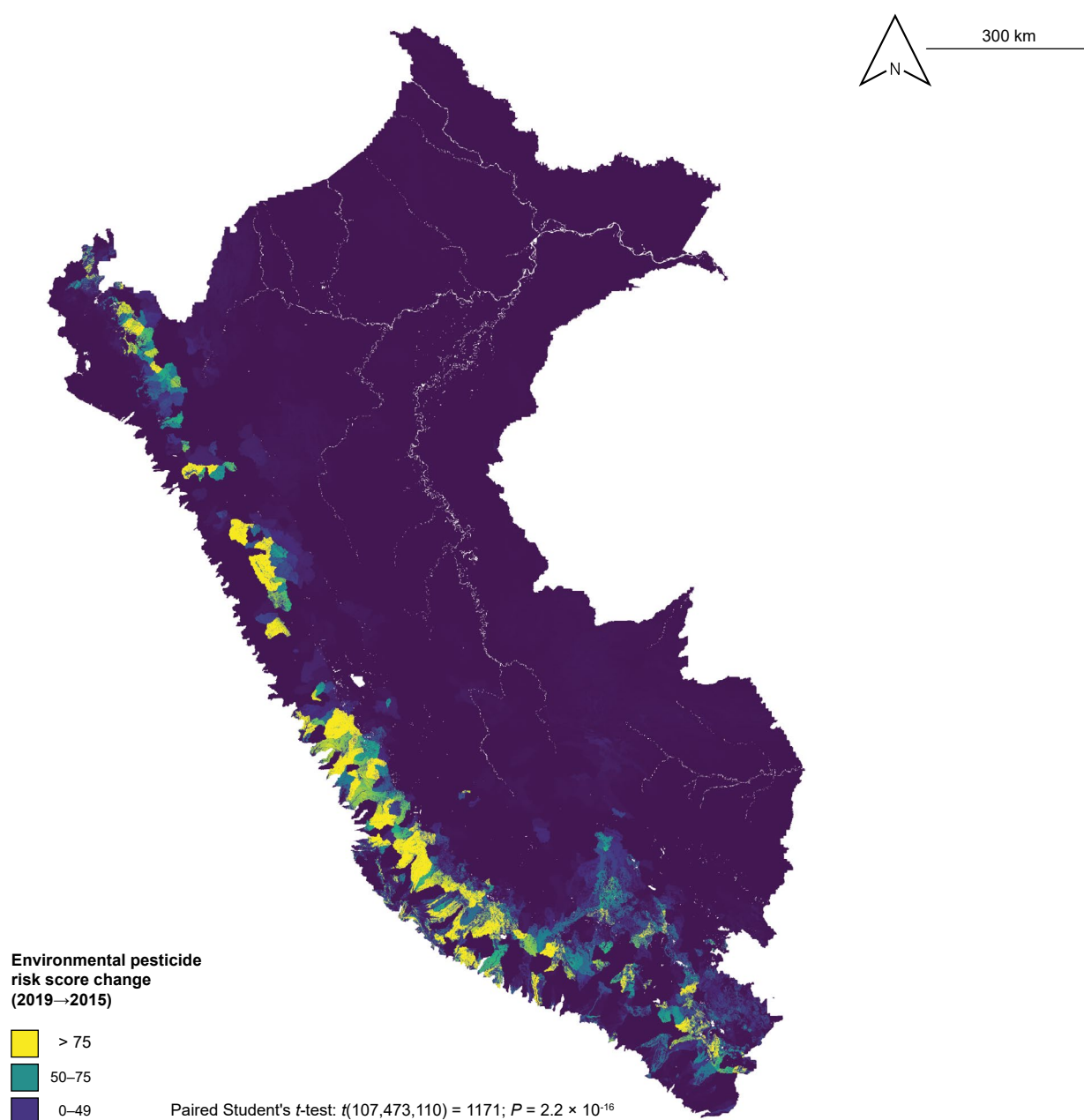
scaled on a normalised 0–100 scale, ranging from yellow (lower risk) to brown (higher risk). Model calibration was based on the proportion of cultivated land in 2018, mapped via satellite by MINAGRI⁶⁵.



Extended Data Fig. 3 | Spatial validation of the environmental pesticide risk model using human hair biomonitoring and spatial autocorrelation analysis.

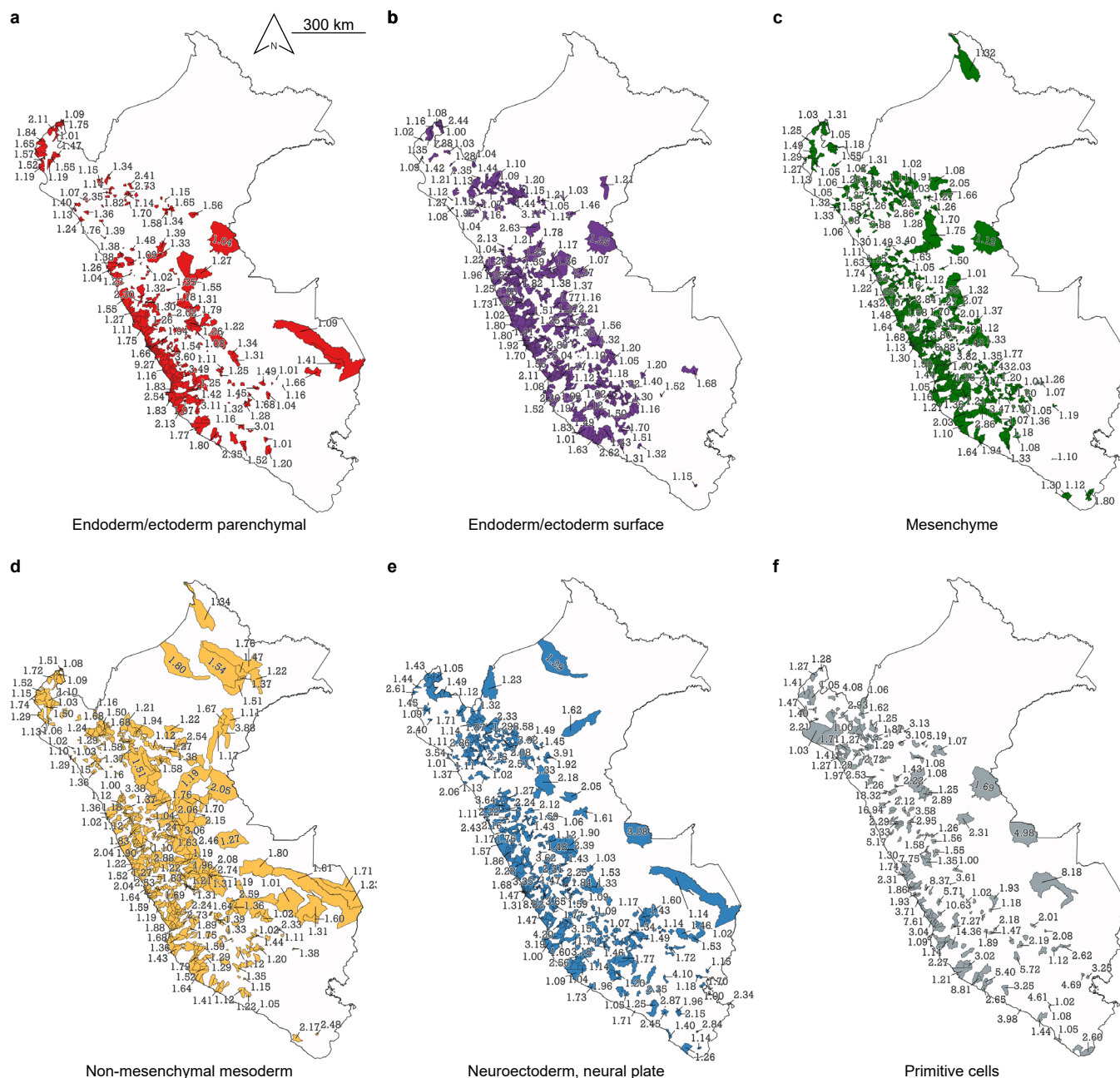
a, Choropleth map showing district-level modelled pesticide risk scores, colour-scaled in red from light (lower risk) to dark (higher risk) on a normalised 0–100 scale (as in Extended Data Fig. 2). Inset locates biomonitored regions within Peru. **b**, Proportional symbol map of the 50 sampled individuals¹⁹. Circle area and colour intensity (red shades) represent, respectively, the number of AIs and degradation products detected and their concentrations (pg/mg of hair) (see Methods, Supplementary Methods and Supplementary Table 1). Locations are slightly jittered to preserve privacy. **c**, Choropleth map of local bivariate Moran's I values (hair pesticide concentrations *vs.* modelled risk), colour-scaled in green from light to dark to indicate increasing spatial association.

d, Corresponding z-score map, colour-scaled in green from light (<1.65) to dark (≥ 1.65), highlighting areas of stronger spatial association. **e**, Choropleth map of associated P values, colour-scaled in blue from light (<0.05) to dark (≥ 0.05), indicating statistical significance of the spatial association. **a–e**, All maps refer to the same regions, located within Peru as shown on the inset in **a**. **f**, Moran scatter plot showing the relationship between measured pesticide concentrations in hair samples and their spatially lagged values from the environmental exposure risk model. The slope corresponds to global bivariate Moran's I , indicating positive spatial autocorrelation (Moran's I = 0.42; z-score = 1.49; P = 0.044). Large points aligned along the x-axis with near-zero spatial lag identify local spatial outliers, corresponding to districts with elevated or reduced pesticide concentrations relative to neighbouring areas.



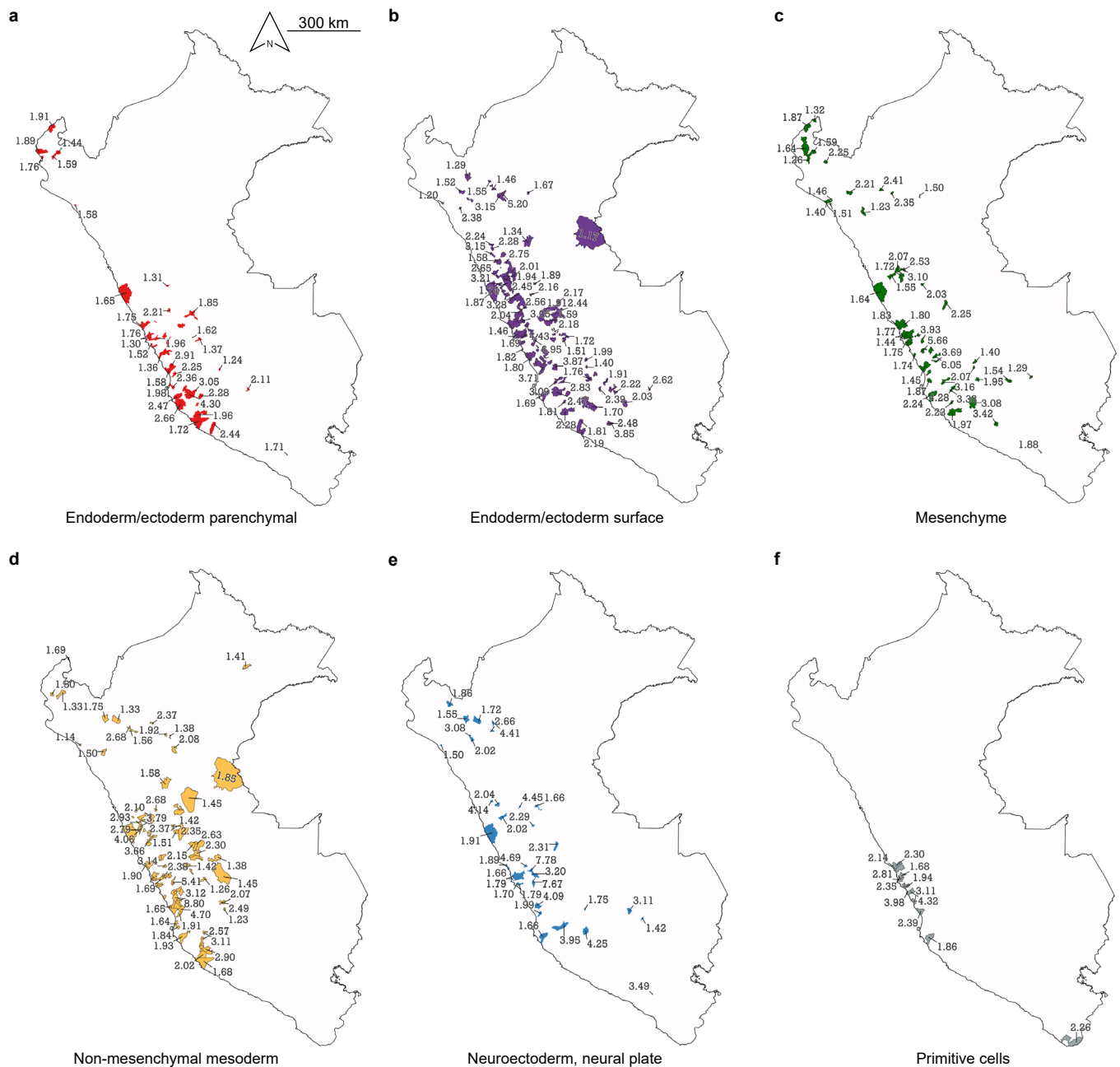
Extended Data Fig. 4 | Environmental pesticide exposure risk across two contrasting ENSO phases in Peru. Raster map showing modelled changes in pesticide exposure risk between the 2015 ‘Godzilla’ El Niño event and the 2019 neutral phase⁶⁶. A statistically significant directional shift towards

higher exposure in 2015 was detected across 124,545,177 grid cell comparisons [$t(107,473,110)=1171$; $P = 2.2 \times 10^{-16}$]. Colours indicate the magnitude of change in annual pesticide risk scores, computed on a normalised 0–100 scale (as in Fig. 1), with lighter tones representing larger differences.



Extended Data Fig. 5 | District-level cancer clustering in Peru based on SIRs stratified by developmental lineage. Maps in **a–f** show spatial clusters of cancer incidence for six developmental lineages included in the geospatial modelling, based on district-level SIRs > 1. SIR values are summarized visually; the complete dataset is available at <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.29728463>.

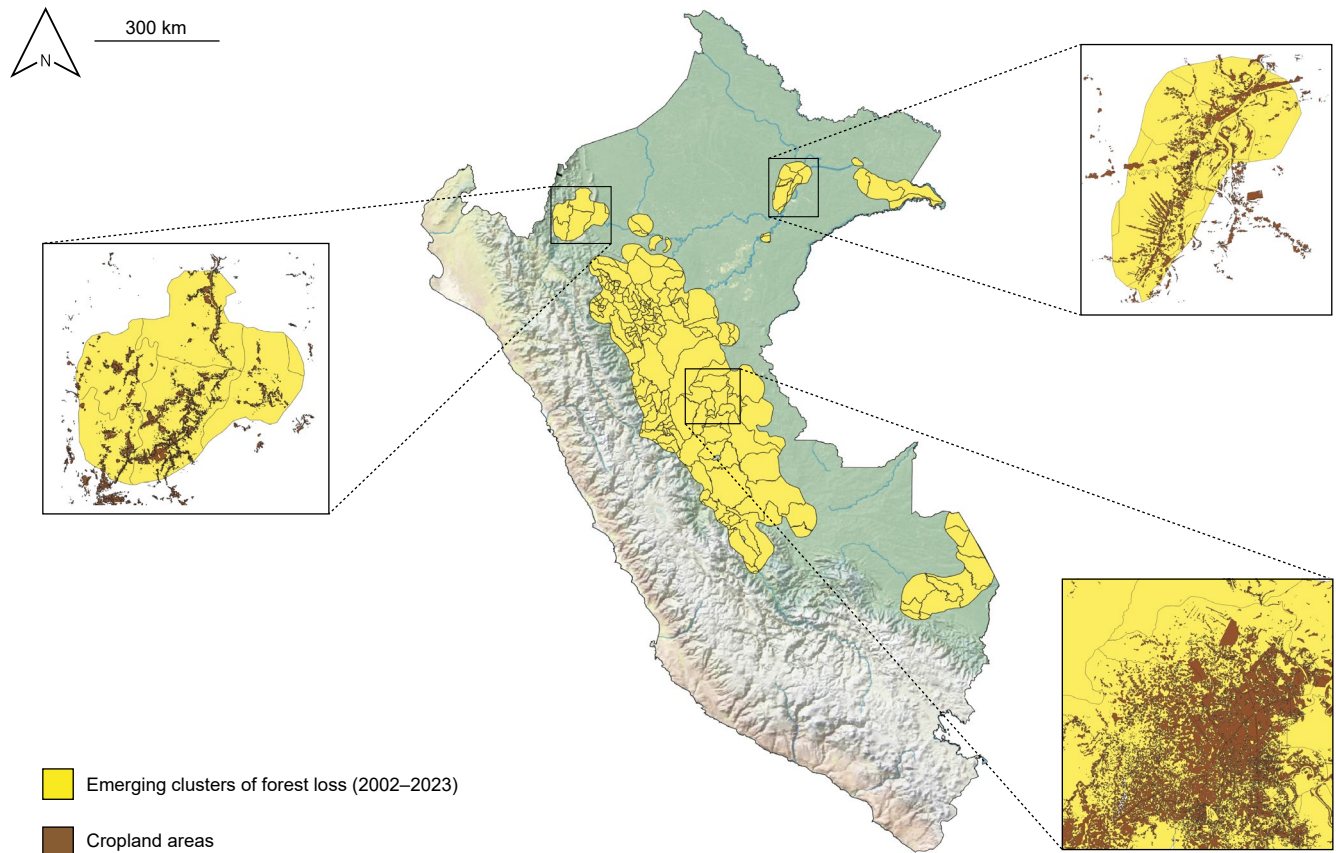
a, endoderm/ectoderm-derived parenchyma, red ($n = 331$); **b**, endoderm/ectoderm-derived surface, violet ($n = 541$); **c**, mesenchyme, green ($n = 514$); **d**, non-mesenchymal mesoderm, yellow ($n = 583$); **e**, neuroectoderm (neural plate), blue ($n = 557$); **f**, primitive cells, grey ($n = 224$).



