

RED DE EXCELENCIA EN RADIOECOLOGÍA

Almudena Real, Juan Carlos Mora, José María Gómez-Ros, Beatriz Robles
PR del Público y del Medio Ambiente y Dosimetría de radiaciones. CIEMAT



¿Qué es la radioecología?

La radioecología es una ciencia multidisciplinaria que estudia el transporte medioambiental, el destino final y los efectos de los contaminantes radioactivos en los humanos y la biota.

Acción concertada **FUTURAE**
(VI Programa Marco de la UE):



Revisión de los programas europeos en Radioecología mostraron que esta ciencia:

- Estaba fragmentada, existiendo poca coordinación entre los programas y estrategias nacionales,
- Estaba sufriendo una disminución progresiva en su financiación,
- Podría verse afectada en el futuro cercano por cierre de instalaciones importantes y la jubilación de profesionales con gran experiencia,



Era necesario:

- Reclutar jóvenes científicos que aseguraran la continuidad de la experiencia adquirida durante muchos años,
- Intentar mantener las instalaciones para conservar la capacidad de responder a las necesidades futuras que la sociedad pudiera tener,
- Integrar de forma eficaz recursos y experiencia, estableciéndose prioridades en los grupos que trabajan en este tema.

Con objeto de frenar el declive de la radioecología, en junio de 2009 ocho instituciones, entre ellas el CIEMAT, crearon la

Alianza Europea en Radioecología (ERA)

- **BfS** (Alemania)
- **SCK-CEN** (Bélgica)
- **CIEMAT** (España)
- **STUK** (Finlandia)
- **IRSN** (Francia)
- **NRPA** (Noruega)
- **CEH** (Reino Unido)
- **SSM** (Suecia)



- Conjuntamente manifiestan su intención de **reunir parte de sus respectivos programas de I+D en un programa integrado transnacional**, que permita:
 - Mantener y aumentar las **competencias en radioecología y las infraestructuras experimentales** en Europa
 - Abordar retos **científicos y de formación** relacionados con el **impacto de las sustancias radioactivas en humanos y el medio ambiente**

Mantener de forma sostenible la radioecología, de tal manera que se cubran las necesidades de los reguladores, la Sociedad y la industria en Europa

Agenda estratégica de investigación (15-20 años)



EUROPEAN RADIOECOLOGY ALLIANCE

Alliance Members

Alliance Information

Alliance News

Contact Us



The European Radioecology Alliance

Members of the Alliance bring together parts of their respective research and development programmes into an integrated programme that maintains and enhances radioecological competences and experimental infrastructures, and addresses scientific and educational challenges in assessing the impact of radioactive substances on humans and the environment.



Latest news

- [20 Jun 2011: European Alliance in Radioecology](#)
- [17 Jun 2011: Launch of Alliance website](#)

Latest updates

- [20 Jun 2011: European Alliance in Radioecology](#)
- [17 Jun 2011: Launch of Alliance website](#)
- [17 Jun 2011: Our work programme](#)
- [17 Jun 2011: Alliance Members](#)
- [17 Jun 2011: Alliance News](#)



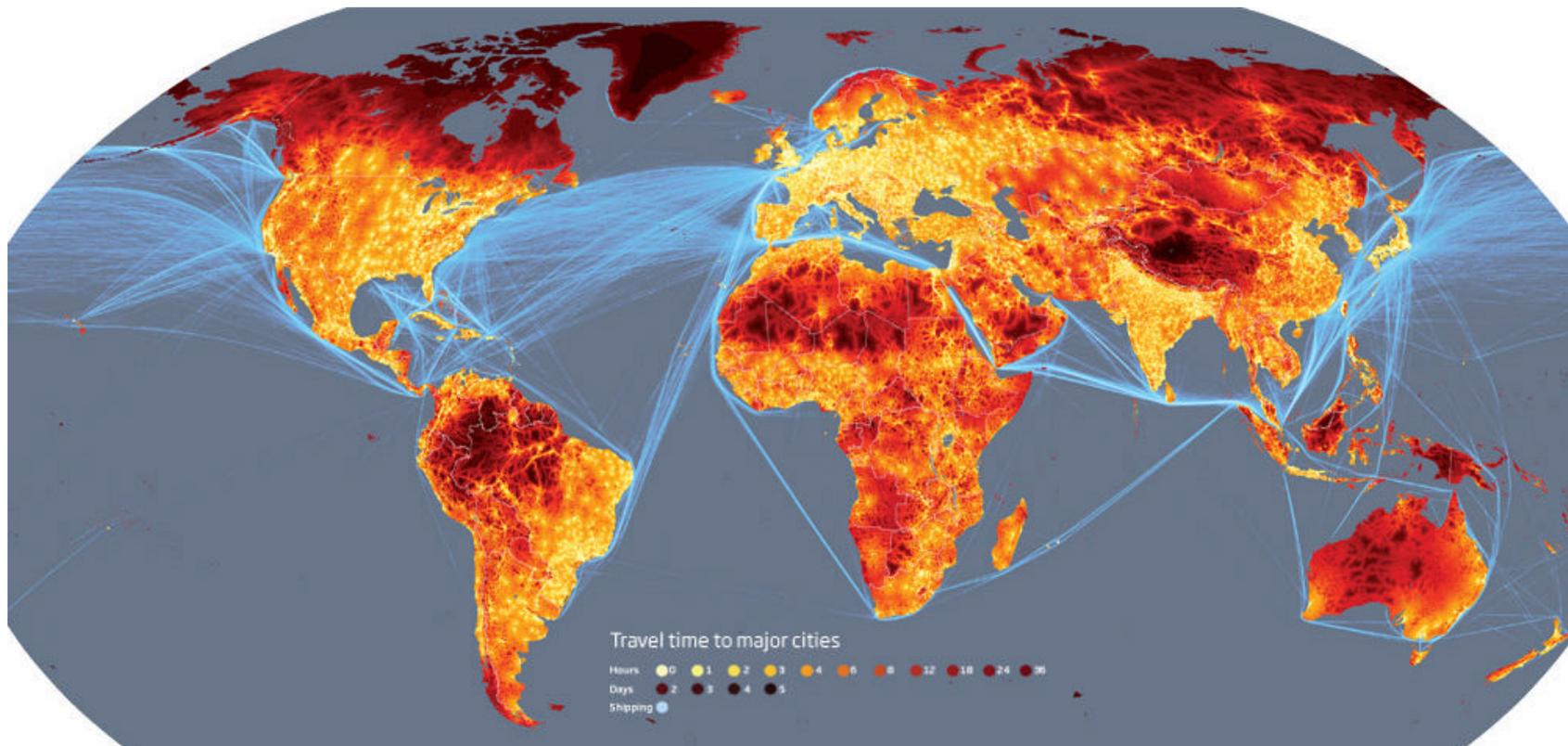
Quick links

The following shortcuts link to key documents and pages on the European Radioecology Alliance website.

