Nota: En este documento usted podrá incluir imágenes, gráficos, tablas, así como enlaces de acceso a videos, que considere relevantes para exponer su experiencia.

1. **Nombre del postulante:** Agustín Fernández Eguiarte
2. **Institución**: Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México.
3. **Categoría en el que se desea inscribir la propuesta (seleccione solo una):** Ciencia Abierta

- **Experiencias de aprendizaje transformador:** se premiarán aquellas experiencias en educación superior, que fundamentadas en el estudio de tendencias educativas actuales y emergentes, promuevan dinámicas innovadoras de aprendizaje y apunten a la mejora y la calidad de la educación, y a la disminución de la deserción.
- **Ciencia Abierta**: se premiarán aquellas estrategias implementadas que promuevan la creación, transmisión y aprovechamiento del conocimiento científico y tecnológico, entre los distintos actores, para fomentar la colaboración, transparencia, inclusión, cooperación internacional, la visibilidad científica regional, la apropiación social del conocimiento y el impacto.
- **Campus universitario innovador y sostenible:** se premiarán aquellas experiencias que promuevan desarrollo de infraestructura física y tecnológica, flexible y amigable con el medio ambiente, acompañada de servicios que garanticen e incentiven la generación de actividades académicas innovadoras, que redunden en la educación de calidad.
- **Reconocimiento al colegio innovador y transformador:** proyectos desarrollados en instituciones de educación básica o secundaria que evidencien la implementación de prácticas innovadoras de enseñanza efectiva y de calidad, así como el desarrollo de un hábitat innovador y sostenible, que facilite la transición de sus estudiantes a la educación superior.

4. **Título de la experiencia y/o proyecto innovador:** Atlas de COVID-19, clima, cambio climático y vulnerabilidad en México
5. **Palabras clave (entre 4 y 6 palabras separadas por comas)**
   Datos científicos geoespaciales, metadatos, interoperabilidad, visualización
6. **Tiempo de implementación de la experiencia y/o proyecto innovador**
   Más de un año
7. **Resumen de la experiencia y/o proyecto innovador (máximo 200 palabras)**
   El Atlas de COVID-19, clima, cambio climático y vulnerabilidad en México (AC4yV) se enmarca en el Repositorio Institucional de datos científicos geoespaciales del Centro de Ciencias de la Atmósfera (RICCA) de la Universidad Nacional Autónoma de México facilitando la búsqueda, interoperabilidad, acceso, reutilización, visualización y correlación de datos científicos en materia de variables sobre COVID-19, climatología, escenarios de cambio climático y vulnerabilidad al COVID-19 en México.
   El RICCA hasta el momento, es el único incluido en el Repositorio Nacional de Ciencia Abierta de México desarrollado mediante metadatos y tecnologías geoespaciales, siendo de igual forma interoperable con otros repositorios e infraestructuras de datos geográficos nacionales e internacionales.
   El AC4yV ha sido incorporado por el Open Geospatial Consortium (OGC) en su apartado "Geospatial resources related to the COVID-19 pandemic".
   El AC4yV es de utilidad para los tomadores de decisiones públicos y privados, así como en niveles educativos medios y superiores porque en sus metadatos describe los procesos y metodologías implementados en el desarrollo de las bases de datos y las visualiza interactivamente, lo cual facilita avanzar en la apropiación social del conocimiento, así como ser punto de partida para la generación de nuevo conocimiento científico en las temáticas abordadas.

8. **Descripción completa de la innovación y el proceso de implementación (Máximo 1000 palabras)**

El RICCA es un desarrollo tecnológico innovador porque además de describir, visualizar y poner a disposición de la sociedad y de los tomadores de decisiones tanto públicos como privados conjuntos de datos científicos mediante metadatos geoespaciales, permite continuar integrando datos e información de las diversas temáticas que aborda. Debido a que su desarrollo se fundamentó en sistemas de código abierto puede ser replicado en instituciones, tanto nacionales como de otros países, que generan grandes volúmenes de datos e información geográfica y que requieren integrarla, manejarla y visualizarla mediante estándares internacionales de metadatos geográficos.