Extended Data Fig. 6 | Pesticide-associated cancer hotspots in Peru identified through lineage-informed geostatistical modelling. Maps in **a–f** show pesticide-associated cancer hotspots for six developmental lineages included in the geospatial modelling, defined as regions where the lower bound of the 95% CI for RR exceeds 1. RR values are summarized visually; the complete dataset with

95% CIs is available at <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.29728463>.

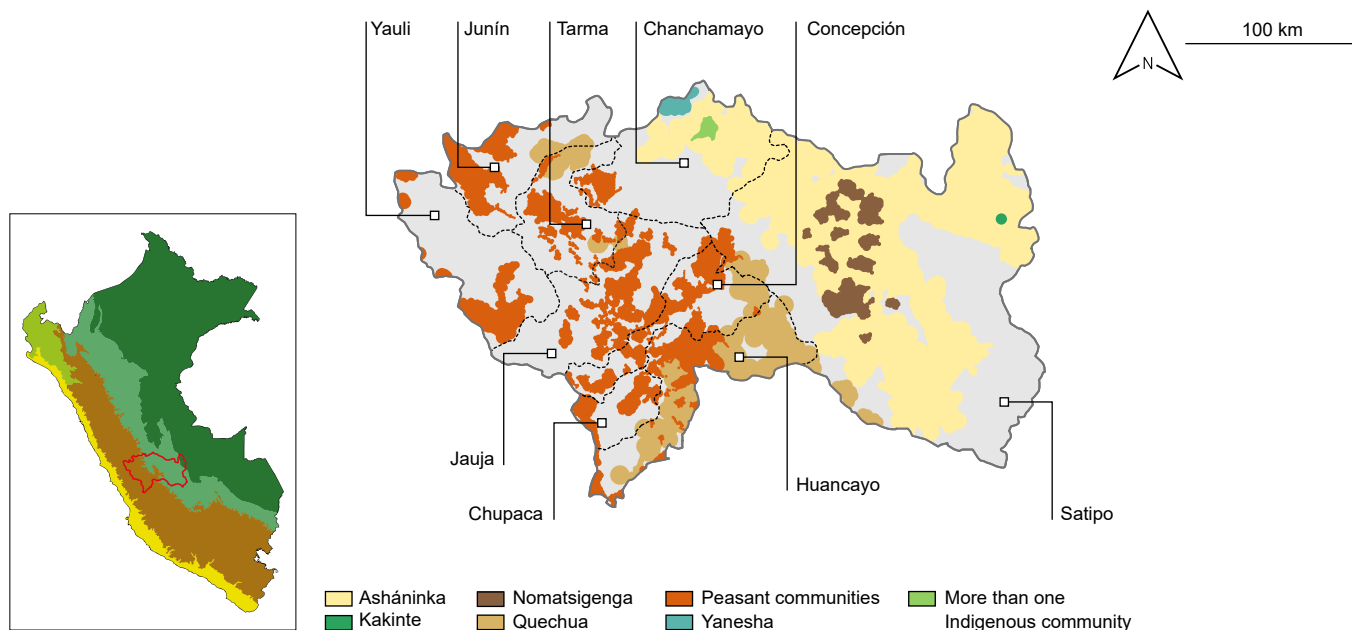
a, endoderm/ectoderm-derived parenchyma, red ($n = 52$); **b**, endoderm/ectoderm-derived surface, violet ($n = 156$); **c**, mesenchyme, green ($n = 64$); **d**, non-mesenchymal mesoderm, yellow ($n = 107$); **e**, neuroectoderm (neural plate), blue ($n = 40$); **f**, primitive cells, grey ($n = 17$).



Extended Data Fig. 7 | Spatial delineation of deforestation clusters in Peru.

The map highlights statistically significant emerging clusters of forest loss from 2002 to 2023, identified by GFW⁷⁰ (<https://www.globalforestwatch.org/>; accessed 23 January 2025). Yellow shading delineates cluster extent, with internal lines marking district boundaries. Incorporating these spatial data as a fixed

covariate improved INLA model fit for non-mesenchymal, mesoderm-derived cancers ($\Delta\text{DIC} = 5.73$; $\Delta\text{WAIC} = 3.74$). Insets show selected cropland areas (brown), mapped by MINAGRI⁶⁵, within deforestation clusters attributed to recent agricultural expansion.



Extended Data Fig. 8 | Territories of Indigenous and peasant communities in the Junín region. Map showing areas inhabited by Andean–Amazonian Indigenous and peasant communities, delineated according to the identification criteria of the International Labour Organization (ILO) Convention 169 and Peruvian Law No. 29785 on the Right to Prior Consultation. Data were retrieved from the 2017 Indigenous and Peasant Communities Census³⁸, with the Indigenous and Native Peoples Database (BDPI; <https://bdpi.cultura.gob.pe/>;

accessed 27 October 2019) consulted for reference. Colours indicate territories of the Asháninka (yellow), Kakinte (dark green), Nomatsigenga (brown), Quechua (beige), Yanesha (cyan), areas with more than one Indigenous community (light green) and peasant communities (orange). Provincial boundaries are shown as dotted lines. The inset locates the Junín region within Peru. Boundaries and designations are illustrative only and do not imply legal recognition of Indigenous territories or ancestral land rights.

Extended Data Table 1 | Pesticides included in the environmental risk model, with associated physicochemical properties

Pesticide name	Molecular formulae	CAS registry number	PubChem Compound ID	Pesticide type	WHO hazard class	K_{oc} (L/kg_OC)	DT ₅₀ Soil (days)
2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)	C ₈ H ₆ Cl ₂ O ₃	94-75-7	1486	Herbicide	II	514.623957	28.8
Abamectin	C ₉₅ H ₁₄₂ O ₂₈	71751-41-2	6435890	Insecticide	Ib	45321.05385	30
Acephate	C ₄ H ₁₀ NO ₃ PS	30560-19-1	1982	Insecticide	II	5501.612524	3
Atrazine	C ₈ H ₁₄ ClN ₅	1912-24-9	2256	Herbicide	III	396.551868	29
Carbaryl	C ₁₂ H ₁₁ NO ₂	63-25-2	6129	Insecticide	II	177.190323	16
Carbofuran	C ₁₂ H ₁₅ NO ₃	1563-66-2	2566	Insecticide	Ib	161.168439	14
Chlorpyrifos (CPS)	C ₉ H ₁₁ Cl ₃ NO ₃ PS	2921-88-2	2730	Insecticide	II	83915.0775	27.6
Copper(II) sulphate pentahydrate	CuH ₁₀ O ₉ S	7758-99-8	24463	Fungicide	II	1.873959	0.1
Deltamethrin	C ₂₂ H ₁₉ Br ₂ NO ₃	52918-63-5	40585	Insecticide	II	1584163.49	21
Diazinon	C ₁₂ H ₂₁ N ₂ O ₃ PS	333-41-5	3017	Insecticide	II	5501.612524	18.4
Difenoconazole	C ₁₉ H ₁₇ Cl ₂ N ₃ O ₃	119446-68-3	86173	Fungicide	II	22263.8363	91.8
Dimethoate	C ₅ H ₁₂ NO ₃ PS ₂	60-51-5	3082	Insecticide	II	4.193919	7.2
Fipronil	C ₁₂ H ₈ Cl ₂ F ₆ N ₄ OS	120068-37-3	3352	Insecticide	II	8629.785478	65
Glyphosate	C ₃ H ₈ NO ₅ P	1071-83-6	3496	Herbicide	III	0.00021	6.45
Imidacloprid	C ₉ H ₁₀ ClN ₅ O ₂	138261-41-3	86287518	Insecticide	II	2.54994	174
Linuron	C ₉ H ₁₀ Cl ₂ N ₂ O ₂	330-55-2	9502	Herbicide	III	1296.582035	48
Mancozeb	C ₄₀ H ₆₀ Mn ₉ N ₂₀ S ₄₀ Zn	8018-01-7	76957227	Fungicide	U	15.437252	0.05
Metalaxyl-M	C ₁₅ H ₂₁ NO ₄	70630-17-0	11150163	Fungicide	II	37.983064	14.1
Methamidophos	C ₂ H ₈ NO ₂ PS	10265-92-6	4096	Insecticide	Ib	0.099266	4
Methomyl	C ₅ H ₁₀ N ₂ O ₂ S	16752-77-5	4109	Insecticide	Ib	2.737789	7
Metiram	C ₁₆ H ₃₃ N ₁₁ S ₁₆ Zn ₃	9006-42-2	n.a.	Fungicide	U	1.444009	7
Monocrotophos	C ₇ H ₁₄ NO ₅ P	6923-22-4	5371562	Insecticide	Ib	0.411339	30
Novaluron	C ₁₇ H ₉ ClF ₈ N ₂ O ₄	116714-46-6	93541	Insecticide	U	174916.1864	96.5
Oxydemeton-methyl	C ₆ H ₁₅ O ₄ PS ₂	301-12-2	4618	Insecticide	Ib	0.11443	5
Oxyfluorfen	C ₁₅ H ₁₁ ClF ₃ NO ₄	2874-03-3	39327	Herbicide	U	48659.76419	73
Permethrin	C ₂₁ H ₂₀ Cl ₂ O ₃	52645-53-1	40326	Insecticide	II	2007705.46	21
Pirimicarb	C ₁₁ H ₁₈ N ₄ O ₂	23103-98-2	31645	Insecticide	II	37.093687	9
Propineb	C ₅ H ₈ N ₂ S ₄ Zn	9016-72-2	6100711	Fungicide	U	0.356829	4.3
Sulfoxaflor	C ₁₀ H ₁₀ F ₃ N ₃ OS	946578-00-3	16723172	Insecticide	II	4.418328	3.54
Tebuconazole	C ₁₆ H ₂₂ ClN ₃ O	107534-96-3	86102	Fungicide	II	4239.357093	47.1
Trichlorfon	C ₄ H ₈ Cl ₃ O ₄ P	52-68-6	5853	Insecticide	II	2.212025	18

WHO classification of pesticides by hazard⁶³: Ib, highly hazardous; II, moderately hazardous; III, slightly hazardous; U, unlikely to present an acute hazard. Abbreviations: CAS, Chemical Abstracts Service; DT₅₀Soil, soil dissipation half-life; K_{oc} , organic carbon distribution coefficient; n.a., not available; OC, organic carbon. K_{oc} values are reported at full precision to preserve computational accuracy.

Extended Data Table 2 | Gene sets for liver cancer risk factors and lineage-specific MTFs in hepatobiliary carcinogenesis

Symbol	Gene ID	Name	Species
Non-genotoxic exposure signature⁴⁸			
ANXA2	302	annexin A2	<i>Homo sapiens</i> (human)
CITED4	163732	Cbp/p300 interacting transactivator with Glu/Asp rich carboxy-terminal domain 4	<i>Homo sapiens</i> (human)
GPR146	115330	G protein-coupled receptor 146	<i>Homo sapiens</i> (human)
ICA1	3382	islet cell autoantigen 1	<i>Homo sapiens</i> (human)
LITAF	9516	lipopolysaccharide induced TNF factor	<i>Homo sapiens</i> (human)
MAT1A	4143	methionine adenosyltransferase 1A	<i>Homo sapiens</i> (human)
PLA1A	51365	phospholipase A1 member A	<i>Homo sapiens</i> (human)
PRODH	5625	proline dehydrogenase 1	<i>Homo sapiens</i> (human)
PSMB9	5698	proteasome 20S subunit beta 9	<i>Homo sapiens</i> (human)
SEL1L	6400	SEL1L adaptor subunit of SYVN1 ubiquitin ligase	<i>Homo sapiens</i> (human)
TAP1	6890	transporter 1, ATP binding cassette subfamily B member	<i>Homo sapiens</i> (human)
TRNT1	51095	tRNA nucleotidyl transferase 1	<i>Homo sapiens</i> (human)
UGT2B17	7367	UDP glucuronosyltransferase family 2 member B17	<i>Homo sapiens</i> (human)
USP2	9099	ubiquitin specific peptidase 2	<i>Homo sapiens</i> (human)
HBV infection signature⁷⁴			
CCL3L3	414062	C-C motif chemokine ligand 3 like 3	<i>Homo sapiens</i> (human)
CCL4	6351	C-C motif chemokine ligand 4	<i>Homo sapiens</i> (human)
CHI3L1	1116	chitinase 3 like 1	<i>Homo sapiens</i> (human)
CXCL10	3627	C-X-C motif chemokine ligand 10	<i>Homo sapiens</i> (human)
CXCL11	6373	C-X-C motif chemokine ligand 11	<i>Homo sapiens</i> (human)
FABP5	2171	fatty acid binding protein 5	<i>Homo sapiens</i> (human)
FCGR1BP	2210	Fc gamma receptor 1b, pseudogene	<i>Homo sapiens</i> (human)
GBP1	2633	guanylate binding protein 1	<i>Homo sapiens</i> (human)
HLA-DMA	3108	major histocompatibility complex, class II, DM alpha	<i>Homo sapiens</i> (human)
LGALS3	3958	galectin 3	<i>Homo sapiens</i> (human)
RNF213	57674	ring finger protein 213	<i>Homo sapiens</i> (human)
SLAMF7	57823	SLAM family member 7	<i>Homo sapiens</i> (human)
SLAMF8	56833	SLAM family member 8	<i>Homo sapiens</i> (human)
STAT1	6772	signal transducer and activator of transcription 1	<i>Homo sapiens</i> (human)
TIGAR	57103	TP53 induced glycolysis regulatory phosphatase	<i>Homo sapiens</i> (human)
Alcohol exposure signature⁷⁵			
AEBP1	165	AE binding protein 1	<i>Homo sapiens</i> (human)
AHSG	197	alpha 2-HS glycoprotein	<i>Homo sapiens</i> (human)
ANXA1	301	annexin A1	<i>Homo sapiens</i> (human)
CAPN2	824	calpain 2	<i>Homo sapiens</i> (human)
CCL2	6347	C-C motif chemokine ligand 2	<i>Homo sapiens</i> (human)
CITED2	10370	Cbp/p300 interacting transactivator with Glu/Asp rich carboxy-terminal domain 2	<i>Homo sapiens</i> (human)
CPS1	1373	carbamoyl-phosphate synthase 1	<i>Homo sapiens</i> (human)
CYP3A7	1551	cytochrome P450 family 3 subfamily A member 7	<i>Homo sapiens</i> (human)
F2R	2149	coagulation factor II thrombin receptor	<i>Homo sapiens</i> (human)
GNB1	2782	G protein subunit beta 1	<i>Homo sapiens</i> (human)
ID3	3399	inhibitor of DNA binding 3	<i>Homo sapiens</i> (human)
LUM	4060	lumican	<i>Homo sapiens</i> (human)
MGP	4256	matrix Gla protein	<i>Homo sapiens</i> (human)
PLA2G2A	5320	phospholipase A2 group IIA	<i>Homo sapiens</i> (human)
PLIN2	123	perilipin 2	<i>Homo sapiens</i> (human)
RGS5	8490	regulator of G protein signaling 5	<i>Homo sapiens</i> (human)
S100A11	6282	S100 calcium binding protein A11	<i>Homo sapiens</i> (human)
TMSB10	9168	thymosin beta 10	<i>Homo sapiens</i> (human)
TMSB4X	7114	thymosin beta 4 X-linked	<i>Homo sapiens</i> (human)
Steatosis signature⁷⁶			
ADAMTS1	9510	ADAM metalloproteinase with thrombospondin type 1 motif 1	<i>Homo sapiens</i> (human)
AQP1	358	aquaporin 1 (Colton blood group)	<i>Homo sapiens</i> (human)
C1orf198	84886	chromosome 1 open reading frame 198	<i>Homo sapiens</i> (human)
COL1A2	1278	collagen type I alpha 2 chain	<i>Homo sapiens</i> (human)
CRIM1	51232	cysteine rich transmembrane BMP regulator 1	<i>Homo sapiens</i> (human)
FRAS1	80144	Fraser extracellular matrix complex subunit 1	<i>Homo sapiens</i> (human)
FSTL1	11167	folliculin like 1	<i>Homo sapiens</i> (human)
JCAD	57608	junctional cadherin 5 associated	<i>Homo sapiens</i> (human)
MAP1B	4131	microtubule associated protein 1B	<i>Homo sapiens</i> (human)
PLXDC2	84898	plexin domain containing 2	<i>Homo sapiens</i> (human)
SPRY1	10252	sprouty RTK signaling antagonist 1	<i>Homo sapiens</i> (human)
VWF	7450	von Willebrand factor	<i>Homo sapiens</i> (human)
Genotoxic exposure signature^{48,77}			
ADGRG1	9289	adhesion G protein-coupled receptor G1	<i>Homo sapiens</i> (human)
ALDH1A1	216	aldehyde dehydrogenase 1 family member A1	<i>Homo sapiens</i> (human)
ARL14	80117	ADP ribosylation factor like GTPase 14	<i>Homo sapiens</i> (human)
BTG2	7832	BTG anti-proliferation factor 2	<i>Homo sapiens</i> (human)
CDKN1A	1026	cyclin dependent kinase inhibitor 1A	<i>Homo sapiens</i> (human)
CES2	8824	carboxylesterase 2	<i>Homo sapiens</i> (human)
FOSL1	8061	FOS like 1, AP-1 transcription factor subunit	<i>Homo sapiens</i> (human)
GDF15	9518	growth differentiation factor 15	<i>Homo sapiens</i> (human)
LIF	3976	interleukin 6 family cytokine	<i>Homo sapiens</i> (human)
MGMT	4255	O-6-methylguanine-DNA methyltransferase	<i>Homo sapiens</i> (human)
NCF2	4688	neutrophil cytosolic factor 2	<i>Homo sapiens</i> (human)
NECTIN4	81607	nectin cell adhesion molecule 4	<i>Homo sapiens</i> (human)
RRAD	6236	Ras related glycolysis inhibitor and calcium channel regulator	<i>Homo sapiens</i> (human)
SRC	6714	SRC proto-oncogene, non-receptor tyrosine kinase	<i>Homo sapiens</i> (human)
WNT7B	7477	Wnt family member 7B	<i>Homo sapiens</i> (human)
Endoderm-derived MTFs (hepatobiliary lineage)²⁶			
ATF5	22809	activating transcription factor 5	<i>Homo sapiens</i> (human)
CEBPB	1051	CCAAT enhancer binding protein beta	<i>Homo sapiens</i> (human)
CEBPD	1052	CCAAT enhancer binding protein delta	<i>Homo sapiens</i> (human)
HNF4A	3172	hepatocyte nuclear factor 4 alpha	<i>Homo sapiens</i> (human)
ID2	3398	inhibitor of DNA binding 2	<i>Homo sapiens</i> (human)
KLF9	687	KLF transcription factor 9	<i>Homo sapiens</i> (human)
MLXIPL	51085	MLX interacting protein like	<i>Homo sapiens</i> (human)
ONECUT2	9480	one cut homeobox 2	<i>Homo sapiens</i> (human)
ZGPAT	84619	zinc finger CCHH-type and G-patch domain containing	<i>Homo sapiens</i> (human)