- [Our Memorandum of Understanding](#)
- [Our Alliance members](#)
- [Our work programme](#)
- [Website links](#)
- [Contact us](#)



La Alianza pretende una integración a nivel internacional. Muchas organizaciones ya han mostrado su interés



En abril de 2010, los miembros de la ALIANZA (con las universidades de Estocolmo y Noruega) envían una propuesta al VII PM de la UE para crear una

RED de EXCELENCIA en Radioecología: STAR STrAtegy for Allied Radioecology



*“Mantener y aumentar las competencias en **Radioecología** a nivel europeo es una necesidad para mantener un alto nivel de experiencia en el área de la evaluación del impacto de la radioactividad en el hombre y el medio ambiente”*

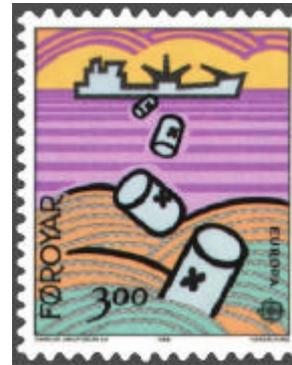
La convocatoria específica que la Red de Excelencia debe proporcionar:



*“...un programa de actividades científicas centradas en mejorar el entendimiento de los mecanismos y procesos que afectan al comportamiento de los radionucleidos en ecosistemas, poblaciones y organismos, y de ese modo cerrar los “gaps” en el actual conocimiento de los **efectos de dosis bajas en el medio ambiente**, construyendo un **punte de conexión** con los esfuerzos conjuntos en investigación sobre los efectos en **humanos**”*

Protección radiológica del medio ambiente

- Los efectos de la radiación ionizante en la biota se vieron hace muchos años.
 - ✓ Se realizaron muchos experimentos
 - ✓ Accidente de Khyshym 1957: La biota muy afectada por la liberación de radionucleidos al medio ambiente
- Vertido de residuos radiactivos de baja actividad en el mar (1946-1993).
 - ✓ Se suponía que las dosis al hombre eran pequeñas debido a la enorme dilución. Vertidos en zonas remotas
- Preocupación sobre los efectos en la biota que vive en las áreas de vertido
 - ✓ Convención de Londres (1972) "Prevención de la contaminación marina por el vertido de residuos y otros materiales"



Se aceptaba la declaración de la ICRP (1977 y 1991)

“La Comisión cree que los estándares de control medio-ambiental necesarios para proteger al hombre al nivel considerado actualmente como deseable, asegurarán que no se ponga en riesgo a otras especies.”

(ICRP 60, 1991)

**Si el hombre estaba adecuadamente protegido,
también lo estarían otras especies**

pero.....

- No existe una base cuantitativa que permita validar esta suposición
- Ambientes donde el hombre está ausente (intervención, lugares remotos, ecosistemas marinos o de agua dulce).
- La distribución ambiental de radionúclidos puede conllevar a que el hombre y otras especies reciban distintas dosis.

Mayor demanda social de proteger el medio ambiente

Más requerimientos legales para preservar el medio ambiente



Necesario demostrar explícitamente que el medio ambiente está protegido frente a las radiaciones ionizantes

- Organismos internacionales (UNSCEAR, ICRP, OIEA, UE)

- ✓ Recomendaciones de ICRP y la Publicación 108 (2009)
- ✓ Normas Básicas de Seguridad (BSS) del OIEA o de la UE



FASSET (2001-2003)

Herramienta integrada ERICA



ERICA (2004-2007)

<http://www.project.facilia.se/erica/download.html>

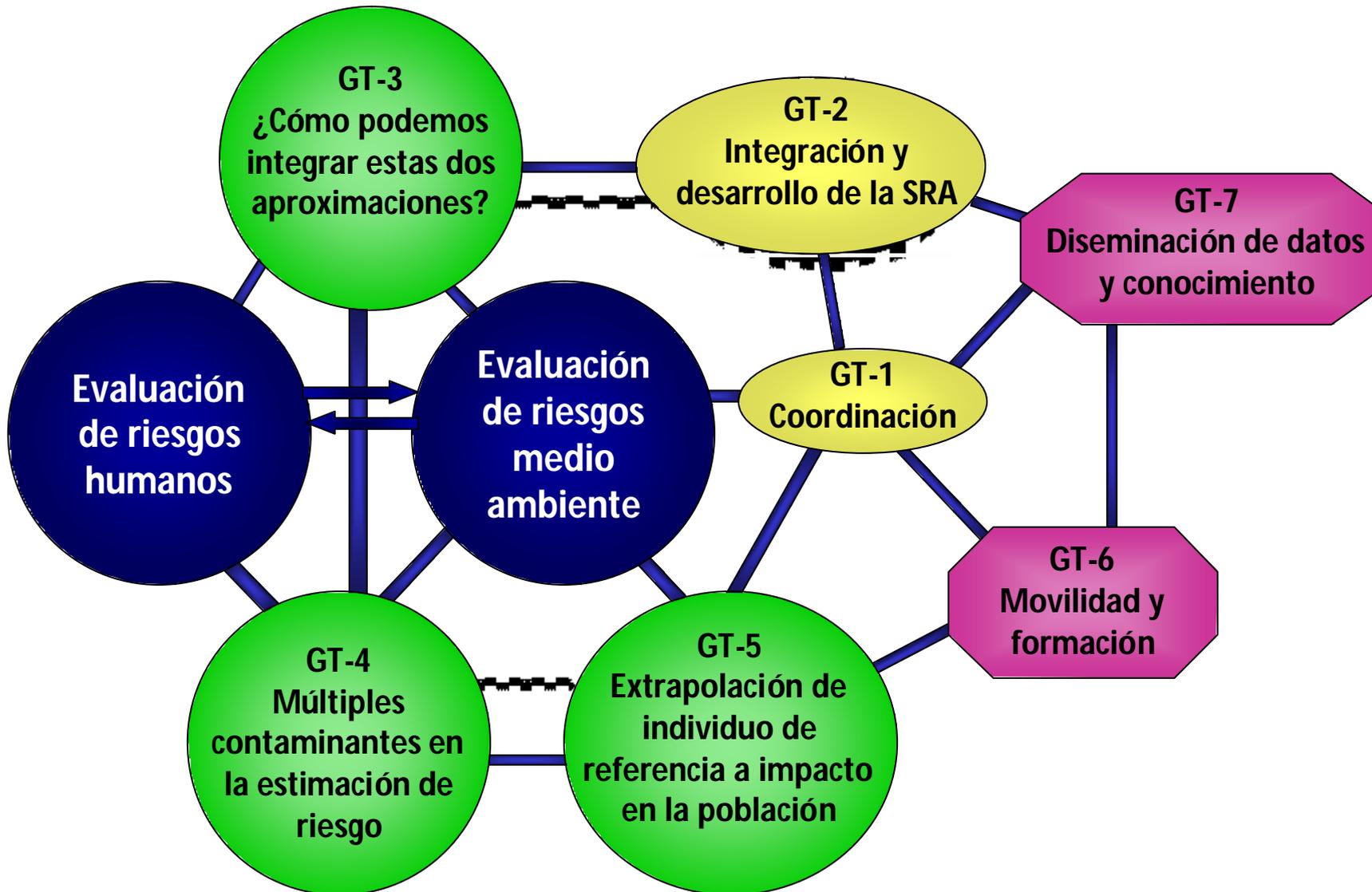
- EE.UU., Canadá: Llevan años desarrollando sistemas y herramienta para la PR del medio ambiente