Se trata de una nueva alternativa de desarrollo tecnológico que también sirve como punto de partida para la generación de nuevo conocimiento científico y que es de utilidad en los niveles educativos medios y superiores porque en sus metadatos describe y visualiza en forma sencilla y amigable los datos y la información que contiene, lo que permite avanzar en la apropiación social del conocimiento, es decir, en la comunicación entre los científicos y la sociedad en su conjunto para contribuir en la generación de políticas públicas conjuntas que, entre otros beneficios, incidan en una mejor gestión integral del riesgo y en la cultura de la prevención ante los impactos de desastres asociados a la pandemia de COVID-19 y los fenómenos hidrometeorológicos, climáticos y de cambio climático.

La Ley de Ciencia y Tecnología de México establece que: “las instituciones de educación superior y Centros de Investigación podrán constituir repositorios por disciplinas científicas y tecnológicas u otros que se determinen, a fin de diseminar la información científica y tecnológica que se derive de sus productos educativos y académicos, y en general de todo tipo de investigaciones que

realicen, cualquiera que sea su presentación, de acuerdo con criterios de calidad y estándares técnicos que emita el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)".

En este marco en el año de 2018, se desarrolló la primera etapa del Repositorio Institucional de datos científicos geoespaciales del Centro de Ciencias de la Atmósfera (RICCA) de la UNAM para continuar su actualización y poblamiento con nuevas variables de climatología continental, oceánica, atmosférica y cambio climático. A partir de enero de 2020 se incorporaron y visualizaron ininterrumpidamente bases de datos diarias de variables de COVID-19 a nivel estatal y municipal del país, así como un estudio de vulnerabilidad municipal al COVID-19. El RICCA se desarrolló e implementó con base en las tecnologías y metodologías siguientes:

8.1 GeoNetwork Opensource.

GeoNetwork Opensource es una aplicación informática de software libre y código abierto de catalogación para recursos referenciados al espacio geográfico. Es decir, es un catálogo de información orientada a lugares.

GeoNetwork en su versión: 3.0.4.0 es el sistema utilizado para el desarrollo y catalogación de las bases de datos del RICCA de la UNAM.

Los protocolos que maneja el sistema GeoNetwork para la interoperabilidad de los datos y la información, son los siguientes: Open Geospatial Cosortium Catalog Service for the Web (OGC CSW), Open Archives Initiative – Protocol for Metadata Harvesting (OAI-PMH), OpenSearch y Z39.50. El protocolo utilizado para la interoperabilidad de los metadatos en el RICCA fue el OAI-PMH por así requerirse en los estándares técnicos del Repositorio Nacional de Ciencia Abierta del CONACYT.

Actualmente el RICCA integra, describe y visualiza en el AC4yV 12,156 bases de datos geoespaciales disponibles en: http://ri.atmosfera.unam.mx:8586/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/home

8.2 Metadatos geográficos

Los metadatos estructurados en estándares geoespaciales constituyen un soporte eficiente de acceso a las bases de datos mediante un conjunto de elementos y terminologías comunes que permiten búsquedas eficientes y expeditas de los datos requeridos, de igual forma describen los procesos, consistencia y calidad de la información evitando la pérdida de partes importantes sobre el conocimiento de los datos.

La catalogación adecuada y estandarizada de los datos geoespaciales facilita a los usuarios una mejor evaluación de los datos para optimizar su producción, almacenamiento y actualización. Los estándares de metadatos que incorpora el sistema GeoNetwork son: ISO 19115:2003 de la International Organization for Standardization (ISO), Dublin Core de la Dublin Core Metadata Initiative y DataCite.

El estándar ISO 19115:2003 y sus correspondientes complementos: ISO 19115-1:2014, ISO 19115-2:2019 (previa ISO 19115-2:2009 - Part 2), ISO/TS 19115-3:2016 e ISO/TS 19139-2:2012, está recomendado por el Digital Curation Centre (DCC) para la descripción de datos e información de las geociencias.

Dublin Core es un modelo de metadatos diseñado la descripción de documentos en general muy utilizado en bibliotecas. La International Organization for Standardization lo define en su norma ISO 15836 del año 2009 y la National Information Standards Organization (NISO) en su norma NISO Z39.85-2012. DataCite constituye un estándar de metadatos para datos generales de

investigación que facilita su citación. Es un híbrido para recursos documentales y datos que se empieza a utilizar en bibliotecas, pero no constituye un metadato diseñado para datos geográficos por lo que limita su estructuración y descripción, aunque con menor severidad que el estándar Dublin Core.

Por estas razones y por la naturaleza de las bases de datos científicas geoespaciales del RICCA el estándar de metadatos seleccionado para su estructuración fue el ISO/TS 19139-2:2012.