Reporting Summary

Nature Portfolio wishes to improve the reproducibility of the work that we publish. This form provides structure for consistency and transparency in reporting. For further information on Nature Portfolio policies, see our [Editorial Policies](#) and the [Editorial Policy Checklist](#).

Statistics

For all statistical analyses, confirm that the following items are present in the figure legend, table legend, main text, or Methods section.

n/a	Confirmed
☐	☒ The exact sample size (<i>n</i>) for each experimental group/condition, given as a discrete number and unit of measurement
☒	☐ A statement on whether measurements were taken from distinct samples or whether the same sample was measured repeatedly
☐	☒ The statistical test(s) used AND whether they are one- or two-sided <i>Only common tests should be described solely by name; describe more complex techniques in the Methods section.</i>
☐	☒ A description of all covariates tested
☐	☒ A description of any assumptions or corrections, such as tests of normality and adjustment for multiple comparisons
☐	☒ A full description of the statistical parameters including central tendency (e.g. means) or other basic estimates (e.g. regression coefficient) AND variation (e.g. standard deviation) or associated estimates of uncertainty (e.g. confidence intervals)
☐	☒ For null hypothesis testing, the test statistic (e.g. <i>F</i> , <i>t</i> , <i>r</i>) with confidence intervals, effect sizes, degrees of freedom and <i>P</i> value noted <i>Give P values as exact values whenever suitable.</i>
☐	☒ For Bayesian analysis, information on the choice of priors and Markov chain Monte Carlo settings
☐	☒ For hierarchical and complex designs, identification of the appropriate level for tests and full reporting of outcomes
☒	☐ Estimates of effect sizes (e.g. Cohen's <i>d</i> , Pearson's <i>r</i>), indicating how they were calculated

Our web collection on [statistics for biologists](#) contains articles on many of the points above.

Software and code

Policy information about [availability of computer code](#)

Data collection	All open-source datasets used in this study, including version details and access information, are provided in Supplementary Table 2. Additionally, KoboToolbox (v2.020.25) and OpenRefine (v3.4.1) were used for data collection and data cleaning, respectively.
Data analysis	The custom R scripts for generating the process-based pesticide exposure risk map and for integrated nested Laplace approximation (INLA) modelling are available in the Figshare repository at https://doi.org/10.6084/m9.figshare.29728463. Access credentials for a test version of the code are available from the corresponding author upon reasonable request. All other analyses relied on available software, fully referenced in the manuscript, including: - Bioconductor (v.3.20), - Excel (v.16.16.27), - Fred's Softwares, - GraphPad Prism (v.10.4.1), - Mitomaster (v.Beta 1), - Nominatim (v.4.5.0), - PostgreSQL (v.16.3), - Python (v.3.11.3), - QGIS (v.3.28 LTR), and - QuantaSoft (v.1.7) - R (v.4.4.1), R packages included: dplyr (v.1.1.4), gghalves (v.0.1.4), ggplot2 (v.3.5.2), ggtrain (v.1.0.2), INLA (v.25.3.24), Plotly (v.4.10.4), raincloudplots (v.0.2.0), sf (v.1.0-10), sp (v.1.5-1), SpatialEpi (v.1.2.8), spdep (v.1.3-10), sva (v.3.54.0), terra (v.1.8-70), and tmap (v.4.0).

For manuscripts utilizing custom algorithms or software that are central to the research but not yet described in published literature, software must be made available to editors and reviewers. We strongly encourage code deposition in a community repository (e.g. GitHub). See the Nature Portfolio [guidelines for submitting code & software](#) for further information.

Data

Policy information about [availability of data](#)

All manuscripts must include a [data availability statement](#). This statement should provide the following information, where applicable:

- Accession codes, unique identifiers, or web links for publicly available datasets
- A description of any restrictions on data availability
- For clinical datasets or third party data, please ensure that the statement adheres to our [policy](#)

The datasets generated and analysed during the current study are available in the Figshare repository at <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.29728463>, except for individual-level geolocation data from GEO and the National Cancer Institute of Peru (INEN) Cancer Registry, which are not publicly available to protect privacy and comply with data protection regulations. Transcriptomic data analysed are publicly available in GEO under accession numbers GSE111580 and GSE136247 (Peru). Comparative datasets were obtained from GEO under accession numbers GSE17548 (Turkey), GSE45436 (Taiwan), and GSE62232 (France). No new individual-level data were collected, and informed consent was not required.

Research involving human participants, their data, or biological material

Policy information about studies with [human participants or human data](#). See also policy information about [sex, gender \(identity/presentation\), and sexual orientation](#) and [race, ethnicity and racism](#).

Reporting on sex and gender

Sex was recorded from medical records and corresponds to biological sex assigned at diagnosis; gender identity was not documented. Although the primary objective focused on spatial patterns of tumour incidence and environmental exposures irrespective of sex or gender, stratification by sex (female, male) and age group (0–39, 40–59, ≥60 years) was applied when calculating standardized incidence ratios (SIRs). No further sex- or gender-based stratification was conducted in the geospatial or transcriptomic analyses, and all findings apply to both sexes. Sex-disaggregated clinical epidemiological data for the Peruvian liver cancer cohort are available; individual-level data are included only where participant consent and ethics approval permitted data sharing.

Reporting on race, ethnicity, or other socially relevant groupings

Ethnicity, race, or other socially defined categories were not used as variables in the study design or analyses. Such groupings were not incorporated in geospatial or transcriptomic analyses, and no adjustments for them were performed. However, in the Peruvian liver cancer cohort, matrilineal ancestry data were included to provide context on genetic background and population structure. These were inferred by researchers through mitochondrial haplogrouping, based on the established classification of Native American haplotypes (A–D) from reference sequences. These data were not interpreted as proxies for social constructs.

Population characteristics

Covariate-relevant population characteristics included age, sex, residential address at diagnosis, and primary cancer diagnosis (ICD-10 codes C00–C96), obtained from the INEN cancer registry. These variables informed stratification of cancer incidence ratios and geospatial modelling. Additionally, clinical records of 36 Peruvian liver cancer patients were reviewed to extract covariates relevant to aetiology and progression, including hepatitis B status, history of alcohol use or metabolic disorders (e.g. steatosis or diabetes), and any treatment administered.

Recruitment

Participants were not actively recruited; rather, the study retrospectively included all eligible cases recorded in the INEN cancer registry from 2007 to 2020. INEN holds the most comprehensive oncology dataset in the country, comprising cases diagnosed and treated at the national referral centre. Potential sources of bias include referral and diagnostic imbalances due to the under-representation of remote or underserved regions with limited access to specialist care, and possible under-ascertainment of early-stage or non-histologically confirmed cancers.

Ethics oversight

The Cancer Registry at INEN is authorised by the National Authority for the Protection of Personal Data (ANPD) under registration number RNPDP-EP 4794. The study also received approval from the INEN Institutional Review Board under reference numbers 113-2014-CIE/INEN, 407-2016-CIE/INEN, and 049-2024-DICON/INEN.

Note that full information on the approval of the study protocol must also be provided in the manuscript.

Field-specific reporting

Please select the one below that is the best fit for your research. If you are not sure, read the appropriate sections before making your selection.

☒ Life sciences ☐ Behavioural & social sciences ☐ Ecological, evolutionary & environmental sciences

For a reference copy of the document with all sections, see nature.com/documents/nr-reporting-summary-flat.pdf

Life sciences study design

All studies must disclose on these points even when the disclosure is negative.

Sample size

No sample-size calculation was performed. Instead, we included all eligible cancer cases recorded in the INEN registry from 2007 to 2020. This period was selected to capture trends consistent with chronic environmental exposures, including pesticides, and to align broadly with the modelled pesticide risk window (2014–2019). After applying exclusion criteria to ensure data quality, the final dataset comprised 158,072 primary cancer cases (C00–C96), offering robust statistical power for spatial and lineage-specific analyses.

Data exclusions	Exclusion criteria were pre-established to ensure data integrity and geographic precision. Recurrent cases, duplicates, and internally inconsistent records were removed. To minimise misclassification of chronic exposure, individuals without verified residency at the recorded address for at least five years prior to diagnosis were excluded. These criteria ensured the inclusion of primary cancer cases with robust diagnostic and spatial data suitable for geostatistical analyses.
Replication	This study relies on retrospective analysis of existing registry and environmental data; no experimental procedures were performed that require replication. All inclusion criteria and analytical methods are fully documented to enable reproducibility using comparable datasets.
Randomization	This study did not involve random allocation, as all cancer cases were retrospectively analysed. Tumours were assigned post hoc to biologically coherent groups based on the developmental lineage classification of neoplasms introduced by Jules J. Berman. To reconcile biological relevance with statistical robustness, tumours were stratified at the fifth hierarchical level of this taxonomy. Spatial models accounted for potential confounding through structured and unstructured random effects.
Blinding	Blinding was not relevant to this study, as no experimental interventions or subjective outcome assessments were involved.

Reporting for specific materials, systems and methods

We require information from authors about some types of materials, experimental systems and methods used in many studies. Here, indicate whether each material, system or method listed is relevant to your study. If you are not sure if a list item applies to your research, read the appropriate section before selecting a response.

Materials & experimental systems

n/a	Involved in the study
☒	☐ Antibodies
☒	☐ Eukaryotic cell lines
☒	☐ Palaeontology and archaeology
☒	☐ Animals and other organisms
☐	☒ Clinical data
☒	☐ Dual use research of concern
☒	☐ Plants

Methods

n/a	Involved in the study
☒	☐ ChIP-seq
☒	☐ Flow cytometry
☒	☐ MRI-based neuroimaging

Clinical data

Policy information about [clinical studies](#)

All manuscripts should comply with the ICMJE [guidelines for publication of clinical research](#) and a completed [CONSORT checklist](#) must be included with all submissions.

Clinical trial registration	Not applicable.
Study protocol	Not applicable.
Data collection	Data were collected from the cancer registry maintained by INEN in Lima (Peru), covering the period 2007–2020.
Outcomes	Not applicable.

Plants

Seed stocks	Report on the source of all seed stocks or other plant material used. If applicable, state the seed stock centre and catalogue number. If plant specimens were collected from the field, describe the collection location, date and sampling procedures.
Novel plant genotypes	Describe the methods by which all novel plant genotypes were produced. This includes those generated by transgenic approaches, gene editing, chemical/radiation-based mutagenesis and hybridization. For transgenic lines, describe the transformation method, the number of independent lines analyzed and the generation upon which experiments were performed. For gene-edited lines, describe the editor used, the endogenous sequence targeted for editing, the targeting guide RNA sequence (if applicable) and how the editor was applied.
Authentication	Describe any authentication procedures for each seed stock used or novel genotype generated. Describe any experiments used to assess the effect of a mutation and, where applicable, how potential secondary effects (e.g. second site T-DNA insertions, mosaicism, off-target gene editing) were examined.

Beste kandidaat-gemeenteraadslid,

Binnenkort zijn de gemeenteraadsverkiezingen. Een belangrijk en ook spannend moment voor u, uw fractie en alle politieke partijen in uw gemeente. Het moment waarop de inwoners de koers van gemeente Boxtel bepalen door te stemmen. Wij wensen u veel succes.

Als de verkiezingsuitslag bekend is, start het proces richting een nieuw bestuursakkoord. Waterschap De Dommel geeft u graag een aantal onderwerpen mee voor uw keuzes.

Water als bron van een toekomst bestendige leefomgeving

Klimaatverandering is niet langer een begrip van 'later'. We zien steeds vaker warme, droge periodes. En lange natte periodes met enorme piekbuien die voor overlast zorgen. Sinds 2019 zagen we drie extreem droge jaren (2019, 2020, 2022), één jaar (2021) met een nationale ramp in Limburg, en twee jaren met ongekennde hoeveelheden neerslag (2023, 2024). En 2025 ging de boeken in als het droogste jaar sinds 1976.

Dit laat zien en voelen dat het klimaat blijvend verandert. De manier waarop we, als inwoners en overheden, omgaan met water moet echt veranderen. Het werk van de waterschappen verandert. Dit vraagt om een nauwe samenwerking met onze partners; met uw gemeente.

De watertransitie

We hebben een sterk watersysteem nodig dat tegen een stootje kan. Dat opgewassen is tegen hele natte en hele droge perioden. Met ruimte voor water. En voldoende grondwater en oppervlaktewater, dat schoon en veilig is. Dit noemen we de watertransitie.

De watertransitie is écht een andere omgang met het water. Water en bodem worden sturend voor wat wel en niet kan op een bepaalde plek. We houden water vast en zorgen voor genoeg ruimte om water op te vangen, en ruimte voor overstromingen en veiligheid. Schoon regenwater laten we niet meer wegstromen in het riool. Zo kan water op straat bij piekbuien worden voorkomen.