Red de Excelencia en Radioecología

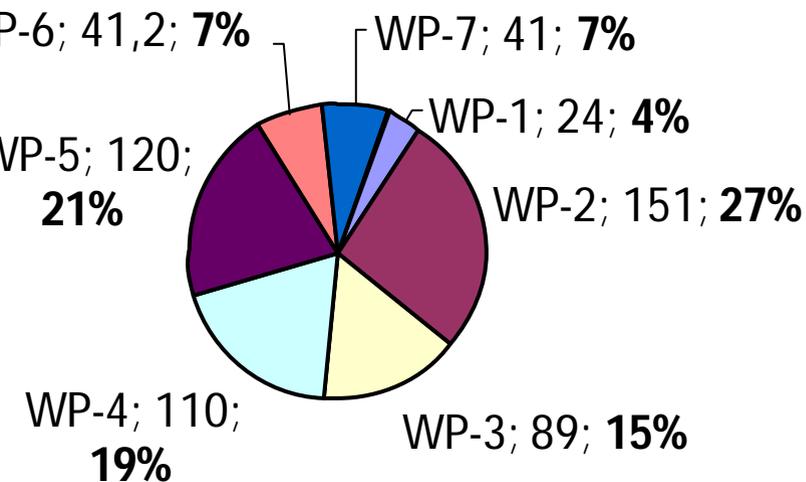


S**T**rAtegy for Allied Radioecology

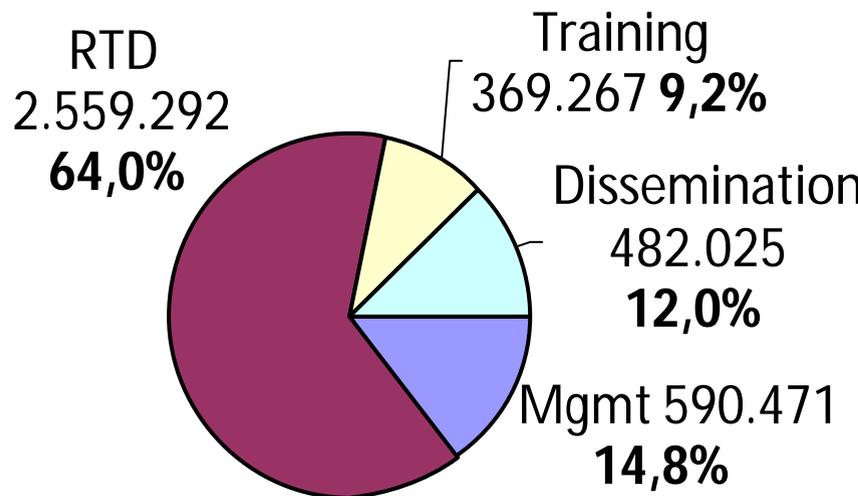
Comenzó en febrero de 2011 (Junio 2015: 4,5 años)



Personas/mes



Financiación EU por tipo de actividad



WP1 : Coordinación de la Red

WP2 : Integración e Infraestructura

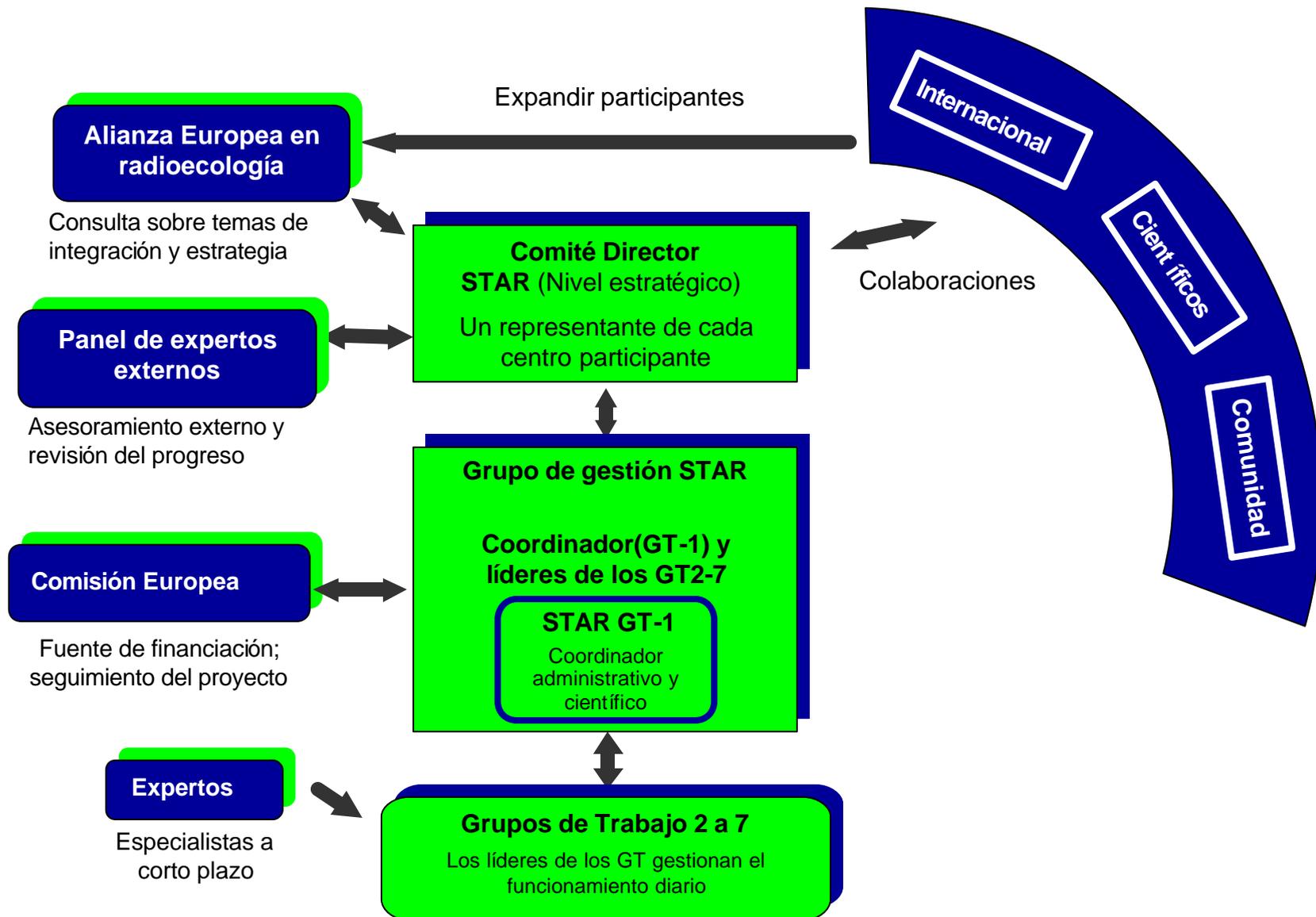
WP3 : Protección Radiológica integrada de humanos y no-humanos

WP4 : Protección Radiológica en un contexto de múltiples contaminantes

WP5 : Efectos ecológicamente relevantes de dosis bajas

WP6 : Movilidad, formación y educación

WP7 : Disseminación del conocimiento y de los datos



Objetivo

Desarrollar una estrategia para integrar las actividades de investigación, las infraestructuras, la diseminación del conocimiento, y la formación en radioecología.

Actividades

- **Desarrollo de la Agenda Estratégica de Investigación.**
Visión a largo plazo de las necesidades de investigación en radioecología dentro de la CE y guías sobre futuras líneas de investigación en colaboración.
- **Promover una colaboración eficiente y la integración (largo plazo).**
Creación de un laboratorio virtual (instalaciones, procedimientos, métodos, experiencia; “wiki blogs” para una comunicación interactiva).
- **Observatorios para investigación en radioecología.**

METHODS

Radiochemical methods

Name of the method

[Advanced gamma spectrometric analysis](#)

[Strontium analysis Sr-90, Sr-89](#)

[Plutonium analysis Pu-238, Pu-239+240](#)

[Americium analysis Am-241](#)

[Tritium analysis H-3](#)

[Uranium analysis U-234, U-235, U-238](#)

[Polonium analysis Po-210](#)

[Lead analysis Pb-210](#)

[Gross alpha analysis](#)

[Radium analysis Ra-226, Ra-228](#)

[Radon analysis Rn-222, Rn-220](#) ⁺

[Carbon 14 analysis](#) ⁺

[Environmental sampling](#) ⁺

Sampling methods

Terrestrial

Soil
Plants
Invertebrates
other

Aquatic

Sediments
Water
Algae

Air and deposition

Outdoor air
Rain water

Bioassay

Urine

Cell biological methods?