8.3 Geoserver Opensource

Para generar el AC4yV se desarrolló e implementó un servidor de mapas interactivo en Internet con base en el sistema GeoServer Opensource con el objeto de visualizar las bases de datos contenidas y disponibles para su descarga en los metadatos del RICCA. Desde los propios metadatos del RICCA se puede acceder a los mapas interactivos del AC4yV y recíprocamente desde los despliegues cartográficos del AC4yV es posible acceder al metadato de la variable correspondiente en el RICCA.

Geoserver es un servidor en código abierto para visualizar, compartir e interoperar bases de datos e información geoespacial utilizando, al igual que GeoNetwork, el estándar Web Map Service (WMS) definido por el Open Geospatial Consortium (OGC).

9. **Principales resultados e impacto de la iniciativa. Incluya indicadores concretos, evidencia de aplicación en otros contextos, alianzas interáreas o interinstitucionales, etc. (Máximo 600 palabras)**

El AC4yV integra hasta el 30 de junio de 2021 12,156 bases de datos geoespaciales climáticas, de cambio climático, sobre COVID-19 y vulnerabilidad

las cuales se encuentran disponibles para su descarga y visualización en cualquier navegador web, así como en la versión para dispositivos móviles del propio AC4yV. La visualización interactiva de las variables de COVID-19 permite su consulta puntual municipal o estatal y la correlación con las demás variables del propio AC4yV. Figuras 1, 2, 3, 4 y 5.

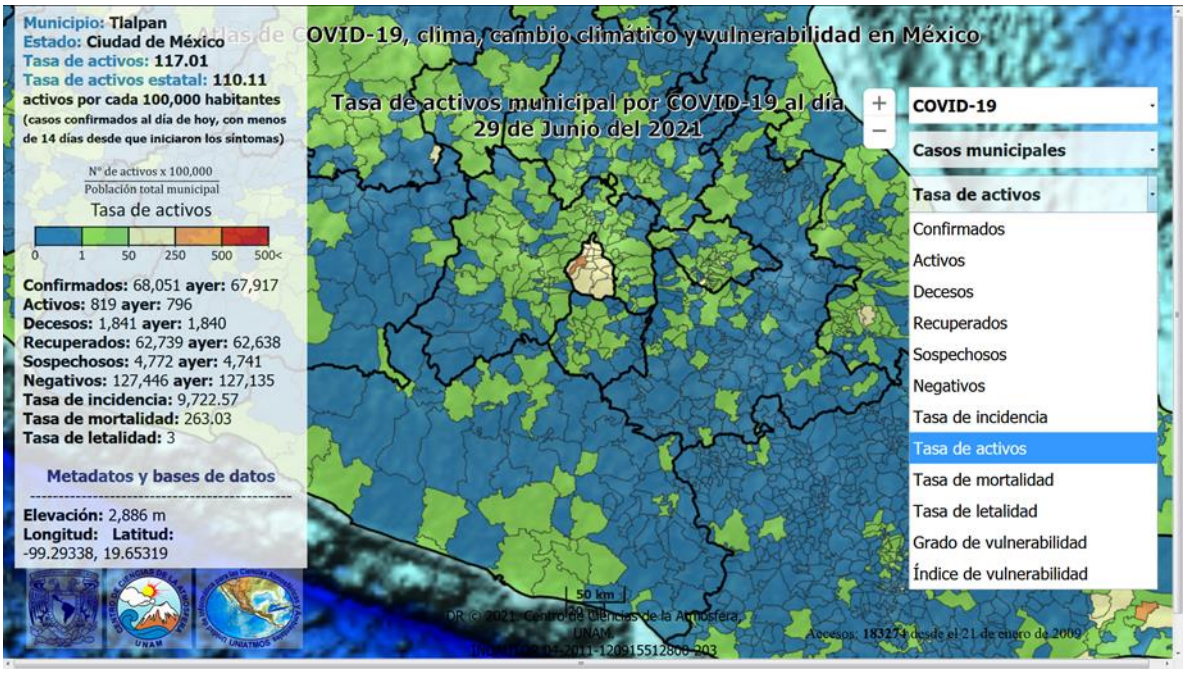

Figura 1. Despliegue y consulta puntual de variables de COVID-19 en el Atlas de COVID-19, clima, cambio climático y vulnerabilidad en México. Consulta de metadato