Zo'n grote verandering gaat niet ineens en kunnen we als waterschap niet alleen. Gemeente en waterschap hebben elkaar hard nodig om de uitdagingen waarvoor we staan, aan te pakken. Water speelt een belangrijke rol in veel opgaven. Denk aan: klimaatbestendig wonen, het tegengaan van hittestress in de steden, circulaire en duurzame bedrijven(terreinen), gezondheid, waterbeschikbaarheid, goede waterkwaliteit, behoud van kwetsbare natuur. Water is cruciaal in de stikstofcrisis en de landbouwtransitie.

Samen leggen we de puzzel in uw gemeente

Wij zien kansen om de opgaven in het gebied slim met elkaar te verbinden. Er zijn genoeg uitdagingen waarover we graag met u in gesprek gaan, en waar we graag samen met u aan werken. Zoals we dat de afgelopen jaren in uw gemeente al hebben gedaan bij de verbindingsweg Ladonk-Kalksheuvel en de ontwikkeling van de woonwijk Sellissen aan de Dommel.

Maar ook binnen de Gemeente Boxtel zijn nog genoeg uitdagingen en kansen waarover we graag met u in gesprek gaan. En waar we graag samen met u aan willen werken. Zoals het gezamenlijk opstellen van een klimaatuitvoeringsagenda, het opstellen van een gebiedsvisie Boxtel-Noord West en de realisatie van verbindingsweg Ladonk-Kalksheuvel.

Het waterbewust maken van inwoners hoort daar natuurlijk ook bij. Laten we samen de puzzel leggen en aan de slag gaan in uw gemeente. Iedereen wil voldoende en schoon water hebben. En ook een omgeving waar het prettig wonen en werken is. We zijn samen verantwoordelijk voor een toekomstbestendige, gezonde, fijne leef- en werkomgeving.

Het waterbelang verdient een plek in uw bestuursakkoord

We willen samen met u het waterbelang de juiste plek in uw bestuursakkoord geven. Daarover gaan we graag met u in gesprek. De contactgegevens van de gebiedsportefeuillehouder vindt u onder deze brief. Wilt u nu al meer weten? Op onze website vindt u meer informatie over de [watertransitie](#) en onze [Watervisie: 'Wat Water Wil'](#). Of bekijk de uitleg van onze watergraaf Erik de Ridder in de [film 'De Watertransitie'](#).

Met vriendelijke groet,



Erik de Ridder

Watergraaf

De gebiedsportefeuillehouder voor uw gemeente is: Vincent Lokin

Email: vlokin@dommel.nl

Tel.nr: 0411-618618

Bericht aan informateur gemeente Boxtel, de heer Glas,

Pleidooi: **Ontwikkel een strategisch woningbouwbeleid met groen als onderlegger**

Boxtel, 7 april 2026

Geachte heer Glas, Beste Peter,

Allereerst van harte gefeliciteerd met jouw rol als informateur van de gemeente Boxtel. Ik wens je daarbij alle wijsheid en veel inspiratie toe.

Het zal in deze periode vaker gebeuren dat je mails, appjes of andere berichten krijgt. Berichten bedoeld als input van betrokken burgers, het bedrijfsleven, organisaties enz. enz. Berichten om jou van essentiële informatie te voorzien in dit gedeelte van het proces van de coalitiebesprekingen. Ook ik maak van die gelegenheid graag gebruik.

Strategisch woningbouwbeleid met groen als onderlegger

Door de gemeente Boxtel is een inventarisatie gedaan naar potentiële woningbouwlocaties. Daarbij zijn 41 plekken gelokaliseerd. In de afgelopen jaren heeft het huidige college van de gemeente Boxtel afzonderlijke bouwplannen afzonderlijk in procedure gebracht. Zonder dat daarbij echt sprake is geweest van een visie en een goed samenhangend woningbouwbeleid.

De gemeente Boxtel lijkt maar één slogan te hebben: “Bouwen, bouwen, bouwen! Maar naast bouwen zijn er veel meer aspecten waar naar gekeken zou moeten worden. Integraal meewegen van andere – minstens zo belangrijke – disciplines, (hittestress, klimaatadaptatie, infrastructuur, biodiversiteit, gezondheid, speelmogelijkheden). Maar dat lijkt voor de gemeente Boxtel op dit moment een brug te ver. Bijna bij ieder binnenstedelijk bouwplan dat de gemeente Boxtel realiseert of wil gaan realiseren gaat weer een stuk groen verloren. Per woningbouwlocatie lijkt dat allemaal wel mee te vallen. Maar als je het totaal van al die afzonderlijke bouwplannen in ogenschouw neemt, gaat het om aardig wat groen en neemt het percentage binnenstedelijk groen van de gemeente keer op keer af. Dit terwijl de Natuurherstelverordening vanaf 2030 een toename wil zien van het binnenstedelijk groen.

Om die reden acht ik het wenselijk en hou ik een pleidooi dat de gemeente Boxtel gaat werken aan een goede strategische woningbouwvisie en dito beleid. Dit **strategisch woningbouwbeleid** zou ontwikkeld moeten worden met een **groene onderlegger** als basis. Dit strategische woningbouwbeleid zal beter richting geven aan waar in de gemeente het beste woningbouwplannen ontwikkeld kunnen worden. Dit in navolging van de gemeente Leiden.

Juist door deze combinatie kan de Buxtelse woningbouwopgave sneller gerealiseerd worden zonder dat dit te koste gaat van allerlei stukken groen. Op deze manier zal het de Gemeente Buxtel mijns inziens beter en sneller lukken om óók in de toekomst een gemeente te zijn waar het aantrekkelijk wonen en werken is in een gezonde groene leefomgeving met een voldoende woningaanbod.

Voor meer informatie ben ik bereid een toelichting te geven.

Hartelijke groeten

Arjan van der Zee

06-40960160

Vanatotz1958@gmail.com

Voor elke inwoner een ommetje vanaf de voordeur

Lopen en wandelen zijn voor een groot deel van uw inwoners een vanzelfsprekend onderdeel van het dagelijks leven. Twee derde van de Nederlanders verplaatst zich wekelijks te voet, een derde dit doet zelfs dagelijks. Dat draagt aantoonbaar bij aan:

- **Gezondheid** – dagelijks bewegen vermindert kans op chronische ziekten.
- **Welzijn** – wandelen ontspant, verbindt mensen en verbetert de mentale gezondheid.
- **Duurzame mobiliteit** – meer lopen betekent minder korte autoritten, betere luchtkwaliteit en een veiligere leefomgeving.

Toch is er in veel gemeenten nog winst te behalen. ANWB en Wandelnet vragen u daarom om in uw nieuwe coalitieprogramma's **meer ruimte en middelen te reserveren voor lopen en wandelen**. Zo bouwen we samen aan een gezonde, aantrekkelijke en toekomstbestendige leefomgeving.

1 Maak voor iedereen een ommetje vanaf de voordeur mogelijk

Iedereen moet vanuit huis een veilige en aantrekkelijke korte wandeling kunnen maken. Dat vraagt om voldoende voetpaden en prettige routes. Vlak buiten dorpen en steden liggen in heel Nederland nog goede kansen om de wandelinfrastructuur te versterken. Een goede ontsluiting van het buitengebied draagt bij aan leefbaarheid, gezondheid en sociale samenhang.

Voor uw coalitieakkoord:

- In onze gemeente kan iedereen een ommetje maken vanaf de voordeur.
- Het ommetje vanaf de voordeur nemen wij als randvoorwaarde op in ons omgevingsbeleid.

2 Zorg bij ruimtelijke ontwikkelingen voor sterke positie voetganger

Om lopen en wandelen voor iedereen een logische keuze te maken, is een loopvriendelijke inrichting van de directe woon- en leefomgeving van groot belang. Dat betekent: veilige stoepen, aansluitende looproutes, goed onderhoud, verbeteren van de toegankelijkheid, aantrekkelijke groene en waterrijke openbare ruimte én belangrijke voorzieningen op loopafstand.

Voor uw coalitieakkoord:

- Belangrijke voorzieningen in onze gemeente zijn op loopafstand bereikbaar.
- De openbare ruimte nodigt uit om te lopen, met veilige, toegankelijke en groene en waterrijke looproutes.

3 Realiseer voldoende en bereikbare recreatierruimte

Voor veel inwoners is er in principe voldoende recreatiegebied letterlijk "om de hoek", maar ze kunnen er niet komen door barrières, zoals spoorlijnen, waterwegen, snelwegen. Door infrastructuur te realiseren boven- en onderlangs deze barrières versterkt u de leefkwaliteit en biedt u inwoners meer mogelijkheden om te ontspannen en te bewegen.

Voor uw coalitieakkoord:

- Wij vergroten toegankelijkheid van recreatiemogelijkheden in het buitengebied (o.a. door boerenlandpaden).
- Door stad en land beter te verbinden zorgen we dat iedereen kan genieten van groen en water in de omgeving.

ANWB en Wandelnet hopen dat u het belang van lopen en wandelen in de mobiliteitsketen erkent en deze punten meeneemt bij de vorming en uitwerking van het coalitieprogramma van uw gemeente. Wij denken graag met u mee over kansen, knelpunten en concrete oplossingen.

Voor vragen of een vervolgesprek kunt u contact opnemen met Paul Makken (pmakken@anwb.nl) of Cas van Hardeveld: cvhardeveld@wandelnet.nl.



Gemeente Boxtel
T.a.v. formateur de heer P. Glas
Postbus 10.000
5280 DA BOXTEL

Per email naar: griffie@boxtel.nl

Datum: 24 april 2026
Betreft: Inbreng ten behoeve van coalitievorming

Geachte heer Glas,

Namens Huis73, Bibliotheek Boxtel vraag ik via deze brief aandacht voor het belang van een sterke bibliotheekvoorziening binnen de gemeente Boxtel.

Het Sociaal Cultureel Planbureau (SCP) beschrijft de huidige Nederlandse samenleving in recente rapportages (zoals 'Sociale en Culturele Ontwikkelingen 2005' en 'Samenleven in de toekomst') als een samenleving die onder druk staat, gekenmerkt wordt door onzekerheid en toenemende ongelijkheid. Het SCP schetst een beeld van een samenleving die weliswaar diverse groepen omvat maar worstelt met vertrouwen, ongelijkheid en de spanning tussen overheidsbeleid en de ervaren werkelijkheid van burgers.

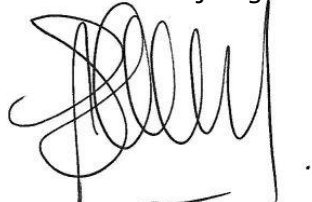
Tegen dit licht vraagt deze tijd om sterke publieke voorzieningen die zorgen voor gezamenlijke ontwikkeling, voor creatieve impulsen en voor ontmoetingen. Juist daarin spelen bibliotheken een belangrijke rol: als laagdrempelige, onafhankelijke en authentieke plekken waar mensen zich kunnen ontwikkelen, elkaar kunnen ontmoeten en mee kunnen blijven doen.

In de afgelopen jaren heeft Bibliotheek Boxtel zich bewezen als een plek waar jong en oud elkaar ontmoeten. Het Informatiepunt Digitale Overheid en het Taalhuis worden goed gebruikt en we leggen de verbinding met de gezinsgerichte aanpak geletterdheid.

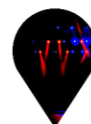
We roepen daarom de formerende partijen in Boxtel op om te blijven investeren in publieke voorzieningen, dichtbij inwoners. Blijvend investeren in de bibliotheek Boxtel is daarmee geen culturele luxe maar een bewuste keuze voor een vaardig en inclusief dorp.

We hopen van harte dat u de keuze maakt om te kiezen voor een sterke bibliotheekvoorziening die bijdraagt aan een samenleving waar iedereen mee kan doen.

Met vriendelijke groet,



Nan van Schendel
Directeur-bestuurder



Wc's: een slecht geregelde eerste levensbehoefte

- **Waarom meer wc's?**
- **Hoe doet het buitenland het?**
- **Wat zijn onze oplossingen?**



mdlfonds

Voorheen Maag Lever Darm Stichting

Waarom zijn er meer wc's buitenshuis nodig?

Sinds 2021 stellen we elk jaar meer dan duizend mensen dezelfde vraag: “Blijft u weleens thuis vanwege het gebrek aan wc's buitenhuis?”

- Elk jaar ligt het antwoord rond de **één op de vier**
- Dit jaar zelfs bijna **één op de drie**, óók onder jongeren
- Bij de twee miljoen buikpatiënten, anderhalf miljoen blaaspatiënten en de 3,8 miljoen ouderen: **de helft**
- Bij rolstoelers/minder mobielen: **drie op de vier(!)**

Waarom zijn er meer wc's buitenshuis nodig?

Inwoners geven Nederland een (dikke) onvoldoende:

- Nederlanders verwachten dat toeristen ons een **5,3** geven.
- Ouderen geven gemiddeld een **4,5**.
- Nederlanders geven hun gemeente een **4,2** (27% geeft een 6 of hoger)
- Volgens onze ranglijst scoren gemeenten gemiddeld een **3,8** (11 gemeenten scoren een 5,5 of hoger)

Waarom zijn er meer wc's buitenshuis nodig?

Er is grote behoefte aan meer wc's buitenshuis:

- Bijna negen op de tien Nederlanders wil meer wc's buitenshuis.
- Vier op de vijf mensen vindt het een (heel) belangrijke taak van hun gemeente.
- Twee derde vindt regelmatig geen wc als ze er een nodig hebben.
- Twee derde wil ook graag een wc in de supermarkt.

Hoe doet het buitenland het?

Hoeveel keer meer *openbare* wc's (dus niet bij horeca of winkels) *per persoon* in:

Groot-Brittanië:

2x

Duitsland:

4x

Frankrijk:

5x

tot

28x

(afhankelijk of je ook wc's in winkelcentra en bij supermarkten meetelt)

Hoe doet het buitenland het?

1



Klein winkelcentrum, Frankrijk

Ook bij supermarkten en buurtwinkelcentra
(in Nederland een uitzondering)

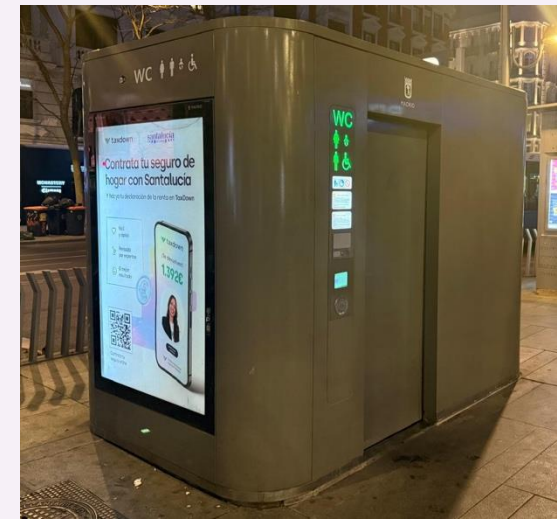
2



Bessines (2700 inwoners), Frankrijk

Ook in kleine dorpen een openbare wc (in
Nederland zelden tot nooit, tenzij ze heel
toeristisch zijn)

3



Madrid, Spanje

Gratis openbare wc's, want naar de wc gaan
is een eerste levensbehoefte waar je niet aan
dient te verdienen (in Nederland bijna altijd
betaald.)

Welke oplossingen zijn er?

1

Neem de wc-norm over:

- Om de 500 meter in drukke voetgangersgebieden, buurtwinkelcentra, parken en recreatiegebieden
- Om de 5 km langs wandelroutes
- Om de 25 km langs fietsroutes

Meer weten?
wcbeleid@mdlfonds.nl

2

Maak wc's vindbaar via de WC Wijzer-app :



Download on the
App Store



GET IT ON
Google Play

Hoe meer wc's in de app, des te hoger komt je gemeente op de WC-Ranglijst! Alle wc's die op 1 oktober in de app staan tellen mee.

Meer info:
wcwijzer@mdlfonds.nl

3

Neem een wc-paragraaf op in de Lokale Inclusie Agenda (LIA), mét geld voor openbare wc's.

We hebben vaak ook in jouw gemeente ervaringsdeskundige lokale Toiletambassadeurs die graag over de LIA meedenken.

Mail ons hiervoor op:
wcbeleid@mdlfonds.nl



Geacht gemeenteraadslid,

Namens de sportsector feliciteren wij u van harte met uw plek in de nieuwe gemeenteraad en met het vertrouwen dat u van de inwoners hebt gekregen. De komende vier jaar maakt u, in een tijd vol beweging en verandering, in uw gemeente het verschil. Daarin staan we samen voor grote maatschappelijke opgaven op het gebied van de houdbaarheid van de zorg, leefbaarheid, kansengelijkheid en duurzaamheid.