Add the name of the method here

Other?

Add the name of the method here

Method Evaluated

Method Accredited

Procedure

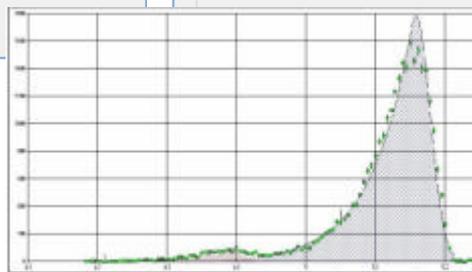
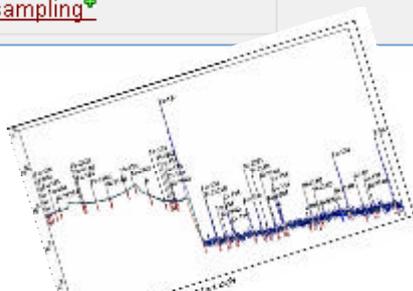
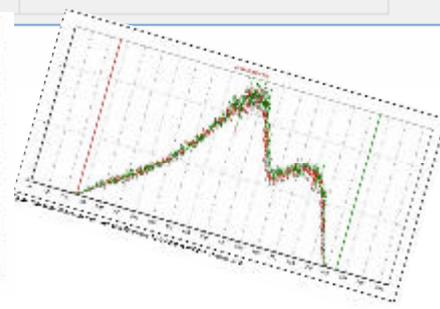


Figure: Alpha spectrum of plutonium measured using AlphaRad/yt alpha spectrometer.



- Permitirá mejorar los métodos y modelos, haciendo que aumente el entendimiento del comportamiento y los efectos de los radionucleidos.
- Fomentarán una cooperación innovadora para crear un Área de Investigación Europea en Radioecología sostenible.
- Aproximación paso a paso estructurada (transparente, objetiva y defendible)
 - ✓ Lista de criterios seleccionados
 - ✓ Revisión y evaluación de la información sobre los sitios candidatos
 - ✓ Workshop sobre los Observatorios radioecológicos
 - ✓ Selección de los emplazamientos para los Observatorios europeos
 - ✓ Descripción de los Observatorios
 - ✓ Caracterización del emplazamiento (para planificar y estructurar el trabajo de investigación)

Lista preliminar de criterios

- Requerimientos generales
 - ✓ Perspectiva de que pueda ser utilizado durante largo tiempo
 - ✓ Atractivo para científicos de disciplinas relacionadas
- Aspectos científicos.
 - ✓ Idóneo para contestar cuestiones científicas
 - ✓ Bajas restricciones sobre el tipo, la cantidad y el tiempo de trabajo de campo a realizar
- Infraestructura
 - ✓ Que tenga un mínimo de instalaciones para trabajo de campo y apoyo local, o que haya un laboratorio próximo
 - ✓ Fácil acceso (dinero, tiempo)
- Restricciones administrativo o legales
 - ✓ Pocas restricciones administrativas/legales (ej. acceso al sitio)
 - ✓ Que la cantidad de burocracia sea razonablemente pequeña

Los observatorios europeos para investigación radioecológica :

**Una gran oportunidad para la radioecología y
otras disciplinas científicas relacionadas**

Objetivo

Establecer los fundamentos radioecológicos para el desarrollo de herramientas que ayuden a la toma de decisiones a fin de evaluar el riesgo para humanos y otras especies de forma integrada

Actividades

- **Revisar y analizar las actividades más recientes en el área de protección y evaluación integrada.**
- Comparación crítica del sistema actual de PR de las personas y el nascente sistema de PR para biota no-humano dentro del contexto de la integración.
- Desarrollar, validar y optimizar un modelo conceptual para integrar las evaluaciones en humanos y otras especies.
- Realizar evaluaciones integradas de humanos y no-humanos utilizando modelos matemáticos/numéricos.
- Analisis de desarrollos actuales en dosimetría de biota no-humano.

Situaciones de exposición planificada, existente y de emergencia

Concentraciones medioambientales de radionucleidos

Hombre y mujer de referencia
Persona de referencia

Animales y plantas de referencia

Límites de dosis, restricciones
y niveles de referencia

Niveles de consideración
(de referencia) derivados

Toma de decisiones sobre la salud del público y la protección del medio ambiente para las mismas situaciones de exposición medioambientales, mediante individuos representativos y organismos de referencia



Un animal o planta de referencia es una entidad hipotética

derivados usando el mismo razonamiento y con el mismo fin que la persona de referencia

con propiedades anatómicas, fisiológicas y ciclos vitales definidos

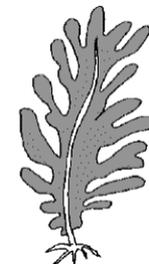
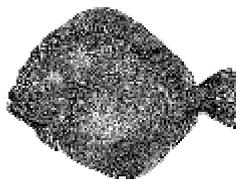
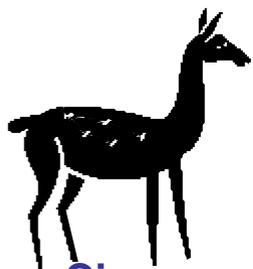
que pueden usarse para relacionar exposición con dosis, y dosis con efectos, para ese tipo de organismo vivo.

Situaciones de exposición planificada, existente y de emergencia

Concentraciones medioambientales de radionucleidos

Hombre y mujer de referencia
Persona de referencia

Animales y plantas de referencia



Situaciones de exposición planificada, existente y de emergencia

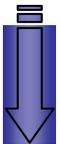
Condiciones medioambientales de radionucleidos

Animales y plantas de referencia

Niveles de consideración
(de referencia) derivados

BASES DE DATOS

- Dosimetría
- Efectos biológicos
- Características “biológicas”



RELACIONAR

- Exposición- Dosis
- Dosis-Efectos
- Efectos- Consecuencias

Establecimiento de niveles de consideración (de referencia) derivados sobre la salud del público y la protección del medio ambiente en las situaciones de exposición medioambientales, mediante individuos representativos y organismos de referencia