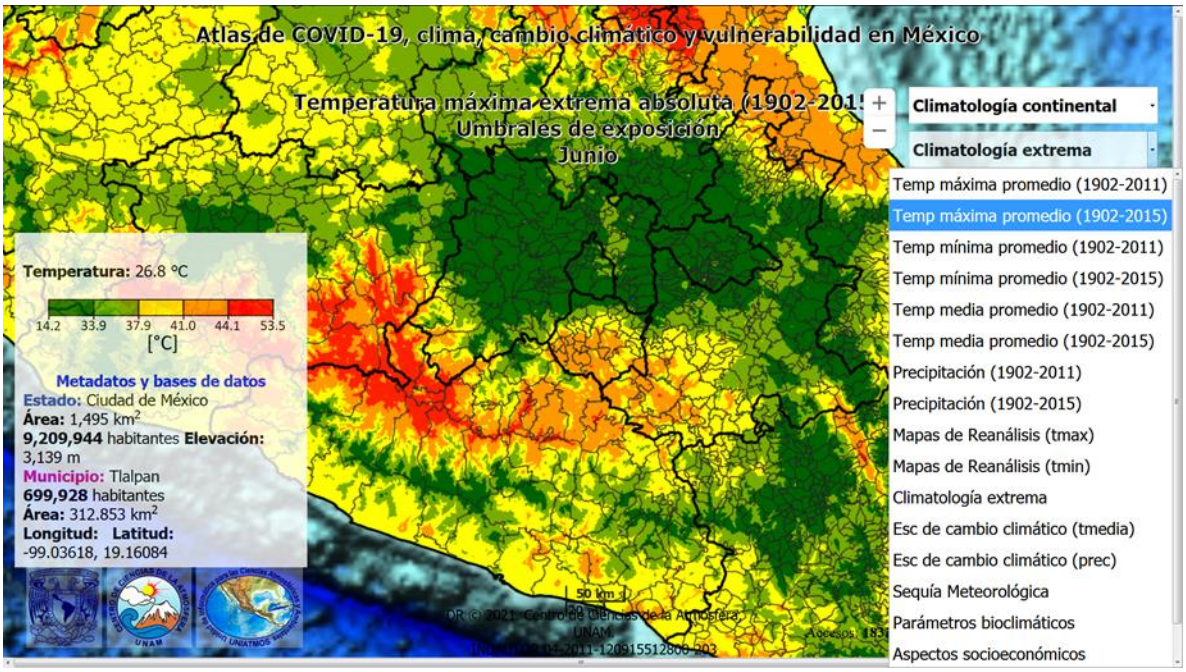

Figura 2. Despliegue y consulta puntual de variables de Climatología continental en el Atlas de COVID-19, clima, cambio climático y vulnerabilidad en México. Consulta de metadato