Te midden van dat speelveld staat onze gezondheid onder druk, bewegen we te weinig en is de toegankelijkheid van sport niet vanzelfsprekend. Dat is zorgelijk, want de fysieke en mentale vitaliteit van uw inwoners is een groot goed. Sporten en bewegen is dan ook cruciaal. Sport inspireert, brengt mensen samen en maakt Nederland weerbaar en veerkrachtig.

Sport gaat niet vanzelf

Met 10 miljoen sporters én met de inzet van vrijwilligers, sportclubs, sportprofessionals en buurtsportcoaches is de impact van sport enorm. Juist ook voor de eerdergenoemde maatschappelijke opgaven waar we als samenleving voor staan. En uw gemeente is daarbij voor ons een onmisbare partner. Elke euro die u in een sportieve gemeenschap investeert, rendeert.

Nu is het moment om sport en bewegen stevig te verankeren in het gemeentelijk beleid. Sport heeft weliswaar een sterk zelf-organiserend vermogen, maar sport gaat niet vanzelf. Daarom roepen wij u op, of u nu in de coalitie of oppositie zit: kom in beweging voor een gezonde, veilige en sportieve gemeente.

Onze aanbevelingen:

1. Ruimte voor sport en bewegen

Geef inwoners toegang tot groene, beweegvriendelijke omgevingen en duurzame sportplekken. Zorg voor voldoende sportvoorzieningen door te werken met een richtlijn voor sport in ruimtelijk beleid, zodat sport en bewegen vanzelfsprekend worden meegenomen bij de inrichting van uw gemeente. Sportlocaties zijn ook een kans om andere opgaven een plek te geven, zoals zorg, onderwijs, energietransitie, en biodiversiteit.

2. Verbind het lokale sportnetwerk met andere netwerken

Stimuleer samenwerking tussen sportclubs, onderwijs, zorg, welzijn en het sociaal domein. Ontzorg de vele vrijwilligers en investeer in beroepskrachten, zoals buurtsportcoaches en clubkadercoaches, die het verschil maken in de samenwerking met zorg en onderwijs, in de wijk en op verenigingen.

3. Zorg voor gelijke sportkansen

Heb in uw sportbeleid oog voor diegene die nog niet meedoen. Maak sport voor iedereen van waarde met gericht en toegankelijk stimuleringsbeleid, begrijpelijke regelingen en een sociaal vangnet voor inwoners die steun nodig hebben. Zorg dat deze regelingen eenvoudig vindbaar en te gebruiken zijn. Iedere inwoner verdient de kans om mee te doen, ongeacht inkomen, beperking, leeftijd of achtergrond.

Benut de waarde van sport

Sporten is leuk, gezond en belangrijk om te doen. Vele inwoners in uw gemeenten sporten graag. En sport levert een bewezen, effectieve en betaalbare bijdrage aan maatschappelijke uitdagingen op het gebied van gezondheid, jeugd, onderwijs, veiligheid en welzijn. Door sport en bewegen structureel op te nemen in meerdere beleidsterreinen, benut u de verbindende kracht van sport, die zo belangrijk is voor sterke en leefbare gemeenten. Lokale sportaanbieders staan klaar om samen met u aan de slag te gaan.

Politiek, kom in beweging. Sport gaat niet vanzelf.

Voor meer informatie zie: sportgaatnietvanzelf.nl

Met vriendelijke groet,

Marc van den Tweel

Algemeen Directeur-Bestuurder NOC*NSF

Ruben Buijserd

Directeur Maatschappelijke Organisaties Sport

Lodewijk Klootwijk

Directeur-bestuurder Platform Ondernemende Sportaanbieders

Brigitte Musters

Voorzitter Sportkracht12

Vincent Thijssen

Voorzitter Sportbedrijven Nederland

Jan Dirk van der Zee

Directeur-bestuurder Koninklijke Nederlandse Voetbalbond



Erfgoedbehoud stimuleren

Van harte gefeliciteerd met uw benoeming als gemeenteraadslid! U gaat aan de slag met lokale opgaven rondom wonen, leefbaarheid en veiligheid. Als Raadslid heeft u nu een belangrijke rol bij het behoud van het cultureel erfgoed in uw gemeente. Monumenten waarin gewoond, gewerkt of ontspannen wordt. Parken en tuinen waarin gewandeld wordt. Molens, kastelen, gemalen en boerderijen die niet alleen een toeristische motor voor ons land zijn, maar die ook een oplossing kunnen bieden voor de woningnood, door leegstaande gebouwen een nieuwe bestemming te geven.

Als raadslid kunt u actief bijdragen aan het behoud van monumenten en het groene erfgoed in uw gemeente. Denk aan het verbeteren van procedures rondom vergunningen, het beschikbaar stellen van onderhouds- of restauratiesubsidies en de borging van erfgoed in bestemmingsplannen.

Een sterke erfgoed- en restauratieketen is gebaat bij een gemeentelijk bestuur dat haar erfgoed en monumenten niet alleen ondersteunt met financiële middelen, maar ook het - op dit moment kwijnende - vakmanschap en vakonderwijs ruim baan geeft en steunt. Een overheid die serieus werk maakt van de mogelijkheden die herbestemming van monumenten biedt voor nieuwe woonlocaties. En een overheid die zij aan zij staat met de erfgoedsector waar het gaat om innovatie, verduurzaming en klimaatbestendigheid.

Raadsleden kunnen erfgoedbehoud stimuleren door:

- **Vergunningprocedures te stroomlijnen**
- **Monumenteigenaren informeren, bijvoorbeeld over subsidies en gecertificeerde bedrijven**
- **Slecht werkende regelingen te verbeteren**
- **Handhaving om verval te voorkomen**
- **Herbestemming voor woonfunctie te bevorderen**
- **Ontbrekende kennis bij de sector te zoeken**



Het cultureel erfgoed in Nederland bepaalt voor een belangrijk deel onze identiteit. Toch staan veel monumenten onder druk. Er zijn wel richtlijnen voor het bevorderen restauratiekwaliteit (meestal gebaseerd op ERM-richtlijnen), maar veel gemeenten hebben een tekort aan kennis, capaciteit of onvoldoende budget hiervoor beschikbaar gesteld om hier een extra impuls aan te geven. Dat is een gemiste kans, want uw gemeente speelt een cruciale rol bij erfgoedrestauratie als eerste aanspreekpunt, vergunningverlener en wegwijzer naar financiële steun.

Gaat u aan binnen de gemeenteraad aan de slag met cultureel erfgoed en monumenten in uw portefeuille? Weet dan dat u op dit gebied veel mogelijk kunt maken en dat u voor zowel de eigenaren als de restauratiebedrijven veel kunt betekenen.

Samen maken we uw gemeente mooier en zorgen we voor meer aandacht voor het cultureel erfgoed.

Samen, anders kan het niet! Wij gaan graag met u hierover in gesprek om samen de schouders eronder te zetten.

Bekijk [hier](#) een recent onderzoek van Stichting ERM over de arbeidsmarkt, waarin het belang van samenwerking onderstreept wordt.

Met vriendelijke groet,

Christian Braak en Wim van der Maas
Stichting Erkende Restauratiekwaliteit Monumentenzorg
(Stichting ERM, als kwaliteitsborger de spil van monumentenbehoud in Nederland).

info@stichtingerm.nl

Mede namens organisaties van monumenteneigenaren, bouwbedrijven en restauratiearchitecten, rijks-, provinciale en gemeentelijke monumenteneigenaren en toezichthoudende diensten die bij ERM betrokken zijn.

Geachte raadsleden,

In de komende periode werkt u aan de vorming van een nieuwe coalitie en aan de koers voor de komende bestuursperiode. Met deze brief vraagt de Stichting Kennisalliantie Bedrijventerreinen Nederland (SKBN) uw aandacht voor een onderwerp dat vaak als economisch of sectoraal wordt benaderd, maar in de kern raakt aan brede welvaart en leefbaarheid: de ontwikkeling van bedrijventerreinen en andere werklocaties.

SKBN is hét onafhankelijke landelijke netwerkplatform voor kennisdeling, samenwerking en beleidsinput op het gebied van fysieke werklocaties. Wij brengen gemeenten, regio's, kennisinstellingen en marktpartijen samen om te werken aan robuuste, duurzame en economisch vitale werklandschappen.

Werklocaties: meer dan economie alleen

Bedrijventerreinen vormen de basis van de lokale economie, maar hun betekenis reikt verder dan economische cijfers. Zij bieden werkgelegenheid voor een brede groep inwoners, dragen bij aan vakmanschap en innovatie en zijn randvoorwaardelijk voor het functioneren van voorzieningen, voor het lokale sport- en verenigingsleven, voor logistiek en de maakindustrie. Goed functionerende werklocaties versterken daarmee niet alleen de lokale economie, maar ook de leefbaarheid. Daarnaast dragen bedrijventerreinen bij aan de oplossing van belangrijke maatschappelijke opgaven zoals de energietransitie, klimaat en circulariteit. Voldoende ruimte op bedrijventerreinen maakt bovendien woningbouw mogelijk, doordat bedrijven van te transformeren locaties kunnen worden verplaatst.

Tegelijkertijd staan veel bedrijventerreinen onder druk door veroudering, ruimtegebrek en grote transitie op het gebied van energie, klimaat en circulariteit. In de praktijk betekent dit onder meer beperkte uitbreidingsruimte voor bedrijven, knelpunten in de energievoorziening, verouderde gebouwen en een toenemende druk op bereikbaarheid. Hierdoor komt juist de ruimte voor innovatieve bedrijvigheid onder druk te staan, terwijl die essentieel is om de economische weerbaarheid te versterken, arbeidsproductiviteit te verhogen en economische risico's op te vangen. Zonder gerichte aandacht lopen bedrijven vast in hun ontwikkeling, bijvoorbeeld door gebrek aan uitbreidingsruimte, onvoldoende energiecapaciteit of een verouderde inrichting van terreinen. Dit raakt niet alleen ondernemers, maar ook werkgelegenheid en kansen voor inwoners. Het toekomstperspectief van deze locaties vraagt daarom om duidelijke bestuurlijke aandacht en consistente keuzes in de nieuwe coalitieagenda's.

Schaarse ruimte vraagt om bewuste keuzes

Naast het verbeteren en intensiveren van bestaande werklocaties speelt ook de vraag naar nieuwe ruimte voor economische activiteiten. De ruimte voor werken is schaars en staat onder druk door concurrerende claims voor wonen, natuur en infrastructuur, terwijl de vraag naar ruimte voor bedrijvigheid blijft groeien.

Uit landelijke analyses, waaronder de Ruimtelijk-Economische Verkenning van het ministerie van Economische Zaken, blijkt bovendien dat 30% van de nationale werkgelegenheid en 40% van het bruto binnenlands product op slechts 2,5 % van het totale oppervlak wordt verdiend. Ook daarom is de manier waarop gemeenten omgaan met ruimte voor werken van strategisch belang.

Zonder tijdige en samenhangende keuzes ontstaat het risico dat economische functies worden verdrongen, bedrijven uitwijken naar minder geschikte locaties of de gemeente (of regio) verlaten. Het zorgvuldig programmeren van nieuwe werklocaties, in samenhang met herstructurering van bestaande terreinen en regionale afspraken, is daarom essentieel om economische vitaliteit en brede welvaart te behouden.

Coalitievorming als beslismoment

De opgaven op werklocaties zijn complex en vaak langjarig. Herstructurering, verduurzaming en uitbreiding vragen om investeringen, samenwerking en bestuurlijke continuïteit. Besluiten die in deze bestuursperiode worden genomen, verruimen de handelingsruimte in latere jaren.

SKBN ziet landelijk dat gemeenten zich in verschillende fasen bevinden: sommige zijn al gestart met uitvoering en herstructurering, andere werken nog aan visie- en beleidsvorming of staan aan de vooravond van nieuwe keuzes. Juist daarom is de coalitievorming een bepalend moment: hier worden prioriteiten gesteld en wordt vastgelegd welke rol werklocaties krijgen in relatie tot economie, ruimte en brede welvaart.

De rol van gemeenten

Gemeenten zijn bepalend voor het toekomstperspectief van werklocaties. Niet door alles zelf te doen, maar door richting te geven, keuzes te maken en samenwerking mogelijk te maken. Dat vraagt om regie op ruimtegebruik, het verbinden van publieke en private partijen en publieke inzet waar herstructurering en verduurzaming anders niet van de grond komen. Veel opgaven stoppen bovendien niet bij de gemeentegrens; regionale samenwerking is daarom noodzakelijk.

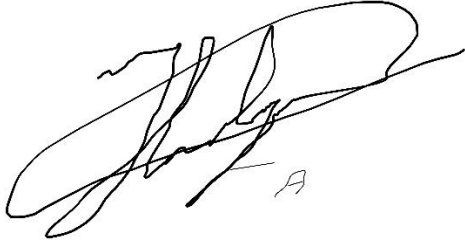
Oproep aan u als gemeenteraad

Wij vragen u om in de coalitievorming expliciet richting te geven aan de toekomst van werklocaties door vast te leggen:

- hoe bestaande werklocaties worden behouden, vernieuwd en toekomstbestendig worden gemaakt;
- waar en onder welke voorwaarden ruimte wordt gereserveerd voor nieuwe economische activiteiten;
- dat bij besluiten over werklocaties expliciet wordt meegewogen wat dit betekent voor lokale banen, ondernemerschap, voorzieningen en de leefomgeving;
- hoe randvoorwaarden zoals energie-infrastructuur, netcapaciteit, bereikbaarheid, verduurzaming en water tijdig en samenhangend worden meegenomen en kunnen bijdragen aan de oplossing voor de gehele gemeenschap;
- hoe samenwerking op werklocaties wordt georganiseerd en uitvoering daadwerkelijk van de grond komt;
- en hoe dit alles regionaal wordt afgestemd.

Door nu duidelijke keuzes te maken over ruimte voor werken, legt u de basis voor brede welvaart en een toekomstbestendige (lokale en regionale) economie. SKBN denkt graag met u mee en deelt kennis en praktijkervaringen die gemeenten helpen deze keuzes goed te onderbouwen.

Met vriendelijke groet,
Stichting Kennisalliantie Bedrijventerreinen Nederland



Frank Hazeleger
voorzitter SKBN



11-puntenplan Voor vitale stads- en dorpscentra

Inhoudsopgave

Inleiding	9
1. Ontwikkel één integrale Binnenstadagenda	11
2. Investeer in de levendige binnenstad én wijkcentra	12
3. Aanpak leegstand en transformatie	13
4. Bereikbaarheid en logistiek	14
5. Zorg voor sterk aanbod van cultuur en evenementen	15
6. Veilig ondernemen en weerbaarheid	16
7. Arbeidsmarkt en onderwijs	17
8. Redelijke lokale lasten	18
9. Verduurzaming die haalbaar is	19
10. Toegankelijke binnenstad voor iedereen	20
11. Behoud voorzieningen in grensgemeenten	21
Colofon	24

Inleiding

De binnenstad of dorpskern¹ is het kloppend hart van elke gemeente. Het is de plek waar mensen wonen, werken, hun dagelijkse boodschappen doen en winkelen, elkaar ontmoeten en hun vrije tijd doorbrengen. Ondernemers spelen hier een sleutelrol. Vooral ondernemers in de retail- en de gastvrijheidssector – (food en non-food) winkels, restaurants, cafés, hotels, bioscopen, sportvoorzieningen, poppodia, organisatoren van evenementen - en culturele voorzieningen zorgen er elke dag voor levendigheid, voorzieningen én banen.

Een vitale binnenstad of dorpskern draagt bij aan veiligheid, sociale samenhang en weerbaarheid van de lokale samenleving. Het betekent meer ogen op straat, meer ontmoeting en meer onderlinge betrokkenheid.

In veel binnensteden en dorpskernen gaat het goed, maar lang niet overal. Leegstand, afnemen van de bereikbaarheid, veiligheidsproblemen en eenzijdig aanbod zetten de kwaliteit onder druk. Dat raakt niet alleen ondernemers, maar ook bewoners en bezoekers.

Daarom presenteren MKB-Nederland en VNO-NCW dit concrete 11-puntenplan voor de binnenstad en dorpskern. Het plan is gericht op de bestuurders en laat zien wat nodig is en hoe de punten samen opgepakt kunnen worden met de ondernemers, vastgoedeigenaren, maatschappelijke instellingen, raadsleden én bewoners. Publiek-private samenwerking is onmisbaar en kan het verschil maken.

Dit plan is nadrukkelijk bedoeld als input voor de nieuwe lokale coalitieakkoorden die na de gemeenteraadsverkiezingen van 18 maart 2026 aanstaande worden gesloten.