Aproximación de la ICRP



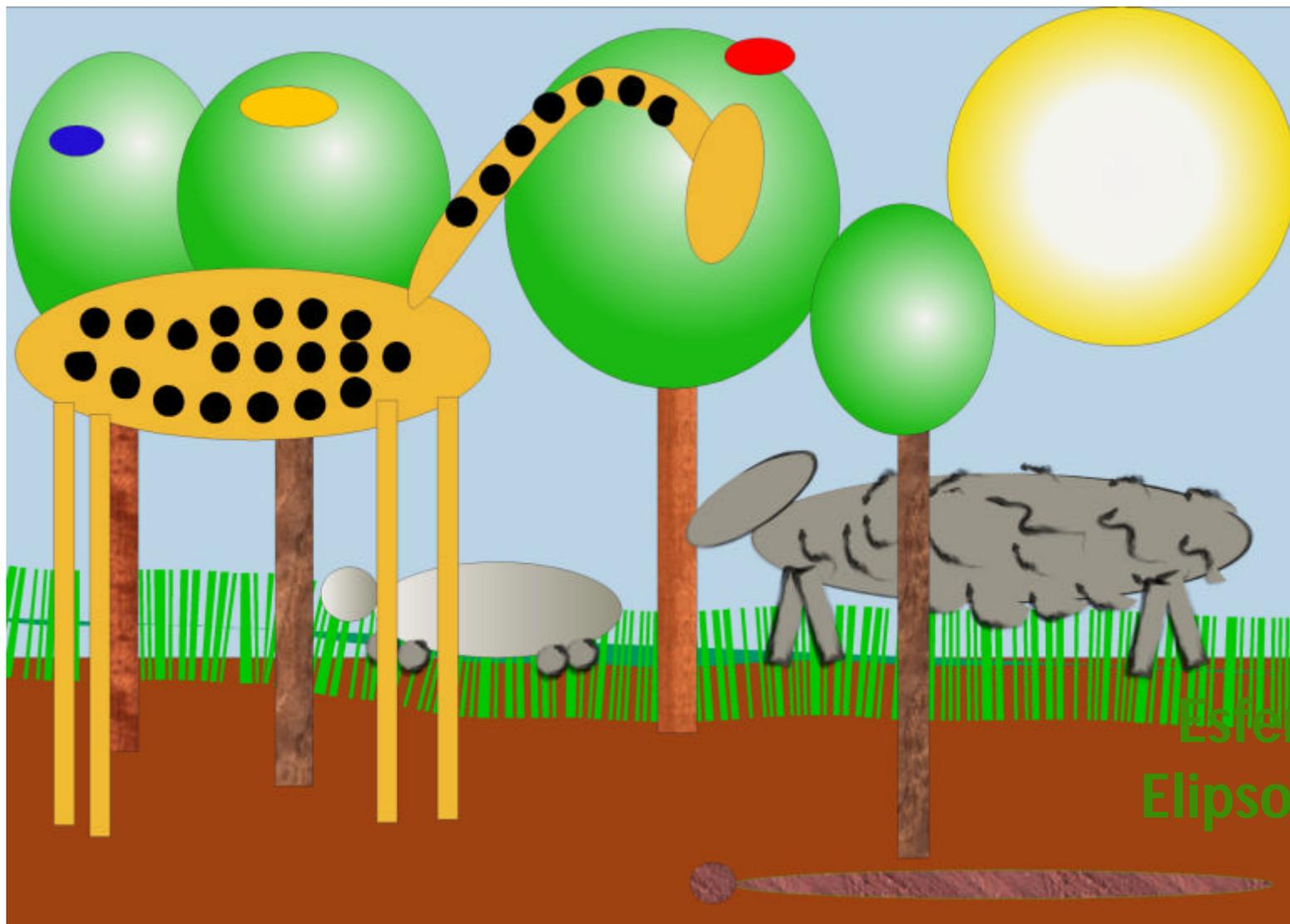
“Marcadores” en los que hay que detenerse y valorar en detalle la información



Toma de decisiones. Optimización de recursos

Resultados esperados en WP3:

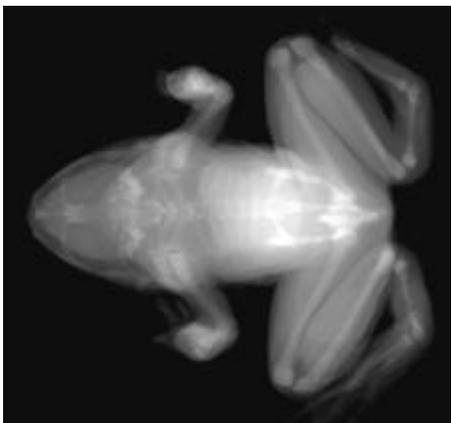
- Modelo conceptual de evaluación integrado usando análisis FEP (Features, Events and Processes) y una aproximación de matriz integrada
- Una herramienta con niveles de cribado para realizar evaluaciones combinadas de humanos y no-humanos
- Prototipo de un modelo orientado a procesos para evaluaciones combinadas
- Recomendaciones para mejorar la **dosimetría de flora y fauna**
- Evaluación de técnicas de extrapolación para poder abordar las lagunas en el conocimiento existentes sobre factores de transferencia



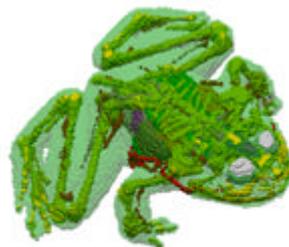
Esferas
Elipsoides

Las cosas están cambiando

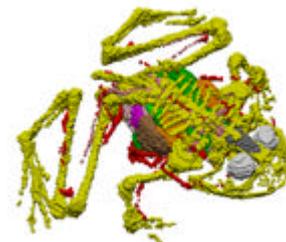
Maniquí de la RANA (Kinase et al. 2007)



maniquí voxel



Visión transparente

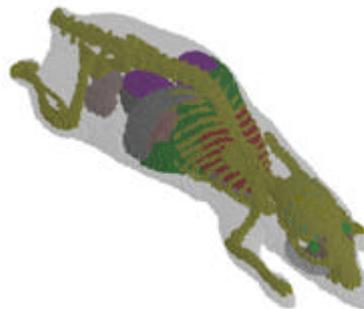


Esqueleto y
órganos internos

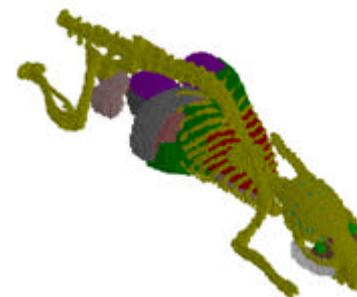
Maniquí de RATA (Kinase et al. 2008)