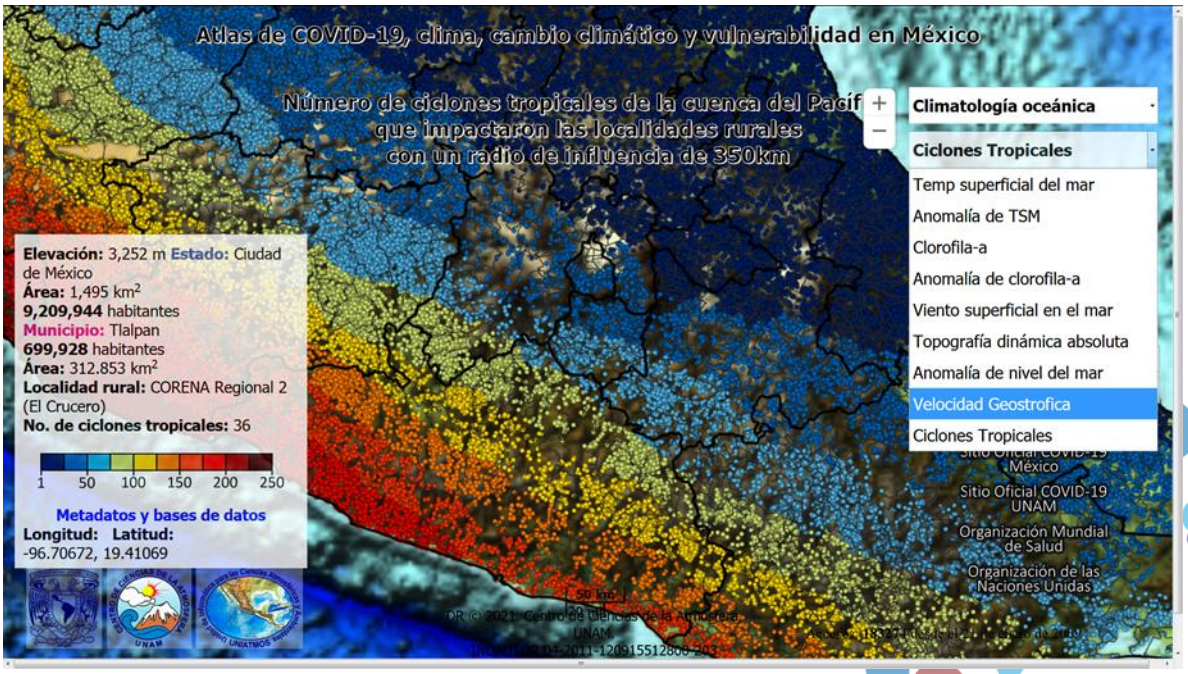

Figura 3. Despliegue y consulta puntual de variables de Climatología oceánica en el Atlas de COVID-19, clima, cambio climático y vulnerabilidad en México. Consulta de metadato

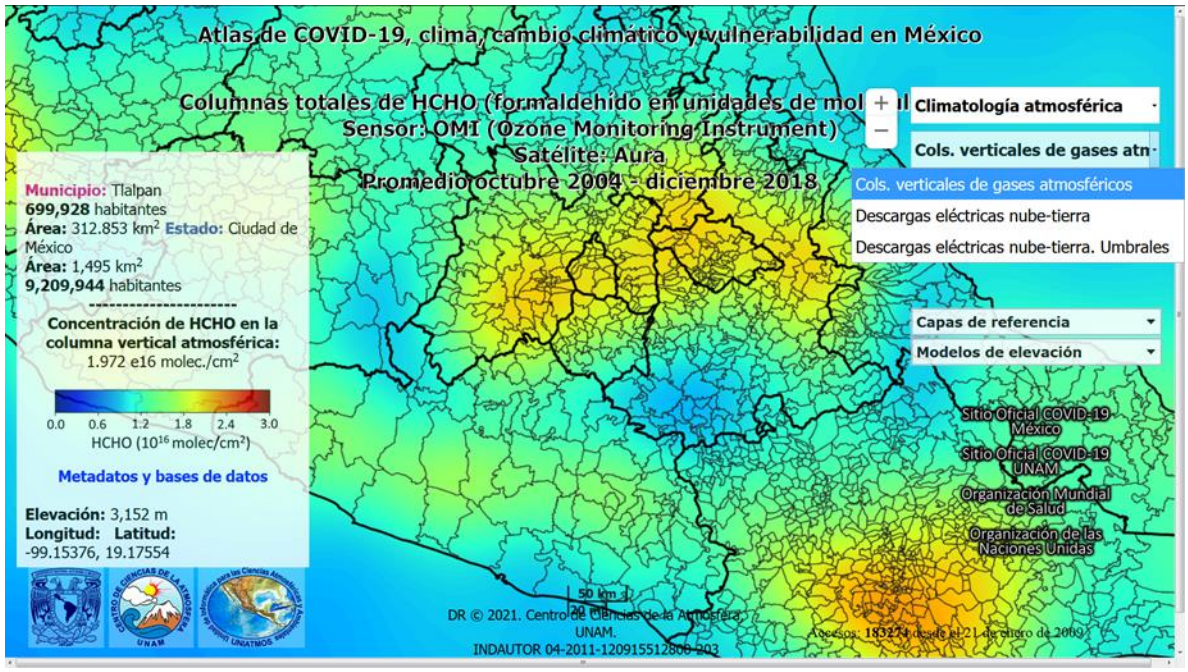

Figura 4. Despliegue y consulta puntual de variables de Climatología atmosférica en el Atlas de COVID-19, clima, cambio climático y vulnerabilidad en México. Consulta de metadato