Wat bieden ondernemers

Ondernemers zijn niet alleen de motor van de economie en werkgelegenheid, maar ook de drijvende kracht achter de lokale gemeenschap. Ze voegen juist maatschappelijk veel waarde toe. De zorg en betrokkenheid die ondernemers voelen bij hun directe omgeving, voelen ze ook voor het welzijn en de ontwikkeling van hun eigen mensen en hun gemeenschap. Inwoners vinden er hun eerste baan of stageplek. Voor anderen zijn de praatjes met de verkoopmedewerkers bij de dagelijkse boodschappen een recept tegen vereenzaming voor velen. Ondernemers sponsoren lokale verenigingen en initiatieven en zijn actief in allerlei lokale besturen. Ze investeren in duurzaamheid, vernieuwing, veiligheid en bieden werk aan mensen met een afstand tot de arbeidsmarkt.

Ondernemers willen ook investeren in en bijdragen aan de ambities van het gemeentebestuur, maar hebben daarvoor duidelijke keuzes en betrouwbare partners nodig. Dit 11-puntenplan helpt gemeenten om, samen met ondernemers en bewoners, te bouwen aan binnensteden die klaar zijn voor de toekomst. Zodat onze binnenstadondernemers de ruimte krijgen om te doen waar ze goed in zijn, en dat is uiteindelijk goed voor ons allemaal.

¹ Overal waar 'binnenstad' staat, wordt ook bedoeld de dorpskern, en de diverse wijkwinkelcentra van (middelgrote) gemeenten.

ONDERZOEK NAAR DE MAATSCHAPPELIJKE BIJDRAGE VAN ONDERNEMERS IN HET MKB LAAT ZIEN:

- **74%** doet aan sponsoring (geld, uren, middelen) van het lokale verenigingsleven en maatschappelijke organisaties en activiteiten in de regio.
- Ze dragen daar jaarlijks voor **1,5 miljard** euro aan bij.
- **64%** geeft aan dat het bedrijf een grotere rol in de samenleving vervult dan puur economisch en andere prioriteiten/ activiteiten heeft dan alleen 'geld verdienen'
- **69%** zet zich actief in voor de leefbaarheid, veiligheid en sociale cohesie van de lokale gemeenschap
- **70%** betaalt voor medewerkers de kosten van cursussen en studies ten behoeve van loopbaanontwikkeling en **63%** biedt de mogelijkheid om die onder werktijd te volgen.
- Zo'n **40%** biedt medewerkers hulp bij financiële problemen en stelt werktijd beschikbaar voor het verrichten van mantelzorg.
- Gemiddeld heeft élk mkb-bedrijf een **stageplaats/leerwerkbaan** en draagt zo bij aan de (vak)opleiding van jonge mensen.
- Ruim **1 op de 5** heeft mensen met een afstand tot de arbeidsmarkt in dienst. Bijna een kwart heeft dat de afgelopen twee jaar gehad.

Bron: Panteia, De maatschappelijke waarde van het mkb, november 2023, i.o.v. MKB-Nederland



Ontwikkel één integrale Binnenstadagenda

Ondernemers in binnensteden en dorpskernen hebben te maken met versnipperd beleid. Regels voor retail, horeca, cultuur, toerisme, sport, evenementen en wonen worden vaak afzonderlijk ontwikkeld. Meerdere wethouders gaan immers over al deze beleidsonderwerpen die in het centrum van de gemeente tot leven moeten komen.

Hierdoor ontbreekt samenhang en voorspelbaarheid, wat investeringszekerheid belemmert, de samenhang van winkels en voorzieningen tegenwerkt wat de toekomstbestendigheid van het gebied onder druk zet.

Vooraf ondernemers in de retail- en gastvrijheidssector lopen hier tegenaan. Zij zorgen juist voor dagelijks gebruikte voorzieningen, ontmoeting en werkgelegenheid in de binnenstad, maar ervaren te weinig ruimte om te ondernemen. Zonder duidelijke keuzes neemt de kwaliteit en aantrekkelijkheid van de binnenstad (verder) af.

WAT VRAGEN WE VAN DE GEMEENTE

- Ontwikkel samen met ondernemers één integrale binnenstadagenda. Het Omgevingsprogramma, een concreet actieplan onder de Omgevingswet, is het passende instrument.
- Benoem één bestuurlijk verantwoordelijke wethouder met budget.
- Richt één herkenbaar aanspreekpunt in voor ondernemers, bijvoorbeeld een centrummanager.
- Ga structureel periodiek in overleg met ondernemersverenigingen in de binnenstad.
- Maak onderscheid tussen de belevingsfunctie per type winkelgebied. Bijvoorbeeld tussen de binnenstad en de dagelijkse boodschappenfunctie van wijkcentra.

2

Investeer in de levendige binnenstad én wijkcentra

Een levendige binnenstad fungeert als het kloppend hart van de lokale economie, cultuur en sociale interactie. Het transformeert een centrum van een pure winkellek naar een ontmoetingsruimte ('de huiskamer van de stad') waar mensen wonen, werken en ontspannen. Een aantrekkelijk centrum trekt meer bezoekers van buiten, verlengt hun verblijf en verhoogt de omzet van horeca, winkels en culturele instellingen. Ook is het vaak een broedplaats voor werk en innovatie. Tegelijk versterkt een bruisend centrum de sociale samenhang. Door de mix van wonen, werken en ontspannen ontstaat er continu activiteit op straat en dat vergroot ook het gevoel van veiligheid. Een sterke binnenstad geeft de stad bovendien een herkenbare identiteit. Die unieke beleving trekt niet alleen bewoners, maar ook toeristen. Juist in een tijd van online winkelen maakt die ervaring het verschil.

Een levendig centrum maakt de stad ook duurzamer en toekomstbestendig. Meer ruimte voor voetgangers en fietsers zorgt voor een schonere en prettigere leefomgeving. Door functies zoals wonen, winkels en (maatschappelijke en/of zorg) voorzieningen slim te combineren ontstaat een veerkrachtig hart van de stad dat klaar is voor de toekomst.

WAT VRAGEN WE VAN DE GEMEENTE

- Investeer in citymarketing.
- Investeer in een schone, aantrekkelijke openbare ruimte, met voldoende groen voor verkoeling, fietsenstallingen, kort parkeermogelijkheden (incl. laden en lossen), prullenbakken en dergelijke.
- Maak afspraken, bijvoorbeeld in een convenant, met pachters en pandeigenaren over de uitstraling van panden (gevelreclame), veiligheid op straat, zwerfafval en dergelijke. Een aantrekkelijke binnenstad verhoogt ook de waarde van vastgoed.
- Faciliteer de oprichting van een Bedrijveninvesteringszone (BIZ), bijvoorbeeld met een winkelstraatmanager.
- Maak functiemenging in de straat expliciet mogelijk.
- Zorg voor een ruimer terrassenbeleid. Denk aan meer locaties voor terrassen en/of langere openingstijden bij mooi weer (boven de 20 graden).
- Maak uitgaan in de avond en nacht mogelijk op een veilige en gezellige manier, bij voorkeur zonder verplichte sluitingstijden of met gespreide sluitingstijden om overlast te beperken. Stel een Nachtvisie op, samen met ondernemers en culturele instellingen.
- Zorg voor een gevarieerd aanbod van cultuur, evenementen en festivals, zie punt 5.

De Bedrijveninvesteringszone (BIZ) is een wettelijk instrument waarmee ondernemers en/of vastgoedeigenaren gezamenlijk investeren in hun binnenstad of dorpskern. Na een draagvlakmeting heft de gemeente een bijdrage bij alle partijen in het afgebakende gebied - de opbrengst wordt volledig ingezet voor een gezamenlijk activiteitenplan. De BIZ voorkomt free rider-gedrag en kan zorgen voor structurele financiering van centrummanagement, marketing, veiligheid en gebiedsontwikkeling. Daarmee vormt de BIZ de praktische uitvoeringsmotor van de binnenstadagenda.

3

Aanpak leegstand en transformatie

Ongebruikte panden, onder meer als gevolg van faillissementen en pensionering van ondernemers, zetten de aantrekkelijkheid van binnensteden en dorpskernen onder druk. Leegstand vermindert de levendigheid in het gebied, draagt bij aan een gevoel van onveiligheid en inwoners verliezen hun gevoel van verbondenheid. Actieve regie op herontwikkeling van leegstaande panden ontbreekt vaak.

Dit vraagt om een gebiedsgerichte leegstands-aanpak met actieve regie en ruimte voor hergebruik en functiemenging. In aanloop naar het nieuwe Omgevingsplan kan een Omgevingsprogramma helpen bepalen hoe een toekomstbestendige binnenstad of wijk eruitziet. De Impulsaanpak Winkelgebieden heeft goede voorbeelden opgeleverd van al 42 gemeenten (klein en groot) die de transformatie van winkel naar woning, vergroening en verbetering van het centrum met succes hebben opgepakt.

WAT VRAGEN WE VAN DE GEMEENTE

- Voer actieve regie op leegstand, te beginnen met de leegstandsverordening, een gemeentelijke regeling die eigenaren verplicht leegstand van woningen of panden (vaak na 6 maanden) te melden, waarna het gesprek met stakeholders in de winkelstraat kan plaatsvinden.
- Stimuleer wonen boven winkels.
- Stem detailhandelsbeleid regionaal af.
- Maak tijdelijke invulling van leegstaande panden juridisch en praktisch eenvoudig.
- Leer van de Impulsaanpak Winkelgebieden.
- Schrap lokale regels die het verbouwen van (bijvoorbeeld monumentale) winkelpanden belemmeren. Verbouwing is vaak noodzakelijk om rendabel te kunnen exploiteren, bijvoorbeeld door van kleine(re) panden te verbinden.
- Overweeg ook het opkopen van lege winkelpanden om er een fietsenstalling voor bezoekers te realiseren.

Voorbeeld Tilburg. De leegstand rondom het Koningsplein is de afgelopen jaren sterk toegenomen en de uitstraling is verouderd. Het projectgebied 'Koningswei' richt zich op de herontwikkeling van het plein en het verouderde vastgoed aan de zuidoostkant van het plein. Onderdeel van het project zijn de sloop en sanering van circa 4.400 m² aan retail en 158 woningen. Hiervoor komen 367 appartementen, horeca, een kantoor en een zorggastenhuis in de plaats. De parkeergarage dichtbij wordt heringericht als stadspark.



Bereikbaarheid en logistiek

Handel en logistiek zijn onmisbaar voor een goed functionerende en vitale gemeente en binnenstad. Van ziekenhuizen en winkels, tot culturele instellingen en scholen: ze zijn allemaal afhankelijk van efficiënte logistiek en goede bereikbaarheid. Ondernemers willen hun bevoorrading efficiënt, duurzaam en toekomstbestendig organiseren. Venstertijden, zero-emissiezones en uiteenlopende lokale regels maken dit in de praktijk complex. Horeca en versspeciaalzaken vragen vaker maatwerk in verband met versheid en voedselveiligheid.

Ondernemers hebben vaak creatieve oplossingen door samen te werken in de logistieke keten, goederenstromen te bundelen, te investeren in schoner vervoer en gebruik te maken van logistieke hubs. Zo dragen zij actief bij aan minder verkeersdrukke en schonere stadscentra.

Voor de dagelijkse boodschappen komen klanten lopend, met de fiets én auto. Voor het behoud van de verswinkels en onder meer horeca-aanbod in het centrum blijft voldoende parkeergelegenheid cruciaal.

WAT VRAGEN WE VAN DE GEMEENTE

- Zero emissie-zones moeten uitvoerbaar zijn voor ondernemers, zodat binnensteden bereikbaar blijven. Kies voor het hanteren van kwaliteitscriteria bij de invoering van zero emissie-zones. Deze criteria moeten o.a. borgen dat er voldoende laadinfrastructuur aanwezig is, in de binnensteden en omliggende gemeenten.
- Betrek ondernemers bij de invoering van zero emissie-zones om een goede balans te kunnen vinden tussen bereikbaarheid, duurzaamheid en uitvoerbaarheid.
- Borg voldoende laad- en losruimte voor bestel- en bedrijfsauto's én vrachtwagens.
- Stel venstertijden samen met ondernemers vast.
- Zorg voor voldoende betaalbare parkeermogelijkheden en goede bereikbaarheid, niet alleen voor bewoners en winkelbezoekers maar ook voor deelnemers en bezoekers van activiteiten in de binnenstad.
- Plan werkzaamheden in de openbare ruimte zorgvuldig en slim in, zodat bedrijven bereikbaar blijven, en informeer hier tijdig over.
- Verbeter fietsinfrastructuur zonder autobereikbaarheid volledig te beperken



Zorg voor sterk aanbod van cultuur en evenementen

Niet alleen horeca en retail, ook cultuur en evenementen zijn magneten voor bezoekers én bedrijven. Evenementen trekken mensen uit hun huizen en naar de stad en zorgen voor saamhorigheid. Die stroom bezoekers zorgt direct voor volle terrassen en drukte in de winkelstraten. Maar de impact gaat dieper: een stad met een rijk cultureel aanbod is een magneet voor talent. Bedrijven vestigen zich sneller op plekken waar hun werknemers na werktijd kunnen genieten van een concert, expositie of festival. Cultuur is daarmee geen kostenpost, maar een economische investering.

WAT VRAGEN WE VAN DE GEMEENTE

- Het organiseren van een evenement of festival is tegenwoordig zo ingewikkeld geworden, dat de kosten enorm zijn gestegen en er steeds meer vrijwilligers nodig zijn. Vereenvoudig het evenementenbeleid om een gevarieerd aanbod te behouden. Een evenementenvergunning is geen afvinklijstje, maar maatwerk. Veiligheid staat voorop, maar verkeersregelaars en externe beveiligers zijn echt niet altijd nodig.
- Stel een fulltime evenementencoördinator aan die organisatoren van niet-commerciële evenementen ondersteunt en voor alle evenementen als spin in het web fungeert tussen diverse afdelingen, brandweer, politie en boa's.
- Evenementen tot 200 bezoekers kunnen worden vrijgesteld van een vergunning, zoals in Amsterdam het geval is. Uiteraard vindt wel overleg plaats met de gemeente.
- Voer voor jaarlijks terugkerende evenementen een lichtere vergunningstoets in, als het draaiboek weinig verandert.
- Stel een Cultuurvisie op die recht doet aan de economische meerwaarde van cultuur.
- Ondersteun ondernemers bij activiteiten die gericht zijn op het versterken van het gemeenschapsgevoel in buurt en wijkcentra.



Veilig ondernemen en weerbaarheid

Ondernemers hebben te maken met (gewelddadige) diefstal, verwarde personen, ondermijning en cybercriminaliteit. Ook nemen de agressie en verharding in het straatbeeld toe en die wandelen van de straat de winkel en de horecazaak binnen. Een veilige omgeving voor ondernemers, medewerkers en bezoekers is een basisvoorwaarde voor een vitale binnenstad en een aantrekkelijk ondernemersklimaat. Ondernemers investeren zelf veel in preventie en weerbaarheid: zij werken samen in collectieve veiligheidsinitiatieven, delen signalen, versterken hun digitale beveiliging en maken afspraken over sociale veiligheid in winkelgebieden en horecagebieden. Via onder meer Keurmerk Veilig Ondernemen-trajecten en samenwerking binnen het Platform Veilig Ondernemen nemen zij actief verantwoordelijkheid voor een veilige omgeving. Zij kunnen dit maatschappelijke probleem echter niet alleen aan. Alleen in goede samenwerking tussen gemeente en onder meer politie kan criminaliteit effectief worden teruggedrongen en kan de binnenstad veilig en aantrekkelijk blijven.

WAT VRAGEN WE VAN DE GEMEENTE

- Zorg voor zichtbare handhaving en borg snelle opvolging van meldingen.
- Binnen de Veiligheidsregio helpen uniformering van de aangifte, prioritering van afhandeling én voldoende capaciteit bij politie en Openbaar Ministerie.
- Brede samenwerking in het Platform Veilig Ondernemen met een uitvoerbaar jaarplan.
- Ondermijning: ga gesprekken aan met ondernemers over de ontwrichtende werking van ondermijning (dit uit zich o.a. door afpersing, geweld en explosieven).
- Ontwikkel samen een weerbaarheidsplan specifiek voor de binnenstad met aandacht voor bewoners, ondernemers en bezoekers, gebaseerd op de landelijk opgestelde handreiking voor de diverse scenario's (bijvoorbeeld uitval van stroom of dataverkeer).
- Zet in op maatwerk bij handhaving: pak overlast in de openbare ruimte aan, maar leg de nadruk niet op kleine administratieve fouten van ondernemers.
- Verbeter veiligheid via verlichting en herinrichting van donkere of onoverzichtelijke plekken.