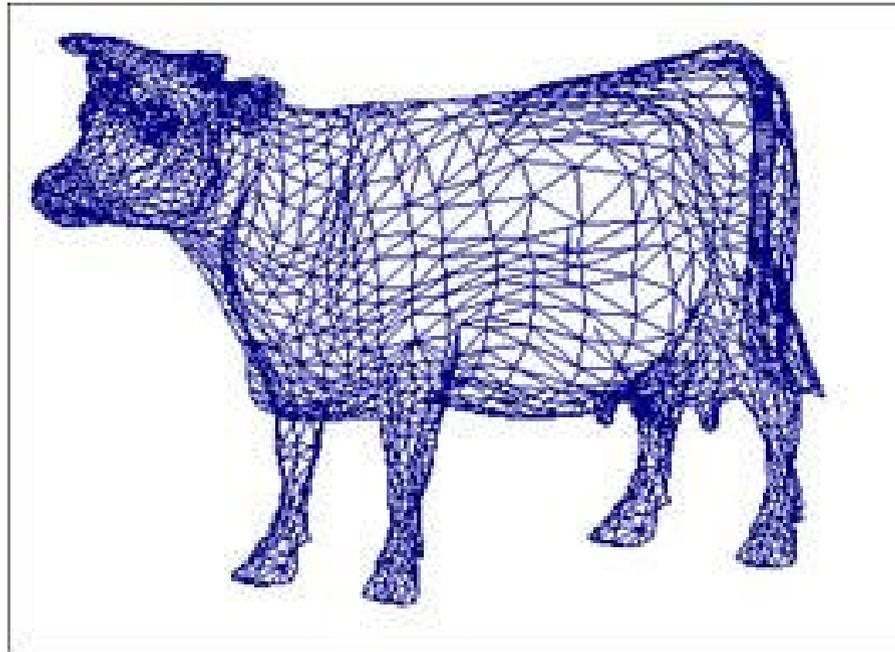
maniquí voxel



Visión transparente



Esqueleto y
órganos internos



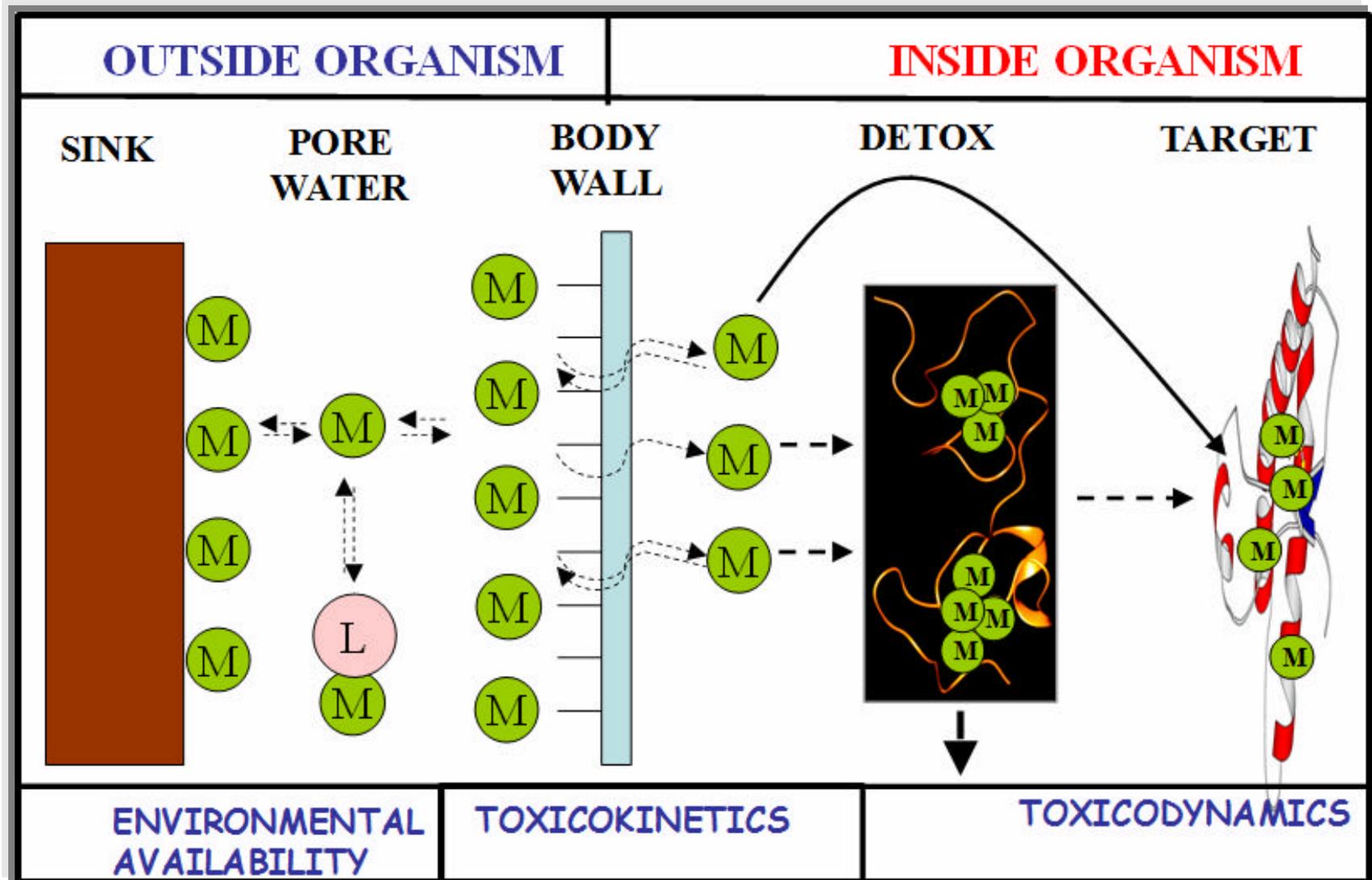
Objetivo

Entender los mecanismos y procesos por los que las mezclas de contaminantes interactúan para producir efectos adversos en la biota, para determinar si los criterios de PR son suficientemente protectores en un contexto de mezcla de contaminantes.