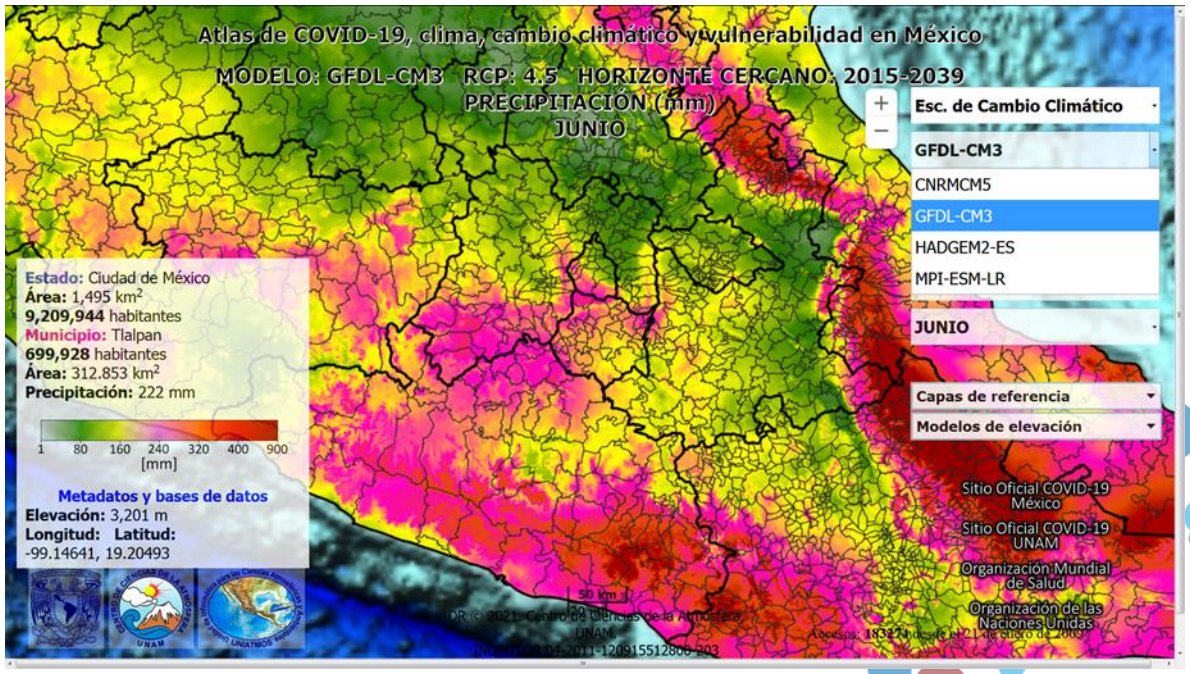

Figura 5. Despliegue y consulta puntual de variables de Escenarios de cambio climático en el Atlas de COVID-19, clima, cambio climático y vulnerabilidad en México. Consulta de metadato

Las metodologías, procesos y control de calidad para generar las bases de datos de las variables de COVID-19, continentales, oceánicas, atmosféricas y de escenarios de cambio climático se describen en los metadatos correspondientes. Los procesos se realizaron en la Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM en estrecha colaboración con grupos de investigación especializados de cada una de las temáticas desarrolladas en el AC4yV y cuyos nombres, créditos, instituciones y contactos se encuentran especificados en los metadatos correspondientes.

El AC4yV utiliza infraestructuras de datos y estándares del Open Geospatial Consortium (OGC) para su desarrollo y se ajusta totalmente a los principios internacionales, Findable, Accesible, Interoperable and Reusable (FAIR). La propia OGC incorporó el AC4yV en su sección "Geospatial resources related to the COVID-19 pandemic".

La Dirección General de Repositorios Universitarios (DGRU) de la UNAM ha apoyado el desarrollo del AC4yV desde sus antecedentes y actualmente es un proyecto piloto de la propia DGRU.

Con datos del AC4yV se desarrollaron estudios sobre la distribución espacio temporal de variables de COVID-19 en municipios de diez diferentes estados y regiones de México. Los datos climáticos y de cambio climático han sido utilizados en numerosos estudios sobre impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en México y los países centroamericanos.

Un nuevo proyecto de investigación encabezado por el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, denominado: "La Ciudad de México, de la ciencia a la acción ante el cambio climático y el mejoramiento de la calidad del aire", integrado por más de 50 grupos de académicos, de la sociedad civil y del sector público y privado se encuentra sometido para su evaluación dentro de la Convocatoria 2021 del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México.