Arbeidsmarkt en onderwijs

Werk betekent meer dan alleen inkomen. Het geeft mensen eigenwaarde, zelfstandigheid en een actieve rol in de samenleving. In een inclusieve maatschappij heeft iedereen de kans om te werken, op een passend niveau en in een geschikte functie. Gemeenten spelen hierin een sleutelrol, samen met ondernemers. Juist lokaal gewortelde ondernemers met een winkelambacht (kapper, bakker, slager, of bijvoorbeeld schoenherstellers) leiden jongeren via het beroepsonderwijs (BBL-trajecten) op tot een startkwalificatie die kansen biedt op de arbeidsmarkt.

Er is echter een mismatch tussen vraag en aanbod op de arbeidsmarkt. Vooral bij ondernemers in de retail en gastvrijheid liggen kansen voor werkzoekenden. Versterk daarom de aansluiting tussen onderwijs, werkgeversdienstverlening en ondernemers.

Houd regelingen en subsidies eenvoudig en toegankelijk: duidelijke, overzichtelijke ondersteuning helpt kandidaten én werkgevers. Vooral kleine werkgevers raken nu de weg kwijt in hun zoektocht naar de juiste ondersteuning.

WAT VRAGEN WE VAN DE GEMEENTE

- Laat Werkgevers Service Punt en UWV kennismaken met de ondernemers in de retail en gastvrijheidssector zodat een stevige relatie ontstaat.
- Zet in op zij- en herinstromers en stem af met (beroeps)onderwijs dat er meer dan twee instroommomenten per jaar zijn.
- Houd regelingen en subsidies eenvoudig en toegankelijk.
- Maak werkzoekenden goed vindbaar voor ondernemers.
- Zorg dat de profielen en vaardigheden van mensen in de kaartenbakken van de gemeente goed in beeld gebracht zijn voor werkgevers.

8

Redelijke lokale lasten

De winstgroei in het mkb daalt al jaren en is voor bedrijven tot 50 werknemers – en dat zijn veruit de meeste – het laagst. Ondernemers kunnen de hogere kosten, van energie, lonen, huur en grondstoffen, niet volledig doorberekenen in hun prijzen. Het is belangrijk hier als gemeente rekening mee te houden bij het vaststellen van de lokale belastingen, leges en heffingen (toeristenbelasting, retributiebelasting, reclamebelasting, precario, OZB en parkeerbelasting). Ondernemers investeren graag mee in goed onderhouden winkel- en horecagebieden. Maar in binnensteden zijn veel kleine bedrijven gevestigd, waar hard gewerkt wordt om het hoofd boven water te houden. Wentel tegenvallende inkomsten daarom niet af op ondernemers, maar op het eigen apparaat door doelmatiger te werken. Voorkom zoveel mogelijk de stijging van lokale lasten voor een robuuste lokale economie. Dat wordt ook sterker van een op het MKB gericht passend inkoop -en aanbestedingsbeleid: koop zoveel mogelijk lokaal/regionaal in.

WAT VRAGEN WE VAN DE GEMEENTE

- Voorkom lastenverhogingen en stem lasten regionaal af.
- Oormerk opbrengsten zoals reclamebelasting via BIZ-constructies en centrummanagement.
- Overweeg het afschaffen van inefficiënte heffingen die veel uitvoeringskosten kennen (zoals afzonderlijke precario-, reclame- of kleine vergunningheffingen).
- Maak duidelijke meerjarenafspraken over leges en tarieven voor vergunningen voor bijvoorbeeld bouwaanvragen, terrassen, parkeren, reiniging; verhoog deze niet boven inflatie en zorg dat ondernemers weten waar ze aan toe zijn.



Verduurzaming die haalbaar is

De klimaat- en energietransities behoren tot de grootste uitdagingen van de komende jaren. Samenwerking maakt meer mogelijk. Voer de energietransitie daarom samen met ondernemers uit, zonder lokale koppen op landelijk beleid. Groene initiatieven kunnen de aantrekkelijkheid van de binnenstad en buurt- en wijkwinkelcentra vergroten. Het combineren van praktische winkelbehoeften met duurzame stadsplanning draagt bij aan zowel de ecologische als de sociale duurzaamheid van een wijk of binnenstad.

WAT VRAGEN WE VAN DE GEMEENTE

- Stel geen extra lokale eisen bovenop landelijke afspraken.
- Ondersteun mkb-ondernemers net als inwoners bij verduurzaming: zorg dat ondernemers in onder meer horeca of winkelstraat toegang hebben tot gemeentelijke ondersteuning, zoals energiescans en subsidies.
- Neem ondernemers met vastgoed in de straat mee in de gebiedsgerichte gemeentelijke verduurzamingsaanpak (van isolatie tot en met warmtenet of elektrificering).
- Ontwikkel een versnelde procedure voor vergunningen die bijdragen aan versterking van het stroomnet (zoals voor transformatorhuisjes). Zorg dat zoveel mogelijk procedures gelijktijdig verlopen om tempo te kunnen maken.
- Versoepel regels en procedures voor duurzame initiatieven die het stroomnet ontlasten.
- Houd de kosten voor een Omgevingsvergunning – noodzakelijk voor de verduurzaming van panden – beperkt.
- Faciliteer ruimte voor statiegeldwinkels en inleverlocaties om onnodig zwerfafval te voorkomen.
- Goed afgestemd afvalbeleid en reiniging pakt ongewenst ongedierte en knaag- en plaagdieren aan. Samenwerking met controle-instanties en ondernemers helpt om deze gezamenlijke last aan te pakken.

Toegankelijke binnenstad voor iedereen

Ondernemers willen gastvrij zijn, voor iedereen. Ze investeren in fysieke en digitale toegankelijkheid en passen voorzieningen aan waar mogelijk. Ze doen hun best om hun locatie zo toegankelijk mogelijk te maken, maar lopen hierbij tegen regels, kosten en afstemming aan. Mensen die slechtziend, doof of rolstoelgebonden zijn willen, net als iedereen, zo zelfstandig mogelijk genieten van de binnenstad of dorpskern. Dit kan door samen met ondernemers een toegankelijke (winkel/horeca-) route voor hen te realiseren. De MKB Toegankelijke Routes komen voort uit het programma MKB Toegankelijk van VNO-NCW en MKB-Nederland.

WAT VRAGEN WE VAN DE GEMEENTE

- Maak toegankelijkheid integraal onderdeel van binnenstadbeleid.
- Zorg voor een Toegankelijke Route via <https://www.mkbtoegankelijk.nl/>
- Zorg voor soepele vergunningverlening voor toegankelijkheidsaanpassingen aan winkel- en horecapanden.
- Stel een stimuleringsbudget beschikbaar voor toegankelijkheidsaanpassingen.

Behoud voorzieningen in grensgemeenten

Nederland kent een lange grens van ruim 1000 kilometer met Duitsland en België. Ondernemers in de grensregio's kampen door de stijgende verschillen in de indirecte belastingen zoals btw, accijnzen, verbruiksbelasting en specifiek Nederlands beleid met een ongelijk speelveld. Vanwege de grote prijsverschillen doen Nederlandse consumenten hun dagelijkse inkopen over de grens en gaan niet meer naar een hotel of vakantiepark in eigen land. Door de veel hogere btw op logies zien hotels ook het aantal toeristen uit Duitsland en België al teruglopen. Dat heeft ook impact in de keten: bijvoorbeeld op non-food winkels, restaurants, fietsverhuurders.

Ondernemers in tal van sectoren zien zo hun omzetten steeds verder onder druk komen te staan. De aanwezigheid van (levensmiddelen) winkels, horeca en een benzinepomp is echter van groot belang voor de leefbaarheid van gemeenten, zodat mensen er blijven wonen of komen wonen. Hiermee blijven ook andere voorzieningen behouden zoals scholen, zorg en kinderopvang. Hoewel de landelijke overheid nu aan zet is om de grote verschillen in accijnzen en BTW te beperken kunnen grensgemeenten hun centrumfunctie koesteren door samen met ondernemers te investeren. Bijvoorbeeld door te anticiperen op het aanstaande Gemeenschapsfonds

Het nieuwe Kabinet richt een Gemeenschapsfonds op om voorzieningen zoals buurthuizen, verenigingsgebouwen en dorpswinkels te realiseren en te behouden, samen met overheid, samenleving en bedrijfsleven.

WAT VRAGEN WIJ AAN GRENSGEMEENTEN

- Om te voorkomen dat essentiële en maatschappelijke voorzieningen verdwijnen uit de grensregio's vragen wij samenwerking met ondernemers en de inzet van regionale investeringsagenda's voor de grensregio.
- Houd lokale lasten voor bedrijven laag, en beperk de regeldruk (ook kosten) tot een minimum. Dit helpt ook om ondernemers in de benen te houden.
- Koop lokaal! Zet een Bedrijvenregister op. Dit register is een hulpmiddel om de juiste lokale bedrijven te vinden bij inkoop- en aanbestedingsprojecten.
- Bied lokale ondernemers, inclusief franchisenemers, zoveel mogelijk kansen. Neem in het inkoop- en aanbestedingsbeleid op dat – waar mogelijk – bij enkelvoudig en meervoudig onderhandse aanbestedingen een lokale ondernemer uitgenodigd wordt om een offerte in te dienen.
- Erken het belang van buurt -en wijkwinkelcentra als essentiële basisvoorzieningen voor leefbaarheid en sociale cohesie.

BIJDRAGE VAN DE RETAIL SECTOR IN CIJFERS

Ondernemers in de Retail sector zijn van grote waarde voor ons land. Winkels, webshops, filialen, franchisesamenwerkingen, zelfstandigen, ambachten en ambulante handel in de food en non-food, behoren tot de ondernemingen die het meest op dagelijkse basis worden bezocht. Ze zijn onderdeel van het maatschappelijk cement tussen burgers onderling en met het bedrijfsleven en het hart van hun lokale samenleving.

VNO NCW

MKB
Nederland

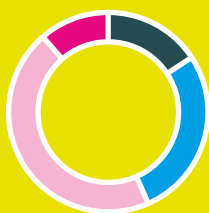
OPLEIDINGSNIVEAU MEDEWERKERS

11%

HBO/WO

45%

MBO



16%

PRIMAIR
ONDERWIJS

28%

SECUNDAIR
ONDERWIJS
zonder startkwalificatie



81.790

FYSIEKE
WINKELS

94.570
WEBWINKELS



169.000
ONDERNEMINGEN

totale omzet

€ 165 MILJARD



MAATSCHAPPELIJKE WAARDE VAN HET MKB¹

DE HELFT doet donaties aan goede doelen

VIER OP DE TIEN werkt samen met
onderwijsinstellingen of lokale netwerken



TWEE OP DE DRIE
steunen lokale
evenementen of
verenigingen

¹ Bron: Onderzoek dag vd ondernemer 2024 - panteia.nl/actueel/nieuws/onderzoek-de-maatschappelijke-waarde-van-het-mkb



MEER DAN
VAN DE
NEDERLANDERS

vindt dat ondernemers hun
stad of dorp levendiger maken.

BIJDRAGE BBP VAN

3,5%²



² SEO, Transitieuitdagingen voor de
Nederlandse retailsector, 2024

883.000 WERKENDEN

397.000

ONDER DE 24 JAAR OUD

123.455

ONDERNEMERS



Bron: Retailinsiders retailinsiders.nl en Platform DNWS Platform De Nieuwe Winkelstraat



Dit is Gastvrij Nederland



Ondernemers in de gastvrijheidssector zijn van grote waarde voor ons land. Geen florrende maatschappij, geluk en gezondheid zonder toerisme-, recreatie- en evenementensector. Wie zijn die ondernemers die zorgen voor ontspanning, cultuur, recreatie, ontmoeting, reizen en zakelijk bezoek? Gastvrij Nederland heeft dit in kaart gebracht.

Gastvrij Nederland is gelieerd aan:



Totale omzet



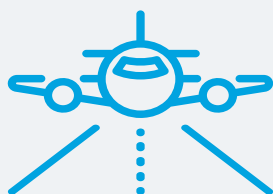
790.000 toeristische banen



6,9% van de totale werkgelegenheid*

*Gastvrij Nederland is mede initiator van het Hospitality Pact en de Arbeidsmarktmonitor Gastvrijheidssector.

Toeristische bestedingen in Nederland



€34,5 miljard
Inkomend
toerisme



€57,4 miljard
Binnenlands
toerisme



€6,4 miljard
Uitgaand
toerisme



€3,7 miljard
Overige
bestedingen

3,8%
van het bruto
binnenlands product
(bbp)



29,1 miljoen
binnenlandse
verblijfsbezoekers



Internationale verblijfsbezoekers



Bron: Nederlands Bureau voor Toerisme & Congressen (NBTC), 2023



Colofon

Titel

11-puntenplan
Voor vitale stads- en dorpscentra

Vormgeving en coverfoto

Anoeska Kruithof, vormgeving@vnoncw-mkb.nl

Dit 11-puntenplan Voor vitale stads- en dorpscentra is mede tot stand gekomen door inbreng van leden van Platform Gastvrij Nederland en de Nationale Winkelraad van MKB-Nederland en VNO-NCW.

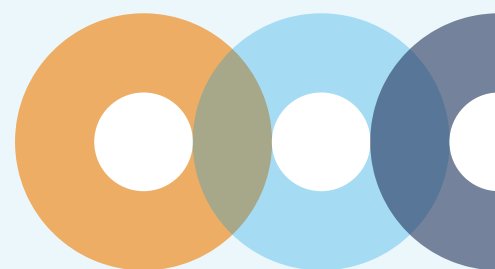
Voor meer informatie:

Platform Gastvrij Nederland
Catherine Meijeraan, Meijeraan@vnoncw-mkb.nl



Nationale Winkelraad
Petra Tiel, tiel@vnoncw-mkb.nl

© VNO-NCW en MKB-Nederland, maart 2026



Dit is een uitgave van:
© VNO-NCW en MKB-Nederland

Maart 2026



mr. I.R. Adema
Commissaris van de Koning in de provincie Noord-Brabant

Aan de griffiers van de Brabantse gemeenten

's-Hertogenbosch, 20 maart 2026

Geachte griffier,

Met deze brief vraag ik uw aandacht voor het thema maatschappelijke weerbaarheid tegen militaire en hybride dreigingen. Ik verzoek u dit expliciet op te nemen in de besprekingen over het nieuwe bestuursakkoord en verzoek u deze brief door te geleiden naar de verschillende raadsfracties.

Weerbaar tegen militaire en hybride dreigingen

De toenemende geopolitieke spanningen benadrukken de noodzaak om weerbaar te worden tegen militaire en hybride dreigingen. Dit geldt niet alleen bij hybride aanvallen of een militair conflict, maar ook bij andere crises of rampen, zoals "normale" stroomuitval of een cyberaanval, grootschalige overstromingen, extreem weer, natuurbranden of een pandemie. Dit vraagt om een integrale versterking van zowel de maatschappelijke weerbaarheid als de veerkracht van onze samenleving. Deze uitdagingen stellen nieuwe eisen aan de manier waarop we als samenleving met elkaar omgaan en gaan samenwerken. De weerbaarheidsopgave vergt een maatschappijbrede aanpak. Het is dan ook van belang dat gemeenten maatschappelijke organisaties, inwoners, ondernemers en andere relevante partijen betrekken bij hun aanpak. Weerbaarheid en veerkracht zijn immers niet alleen veiligheidsvraagstukken, maar vergen betrokkenheid van alle domeinen in de samenleving en dus ook van nagenoeg het voltallige college van B&W. Deze 'whole-of-society'-benadering vereist duidelijke afspraken tussen gemeenten, medeoverheden, kennisinstellingen, maatschappelijke organisaties, inwoners en het bedrijfsleven over ieders rol en verantwoordelijkheid.

Weerbaar tegen ondermijning

Een ander type dreiging die ook sterk verbonden is met het begrip 'weerbaarheid' is de dreiging die uitgaat van de georganiseerde criminaliteit. De schadelijke effecten hiervan, aangeduid als ondermijning, vragen eveneens om een brede, integrale aanpak door overheid en samenleving. U heeft vlak voor de gemeenteraadsverkiezingen de geactualiseerde Brabantse norm weerbare overheid ontvangen die inzichtelijk maakt wat op orde moet zijn om kwetsbaarheden tijdig te herkennen, risico's te beheersen en integer en veilig te handelen. Een weerbare



gemeente zorgt ervoor dat inwoners en ondernemers zich veilig voelen, dat publieke middelen beschermd blijven, en dat integriteit en vertrouwen in lokale instituties behouden blijven. Dit versterkt niet alleen de directe veiligheid, maar draagt ook bij aan de veerkracht van de samenleving als geheel tegen zowel criminaliteit als andere hybride dreigingen.