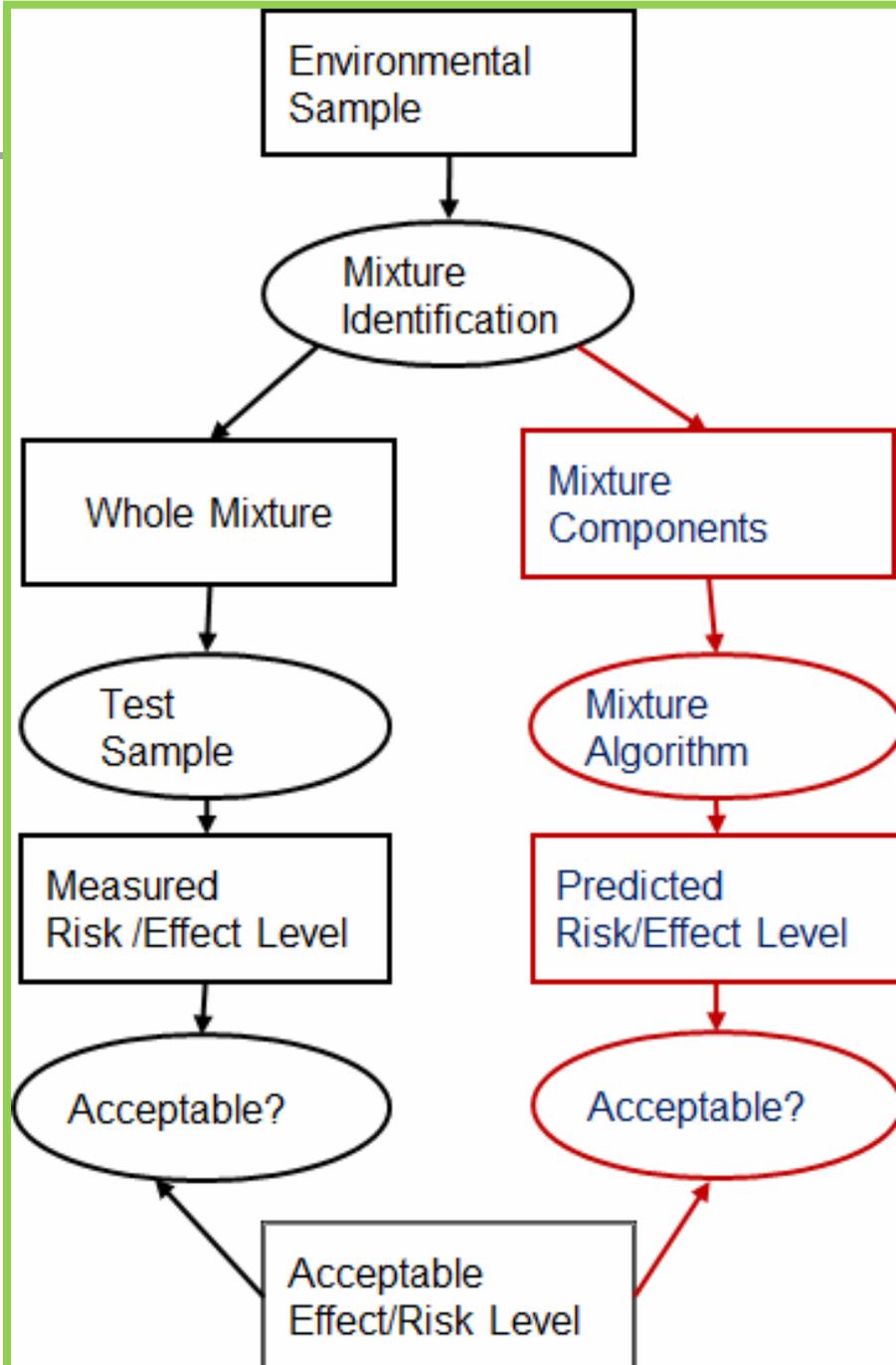
Actividades

- Revisar los métodos y herramientas desarrolladas en ecotoxicología para evaluar exposiciones a mezclas de contaminantes, y evaluar su aplicabilidad a la investigación y evaluaciones en radioecología.
- Probar (evaluar) y mejorar métodos ecotoxicológicos seleccionados para (bio)disponibilidad y evaluación de la exposición a radionucleidos bajo condiciones de mezclas de contaminantes.
- Aplicar aproximaciones desarrolladas en ecotoxicología para evaluar los efectos de condiciones de mezcla de contaminantes.

WP4 : Protección Radiológica en u contexto de múltiples contaminante



Mezcla de contaminantes



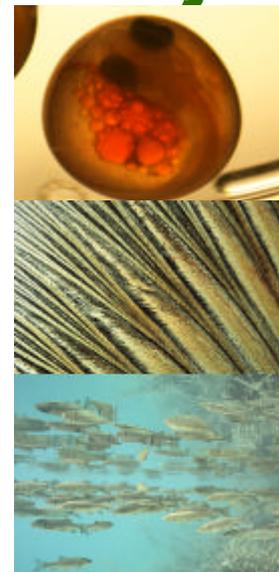
Resultados esperados en WP3:



- Desarrollo de una base científica y herramientas asociadas para:
 - ✓ Predecir el comportamiento de radionucleidos en presencia de otros contaminantes y evaluar el impacto.
 - ✓ Evaluar si los estándares de protección frente a la radiación son óptimos en un contexto de contaminación mixta.
- Resultados de I+D integrados y un marco para las evaluaciones de riesgo asociado para una evaluación crítica de cómo las condiciones de mezclas de contaminantes d pueden afectar a los estándares de PR.

Objetivo

Mejorar la base científica de los criterios para la protección de especies no humanas y su aplicación como niveles de referencia en PR del medio ambiente.



Actividades

- Identificar cómo diferentes características de los organismos (ej. longevidad, fertilidad específica de edad, edad de primera reproducción) influyen en la propagación de los efectos radiológicos desde individuos a poblaciones.
- Probar la capacidad de las herramientas “ómicas” para aumentar la comprensión:
 - a) Sobre cómo la radiosensibilidad a niveles molecular y de individuo pueden mecanísticamente ligarse al impacto sobre individuos y poblaciones.
 - b) Cómo las características de dosis (ej. tipo de radiación, órganos diana) influyen en la eficacia biológica del daño radiológico.

¿Qué sabemos? ¿Qué no sabemos?

- **El ADN es uno de los primeros blancos** para la inducción de efectos por radiación en TODOS los organismos vivos
- **Efectos directos** (ionización de biomolécula) y **efectos indirectos** (radiolisis del H₂O, ROS)
- A pesar de que la primera reacción es universal entre especies, **las respuestas a la irradiación varían ampliamente:**
 - **De un tipo de radiación a otro (hasta un factor de 50)**
 - De exposiciones agudas a crónicas (1-2 órdenes de magnitud)
 - Entre tipos de células y tejidos
 - Entre tipos de efectos (reproducción es el efecto más sensible)
 - Entre estadios del desarrollo (los más sensibles: embriones, larvas)
 - **Entre especies (hasta 6 órdenes de magnitud)**
 - **Entre niveles de organización biológica**
- **Las respuestas biológicas complejas están impulsadas por:**
 - Dosis y tasas de dosis absorbidas (biocinética en irradiación interna)
 - La cascada de reacciones desde acciones elementales a los resultados adversos
 - Los mecanismos de compensación y efectos indirectos.

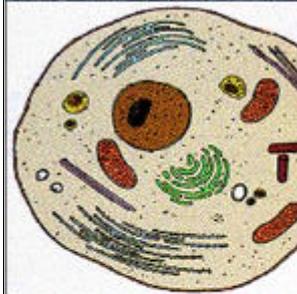


Ecosistema:
estructura &
función

Comunidades
Poblaciones de
especies

Especies:
Población

Individuo (su)



WP5 : Efectos ecológicamente relevantes de dosis bajas

Acciones tóxicas elementales a nivel de suborganismo

Modo de acción metabólico a nivel de individuo

Consecuencias adversas niveles superiores

Interacciones con Biomoléculas

Respuestas celulares

Respuestas tejidos/órganos

Respuestas organismo

Respuestas población

Comunidad y Ecosistemas

DNA
daños/repación,
Uniones a ligando,
oxidación...

Activación genes,
síntesis proteínas,
metabolitos

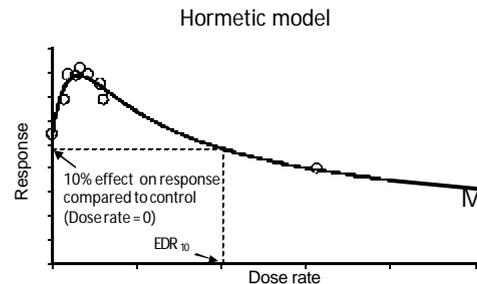
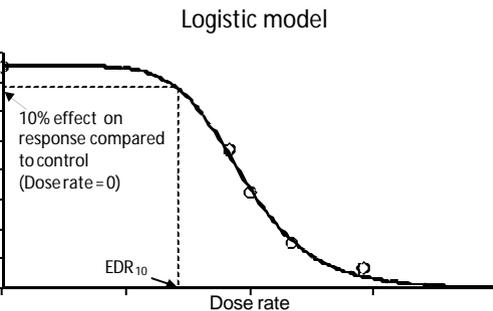
fisiología,
homeostasis,
alteraciones

reproducción,
crecimiento, muerte,
comportamiento,

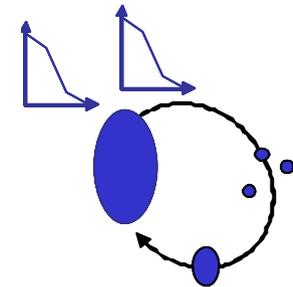
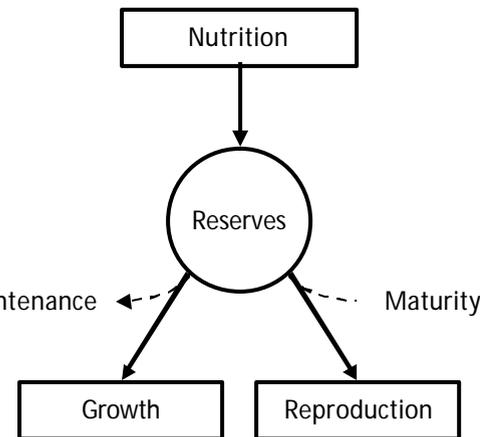
estructura,
extinción

estructura,
función, servicios

Modelización dosis-respuesta



Modelización DEB-tox



Modelo dinámico de poblaciones

"Dynamic Energy Budget"

Objetivo

Satisfacer la demanda de capacitación en radioecología de trabajadores y estudiantes de manera integrada y sostenible -

Actividades

- Contribuir a fortalecer y asegurar una plataforma europea de formación en radioecología, sostenible e integrada, que atraiga a estudiantes de alto nivel.
- Aumentar la movilidad de profesores y de científicos de STAR, para fomentar la cooperación, integración y aumentar las competencias.