La Convocatoria plantea buscar soluciones para lograr una recuperación verde post COVID 19 y resiliente de largo plazo; en ella también se señala que hace falta aún mucha información, análisis e integración de datos locales y regionales para entender la magnitud de los riesgos climáticos, los costos y consecuencias de la inacción, así como generar instrumentos, herramientas y nuevas plataformas de comunicación con la ciudadanía.

Con base en los avances del AC4yV y dentro de dicho proyecto se propone desarrollar un nuevo repositorio geocientífico en colaboración con todos los grupos participantes.

10. **¿Por qué considera que su proyecto es relevante en la categoría seleccionada? (máximo 200 palabras)**

El desarrollo del AC4yV sienta las bases para la integración en repositorios temáticos de los grandes volúmenes de datos científicos geoespaciales que se generan en México y en otros países de Latinoamérica dentro de los principios internacionales, Findable, Accessible, Interoperable and Reusable (FAIR) y constituye una aportación al Programa: Guidelines on FAIR Data Management in Horizon 2020.

El AC4yV es un aporte relevante en el proceso que ha iniciado la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en el marco del proyecto LEaders Activating Research Networks (LEARN) para la Gestión de Datos de investigación (GDI).

El AC4yV también resulta relevante porque impulsa las Políticas para la Ciencia Abierta y los Datos Científicos en América Latina de La Referencia.

Los contenidos del AC4yV pueden ser cosechados por diversas iniciativas internacionales de infraestructuras de datos científicos desarrolladas con tecnologías geoespaciales, por ejemplo, la European Environment Agency (EEA), la Infrastructure for Spatial Information in Europe (INSPIRE), el World Meteorological

Organization Information System (WIS) y la Data Observation Network for Earth (DataONE). Recíprocamente el AC4yV posibilita cosechar en minutos las bases de datos de dichos organismos y es interoperable con cualquier otro repositorio mediante protocolos de transferencia de metadatos.

11. Lecciones aprendidas (Máximo 400 palabras)

La experiencia obtenida en el desarrollo del AC4yV demuestra que su repositorio puede ser adaptable y replicable a la gran cantidad de datos geoespaciales que se generan en diversas instituciones académicas y gubernamentales de México y de otros países, que en el mejor de los casos se encuentran disponibles en Acceso Abierto en una amplia diversidad de formatos, pero sin metadatos geográficos estructurados en estándares internacionales conforme a los principios FAIR y sin estar incorporados a repositorios geográficos temáticos.

Otro aspecto importante es que el desarrollo del AC4yV se basó en su totalidad en sistemas de código abierto, por lo cual lo cual los costos de operación y desarrollo son considerablemente menores a aquellos que utilizan sistemas de software propietario.

Para realizar la cosecha de metadatos del AC4yV en el Repositorio Nacional de Ciencia Abierta del CONACYT hubo necesidad de transformarlos a los estándares Dublin Core y DataCite ya que hasta el momento el Repositorio Nacional no es compatible con el estándar ISO 19115, lo que ocasionó la pérdida de una parte de las componentes geográficas de los metadatos originales, sin embargo, en el repositorio del AC4yV se encuentran disponibles los metadatos geográficos originales y completos.

Por último, el AC4yV también participa actualmente en la iniciativa internacional Virus Outbreak Data Network (VODAN) en el marco de la de la Data Together on Fostering Cooperation Among Open Science Platforms.

La iniciativa VODAN declara “La propagación del virus que causó el brote de COVID-19 está lejos de terminar. Durante esta epidemia y en ocasiones anteriores, hemos visto una gestión y reutilización de datos muy deficientes. Además, el acceso a datos inmensamente valiosos de epidemias pasadas y actuales no siempre es igualmente accesible para las diferentes poblaciones y países afectados. Por ejemplo, los datos de las últimas epidemias de ébola son muy difíciles de encontrar, de acceder y, si son accesibles, no son interoperables, y mucho menos reutilizables. Ante la urgente necesidad de aprovechar el aprendizaje automático y los enfoques futuros de la inteligencia artificial (IA) para descubrir patrones significativos en los brotes epidémicos, debemos hacerlo mejor y asegurarnos de que los datos sean FAIR”.

12. **Sitios web que evidencien el desarrollo de la experiencia y/o proyecto innovador**

http://ri.atmosfera.unam.mx:8080/ACVC/servmapas

http://atlasclimatico.unam.mx/archivos/ACVC.mp4

http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/

https://uniatmos.unam.mx/proyectos.html