Oproep vanuit mijn ambtsinstructie

Als commissaris van de Koning vraag ik niet vaak expliciet aandacht voor een specifiek thema in uw bestuursakkoord. Deze keer doe ik dat wel, vanuit mijn rol als Rijksorgaan. De urgentie van deze opgaven is onmiskenbaar, temeer omdat deze niet direct is georganiseerd. Bovendien vraagt dit om een intensievere samenwerking tussen Rijk, provincie, waterschap, krijgsmacht, veiligheidsregio, politie, Openbaar Ministerie en gemeente. Om deze opgave daadwerkelijk uit te voeren, zijn extra capaciteit en middelen noodzakelijk. De gemeente speelt hierin een cruciale rol als schakel voor een weerbare samenleving.

De VNG-handreiking 'Weerbaarheid en veerkracht op lokaal niveau' biedt een duidelijk kader voor gemeenten. Deze handreiking benadrukt zes pijlers:

1. De continuïteit van de eigen organisatie
2. Crisisorganisatie
3. Vitale voorzieningen
4. Sociaal weefsel
5. Zelfredzaamheid inwoners, bedrijven en maatschappelijke organisaties
6. Samenleving als overkoepelend systeem

Als commissaris van de Koning heb ik daarom het volgende verzoek voor de formerende partijen:

1. Organiseer en borg uw eigen bedrijfscontinuïteit. Hiermee fungeert u als voorbeeld voor uw inwoners en bedrijven.
2. Zorg voor structurele financiering en voldoende ambtelijke capaciteit om de VNG-handreiking uit te kunnen voeren.

Ik vertrouw erop dat u dit thema met prioriteit en de noodzakelijke ambitie in uw bestuursakkoord opneemt, zodat onze gemeenten en samenleving weerbaar blijven tegen alle vormen van dreiging.

Met vriendelijke groet,

I.R. Adema

Durft Boxtel knopen door te Hakken?

De verkiezingen komen er aan, partijen geven aan wat ze willen bereiken de komende bestuursperiode. Het gaat dan vaak over Woningbouw, Sportvoorzieningen, Oplossingen voor verkeersknelpunten, Cultuurvoorzieningen en hoe we omgaan met Duurzaamheid.

In deze bijdragen kijk ik naar waar staan we op lange termijn strategisch gezien. Kijken we naar de Gemeentes in Noord- Oost- Brabant en blijven we daar nog een rol spelen.

Om volwaardig mee te kunnen praten is een omvang nodig $\pm$ 80.000 inwoners of we kunnen het voorbeeld van Boekel volgen. Boekel is nu de kleinste gemeente van Noord-Oost Brabant en is zelfstandig waarbij ze uitgaan van ' De kracht van Boekel'.

Niet kiezen heeft een risico in zich dat we tussen de wal en het schip in vallen met alle gevolgen van dien. Los van de inzet van medewerkers binnen de Gemeente Boxtel waar druk op zit en blijven doen wat nodig is blijven belangrijke vraagstukken liggen.

Durft Boxtel knopen door te hakken dat is de vraag, 9 jaar geleden was het begin van de ambtelijke fusie binnen Boxtel en Sint- Michielsgestel “

MijnGemeenteDichtbij “ Het wordt tijd dat er ook een bestuurlijke samenwerking het daglicht ziet, of we stoppen met deze constructie.

Er zijn twee mogelijkheden of een bestuurlijk samengaan of zelfstandig blijven zonder ambtelijke fusie. Beide uitkomsten zijn goed voor de toekomst en geven duidelijkheid.

Dus na de verkiezingen in Maart een besluit nemen binnen het nieuwe College in Boxtel voor deze keuze, als Sint- Michielsgestel niet wil kunnen we in Boxtel ons concentreren op een kwalitatieve ontwikkeling en groei en werken aan een ideale grote van de Gemeente Boxtel “ Nee “ is ook een te respecteren antwoord van Sint- Michielsgestel.

Naast de vele Regionale samenwerkingsverbanden binnen Noord-Oost Brabant en een kerntaken discussie van wat de Gemeente Boxtel zelf moet blijven doen geeft een keuze tussen zelfstandig of niet duidelijkheid richting de toekomst. Boxtel is te mooi om Verweesd te raken of Failliet te gaan.

Ton Jonkers

Aan: de formerende partijen

Betreft: opname invoering lobbyregister in gemeentelijk coalitieakkoord

Amsterdam, 31 maart 2026

Geachte heer/mevrouw,

Twee weken geleden waren de gemeenteraadsverkiezingen. De inwoners van uw gemeente hebben gesproken. Maar ook de komende vier jaar willen zij graag betrokken blijven.

Bestuurders hebben voortdurend contact met inwoners, bedrijven en organisaties die belangen naar voren willen brengen. En inwoners willen weten wie er is gehoord en wie allemaal invloed proberen uit te oefenen. Daarover moeten overheidsorganisaties en dus ook uw gemeente helderheid verschaffen.

Transparantie is essentieel voor een vitale democratie en voor het vertrouwen van burgers in die democratie. Gemeenten kunnen die transparantie organiseren door een lobbyregister in te stellen.

Het Nationaal Burgerberaad Klimaat kwam in zijn advies afgelopen december met een algemene aanbeveling die door 87% werd aangenomen:

Het invoeren van een verplicht 'lobbyregister', zoals in veel andere Europese landen, zodat alle Nederlanders kunnen zien wie invloed heeft gehad en wie betrokken is bij welke beslissing.

Ook het coalitieakkoord van het nieuwe Kabinet-Jetten stelt:

We voeren een lobbyregister in. Daarbij zorgen we er voor dat dit praktisch en werkbaar is voor zowel overheid als belangenbehartigers.

Wij van Open State Foundation, een non-profit organisatie die zich inzet voor een transparante overheid, pleiten al jaren voor openheid rondom lobbyen. We hebben naar internationale voorbeelden gekeken, ook bij steden. Op basis daarvan hebben we definities uitgewerkt en een online demo-lobbyregister ontwikkeld. Uitgangspunt is dat het makkelijk moet zijn voor burgers, lobbyisten en ambtenaren, en tegelijkertijd wel waardevol inzicht biedt.

Wij hebben inmiddels onze kennis gedeeld met de gemeenten Amsterdam, Den Haag en Eindhoven en willen dat ook graag met uw gemeente doen. Wij roepen u op om de invoering van een lobbyregister op te nemen in het gemeentelijk coalitieakkoord waaraan u nu werkt. Om daarmee transparantie en vertrouwen te vergroten.

Graag geven wij nadere toelichting.

Met vriendelijke groet,



Serv Wiemers
Directeur Open State Foundation

Formatiebrief: jongeren en de lokale democratie

Geachte formateur,

Wij vragen uw aandacht voor een onderwerp dat belangrijk is voor een toekomstbestendige lokale democratie: de actieve betrokkenheid van jongeren. Met onze stichting zetten wij ons in om de afstand tussen jongeren en (lokale) democratie te verkleinen. Momenteel zijn wij nog niet actief in uw gemeente, maar wij willen u via deze route wel al wat meegeven. Stichting Tienskip adviseert u om in het coalitieakkoord expliciet ruimte te maken voor het versterken en benutten van de democratische vaardigheden van jongeren. Vanuit onze ervaring in diverse gemeenten laten wij zien dat dit niet alleen nodig is, maar ook direct uitvoerbaar. Wij doen hiervoor twee aanbevelingen.

1. Versterk de democratische vaardigheden die jongeren in staat stelt om in de praktijk mee te doen
2. Stimuleer dat alle jongeren deze vaardigheden actief inzetten, vooral op beleidsthema's die hen raken

1. Versterk de democratische vaardigheden die jongeren in staat stelt om in de praktijk mee te doen.

In het onderwijs is er veel aandacht voor de verkiezingen en het uitleggen van (politieke) instituten. Echter, democratie is veel meer dan dat. Het is iets dat je moet ervaren en moet leren om te doen. In de praktijk merken wij dat jongeren de vaardigheden missen om echt mee te doen in de (lokale) democratie. Door jongeren na te laten denken over hoe zij zelf een probleem kunnen oplossen, bouwen wij aan de alledaagse democratie. Dit betekent: zelf initiatief nemen en samen keuzes maken. Daarom bevelen wij van harte aan om de democratische vaardigheden van jongeren in uw gemeente te versterken. Op die manier stelt u jongeren in staat om actief mee te doen in uw gemeente, ook buiten de verkiezingen om. Uit onze ervaring in de organisatie van evenementen met duizenden deelnemende jongeren zien we dat jongeren juist enthousiast worden van deze praktische democratische ervaring.

2. Stimuleer dat alle jongeren deze vaardigheden actief inzetten, vooral op beleidsthema's die hen raken

Juist op lokale schaal kunnen jongeren deze democratische vaardigheden actief benutten. Uit onderzoek van de Vereniging van Rekenkamers blijkt dat jongeren maar weinig worden meegenomen in het vormen van plannen.¹ Daarnaast blijkt uit onderzoek van UNICEF dat 62% van de jongeren het idee hebben dat hun mening niet telt bij de gemeente.² Dat kan anders. Daarom bevelen wij aan om als gemeente te stimuleren dat jongeren de democratische vaardigheden kunnen inzetten. Wat ons betreft is dit tweeledig. Bied jongeren ten eerste ruim baan om zelf met een maatschappelijk initiatief te komen en ondersteun hen hierin. Betrek ten tweede de grote diversiteit aan jongeren, vooral bij het maken van beleidsstukken over thema's die hen raken. De afgelopen tien jaar heeft Tienskip met meer dan 15.000 jongeren het gesprek gevoerd. De thema's die het vaakst terugkwamen in deze gesprekken zijn: betaalbaar wonen, intimidatie & veiligheid, openbaar vervoer & bereikbaarheid en activiteiten in de leefomgeving.

¹ Vereniging van Rekenkamers, [‘Veel gedaan, genoeg te doen’](#), april 2025.

² UNICEF Nederland, [‘Participatie van jongeren in gemeentes’](#), maart 2026.

Tot slot

Met onze Tienskipdagen en het bijbehorende vervolgtraject beschikt u over een concrete en bewezen manier om invulling te geven aan deze ambities. Bij behoefte aan nadere toelichting, zijn wij te benaderen via onderstaande contactgegevens.

Wij wensen u veel succes en wijsheid in deze formatieronde.

Met vriendelijke groet,

Jeppe Kok
directeur

Kristan Ijkema
relatiemanager

Over Stichting Tienskip

Stichting Tienskip is een organisatie voor en door jongeren, die zich inzet om de afstand tussen jongeren en (lokale) democratie te verkleinen. Tijdens de Tienskipdagen gaan jongeren, onder begeleiding van gespreksleiders, actief aan de slag met het bedenken van oplossingen voor vraagstukken in hun eigen leefomgeving.

In een optioneel vervolgtraject ondersteunen we hen bij het daadwerkelijk realiseren van deze initiatieven. Met behulp van een sterk vrijwilligersnetwerk en samenwerking met gemeenten in zeven provincies, maken we jaarlijks ruim 15.000 jongeren wegwijs in de alledaagse democratie.

Bekijk hier het overzicht van onze evenementen:

<https://tienskip.nl/evenementen>

Contactgegevens:

Jeppe - jeppe@tienskip.nl of 0622052660

Kristan - kristan@tienskip.nl of 0620538302

Gemeentes moeten nu kiezen voor digitale autonomie

9 april 2026

Geachte informateur, geachte formateur,

Ook gemeentes hebben direct te maken met de dreiging van oneigenlijke buitenlandse inmenging. Nationaal wordt er veel verantwoordelijkheid gelegd bij veiligheidsregio's en gemeentes. We moeten een transitie maken die veel impact heeft op de gemeentelijke dienstverlening. Denk aan de software waarmee ambtenaren werken, de manier waarop er wordt omgegaan met data, en de platformen waarop de gemeente communiceert met inwoners.

Alle overheidsorganisaties, dus ook uw gemeente, zijn afhankelijk geworden van niet-Europese technologieproducten en digitale diensten. Die afhankelijkheid brengt risico's: leveranciers kunnen eenzijdig de voorwaarden wijzigen, gevoelige data van inwoners komt terecht bij buitenlandse partijen en uitval of overname raakt direct de dienstverlening. Dit zijn niet alleen risico's op het gebied van cyberveiligheid of databescherming, het is ook een bedreiging van onze vrijheid en democratie.

Gemeentes moeten nu investeren in digitale autonomie. In deze brief geven wij u de huidige stand van zaken, de keuzes die de komende raadsperiode moeten worden gemaakt, en onze suggesties voor het komende bestuursakkoord.

1. Verklein de afhankelijkheid van buitenlandse tech aanbieders

Het Rijk komt met een Nederlandse Digitale Dienst die de IT-kwaliteit van overheden bewaakt. Momenteel werkt staatssecretaris Aerdts (Digitale Economie en Soevereiniteit) aan een handreiking digitale autonomie voor lagere overheden. Het is van belang dat die handreiking na publicatie voortvarend wordt opgepakt, maar u hoeft niet te wachten op sturing vanuit Den Haag.

De coalitie wil strategische afhankelijkheden in cloud, data en kritische systemen afbouwen en overstappen naar Europese digitale infrastructuur en aanbieders. Ook gemeentes moeten hiermee aan de slag.

Het overstappen op Europese en opensourcealternatieven is een investering. Ambtenaren moeten leren werken met nieuwe systemen die anders werken dan ze gewend zijn. Daarom is het belangrijk om de noodzaak van de overstap goed uit te leggen in het bestuursakkoord. De overstap vergt inspanning, maar levert uiteindelijk veel op.

Wat er de komende raadsperiode moet gebeuren:

- Breng de technologische afhankelijkheden in kaart én prioriteer vervolgstappen.
- Leg in het bestuursakkoord vast dat bij nieuwe ICT-aanbestedingen de voorkeur uitgaat naar open source-oplossingen en Europese aanbieders, en dat vendor lock-in contractueel wordt voorkomen.
- Zoek de samenwerking met andere gemeentes om geleerde lessen te delen en gezamenlijke inkoopkracht in te zetten. Samen kunnen gemeentes bij techbedrijven meer afdwingen op het gebied van data-autonomie, veiligheidsstandaarden en transparantie dan elke gemeente afzonderlijk.
- Ontwikkel een noodplan bij uitval van kritieke digitale diensten.

2. Bestrijd desinformatie en polarisatie

Desinformatie bedreigt onze lokale democratie. Burgers worden via sociale media blootgesteld aan nepnieuws over lokale kwesties, algoritmen versterken polarisatie en niet iedereen heeft de vaardigheden om hier kritisch mee om te gaan.

Op Europees niveau wordt gewerkt aan het European Democracy Shield, dat capaciteit voor factchecking, aanpak van buitenlandse beïnvloeding en bescherming van vrije verkiezingen moet bundelen.

Op gemeentelijk niveau wordt er steeds vaker gecommuniceerd via commerciële platformen die polariserende algoritmen gebruiken. Hierin moeten gemeentes keuzes gaan maken.

Wat de gemeente kan doen:

- Ondersteun lokale journalistiek. Een sterke lokale pers is de beste tegenkracht tegen desinformatie over gemeentelijke zaken.
- Stel een communicatiestrategie vast waarin de gemeente bepaalt op welke platformen zij wel/niet actief is. Niet alleen op basis van bereik en toegankelijkheid maar ook met meewegen van achterliggende machthebbers en polarisatie.
- Zorg dat gemeentelijke informatie altijd primair op de eigen website staat, en niet uitsluitend via sociale media.
- Betrek burgers door digitale vaardigheden via scholen en bibliotheken aan te bieden.

Wie wij zijn

Deze brief is een gezamenlijk initiatief van Voor Ons Nederland, Justice for Prosperity, Stichting Weerbare Democratie, en Bits of Freedom. Vanuit verschillende invalshoeken werken wij aan digitale autonomie, democratische weerbaarheid en de bescherming van publieke waarden in een digitaliserende samenleving.



Marietje Schaake is bestuurslid van **Voor Ons Nederland** en daarnaast beleidsdirecteur aan Stanford University's Cyber Policy Center en auteur van het boek *The Tech Coup*. Voor Ons Nederland is een stichting die zich inzet voor een sterke democratie en een verbonden samenleving.



Jelle Postma is directeur van **Justice for Prosperity**. Jelle heeft meer dan tien jaar ervaring in de Nederlandse inlichtingen- en veiligheidssector bij de AIVD, NCTV en de VN. Met zijn stichting legt hij bloot hoe georganiseerde desinformatie en maatschappelijke manipulatie democratieën binnendringen.



Stichting Weerbare Democratie versterkt de democratische rechtsstaat door onderzoek, expertnetwerken en financiering van veelbelovende initiatieven die aanpakken wat ontbreekt.



Bits for Freedom komt op voor internetvrijheid door de online grondrechten op communicatievrijheid en privacy te beschermen. De stichting doet onderzoek naar digitale misstanden, voert campagne, en bewaakt onze maatschappelijke ruimte tegenover Big Tech.