Objetivo

Recopilar y diseminar la información de radioecología en un formato fácilmente accesible, de fácil uso y atractivo para un amplio rango de usuarios diferentes.

Actividades

- Establecer y mantener una **página electrónica** innovadora ("The Radioecology Exchange"), que constituya un sistema accesible para la gestión del conocimiento en radioecología a largo plazo.
- Desarrollar un sistema sostenible de **acceso público "en línea"** a catálogos, bases de datos, publicaciones, material para formación y descripciones de métodos
- Establecer **comunicación mediante sistemas interactivos** (Web 2.0), para alcanzar una mayor audiencia, incluyendo al público en general.
- Asegurar un **acceso abierto a la información** en radioecología relevante.

Search

- The STAR Workpackages
 - Integration and Infrastructure
 - Integrated Human & Non-Human Radiation Protection
 - Radiation Protection in a Mixed Contaminant Context
 - Ecologically Relevant Low Dose Effects
 - Mobility, Training and Education
 - Knowledge and Data Dissemination
- Consortium Members
- Collaborating with the STAR Network
 - STAR Job and Studentship Opportunities
- News from the STAR consortium
 - Newsletters from the STAR NoE
- Information sources related to Fukushima releases
 - Papers related to the Fukushima accident by STAR members



The Radioecology Exchange

 Tools ▾

STAR: Strategy for Allied Radioecology

Radioecology is the science that assesses the risks of radioactivity to humans and the environment. The need for radioecological expertise is increasing world-wide due to a renewed interest in nuclear energy and the associated environmental challenges related to the nuclear fuel cycle. Concurrently, educational opportunities in radioecology have steadily declined, leading experts are retiring, and funding for radioecological research is at a minimum.

STAR (Strategy for Allied Radioecology), a European Commission Network of Excellence in Radioecology (funded under the EURATOM programme), has been created to confront these challenges.

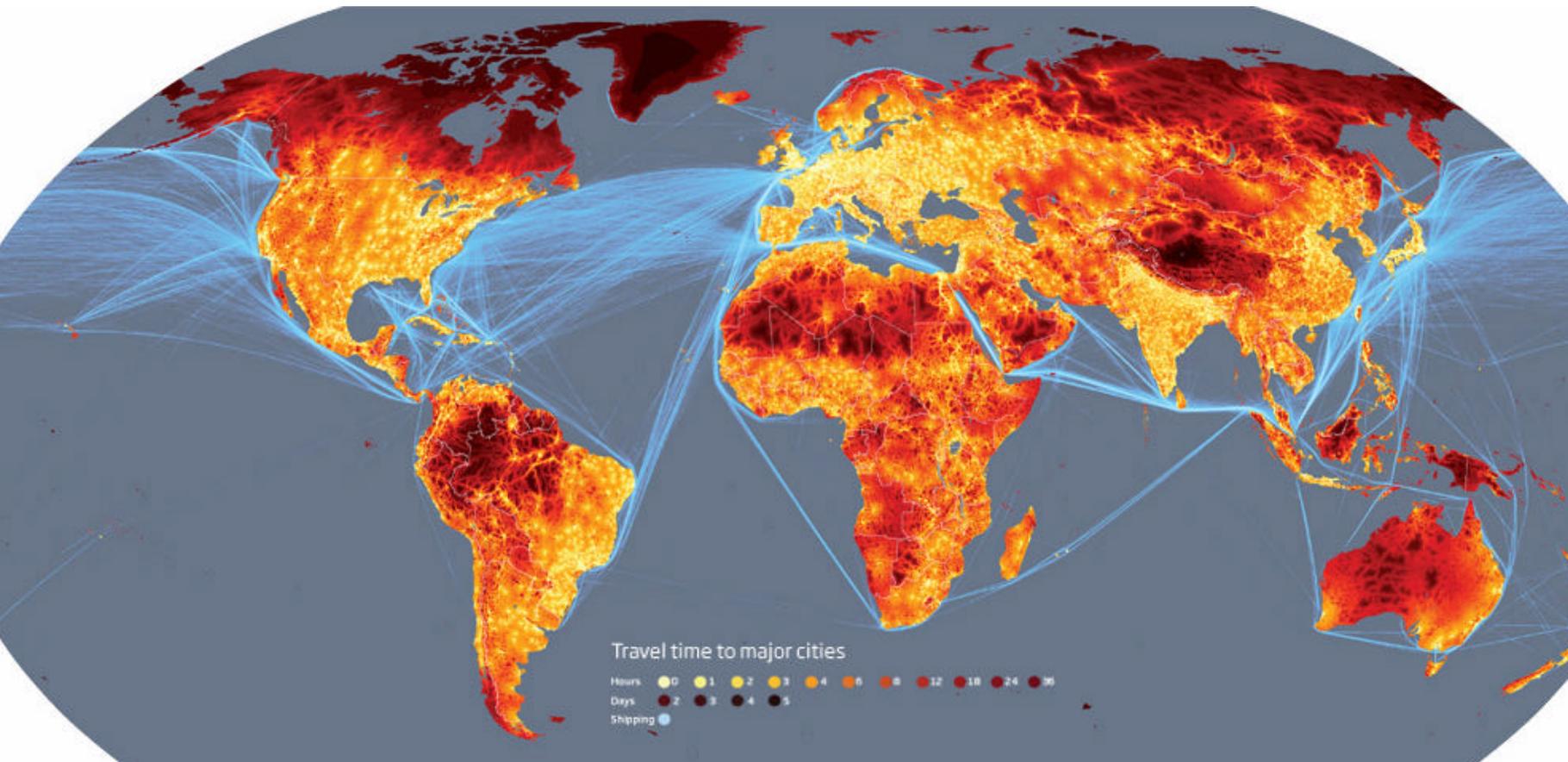
Fukushima Nuclear Accident

The devastation caused by Japan's earthquake and tsunami is compounded by continuing concern about releases of radioactive materials from the Fukushima Daiichi nuclear facility.

We have include a [page with links to various sources](#) giving information on the situation in Japan and monitoring data in Japan and other countries.

- Nuevas líneas de investigación interdisciplinarias.
- Uso compartido de infraestructuras, instalaciones y equipamientos.
- Aumentar la movilidad de los científicos de diversas áreas
- Proporcionar un programa integrado de formación y educación.
- Desarrollar métodos virtuales e interactivos de trabajo para promover la comunicación.
- Gestionar y usar de forma conjunta el conocimiento existente.

Alianza Europea en Radioecología



El “Equipo CIEMAT”

- Juan Carlos Mora y Beatriz Robles
(Unidad de Protección Radiológica del Público y del Medio Ambiente)
- José María Gómez-Ros
(Unidad de Dosimetría de radiaciones)

David Cancio (Encendió la “mecha” de este proyecto)

Muchas gracias