

GENERACIÓN Y GESTIÓN DE DATOS HIDRO- METEOROLÓGICOS Y ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO REPÚBLICA DOMINICANA

Trabajo realizado por:

Producto 1 Plan de Trabajo



Fecha: 15 de octubre de 2022

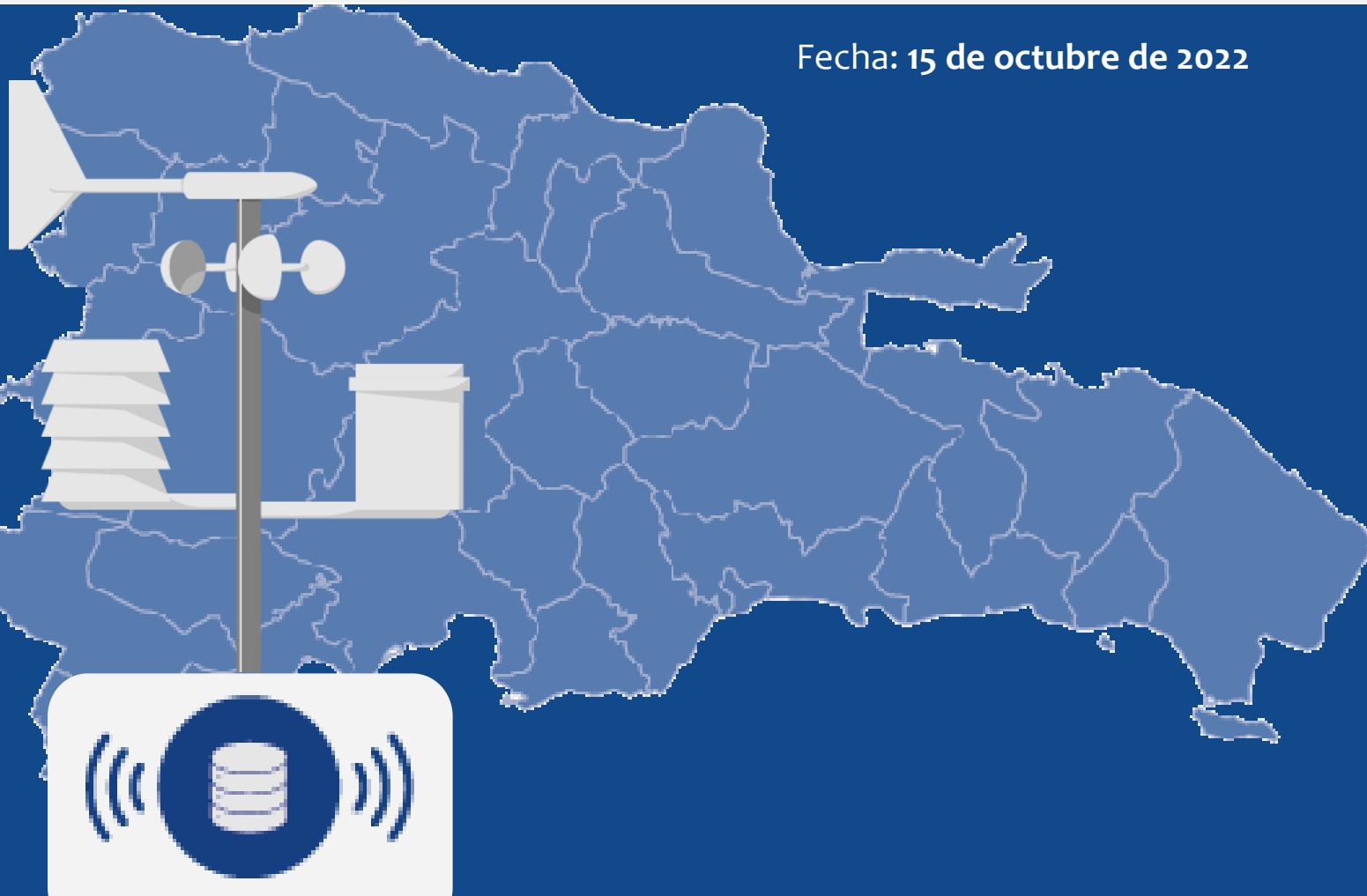


TABLA DE CONTENIDO

ANTECEDENTES.....	4
Descripción del proyecto: OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.....	7
Descripción del proyecto: GOBERNANZA.....	18
Descripción del proyecto: CRONOGRAMA.....	19
TALLER DE ARRANQUE.....	20
BIBLIOGRAFÍA.....	24
ANEXO 1: CUESTIONARIO.....	27
ANEXO 2: Agenda Taller.....	28
ANEXO 3: Lista de participantes.....	29
ANEXO 4: Ficha de análisis FODA.....	30



ANTECEDENTES

El cambio climático es uno de los problemas ambientales de mayor preocupación a escala planetaria, siendo altamente probable que las acciones humanas sean la causa principal del calentamiento global responsable de las modificaciones climáticas recientes.

Aunque con características que dependen de la región específica, los efectos del fenómeno se están volviendo cada vez más evidentes en todo el planeta, y las proyecciones indican que seguirán ampliándose los impactos negativos asociados al cambio climático.

Debido a su posición geográfica, a la típica fisiografía de su territorio, así como a sus características socioeconómicas, la República Dominicana es altamente vulnerable al cambio climático. Por lo tanto, desarrollar acciones apropiadas de adaptación es imprescindible para el futuro del país, por las importantes consecuencias económicas y financieras.

En este contexto, el conocimiento de la manera en que ocurren los fenómenos meteorológicos y climáticos, como lluvia, viento, sequía, entre otros, es fundamental para la toma de decisiones a nivel de territorio. En efecto, conocer el historial de ciertos eventos y su estado en el presente es clave para establecer una planificación que, mientras maximiza la productividad, reduce las pérdidas económicas de distintos sectores: agricultura, energía, turismo, infraestructuras, entre otros.

Esto es aún más relevante en condiciones de cambio climático, donde se observa y proyecta un incremento de los eventos extremos asociados a todas las variables meteoroclimáticas.

Todos los sectores de la sociedad y la economía dependen del acceso a datos meteorológicos e hidrológicos de calidad para realizar sus funciones diarias y alcanzar sus metas, tal como demuestran las situaciones descritas a continuación:

- a. Un o una productora agrícola que necesite tomar un préstamo para una siembra debe poder contar con previsiones de calidad, para evitar sembrar en condiciones meteoroclimáticas que puedan dañar la plantación o su producto, haciéndole perder la inversión.
- b. Una empresa que esté haciendo planes de instalar una nueva fábrica necesita garantías de que el sitio que escoja no se inunde.
- c. El Ministerio de Obras Públicas y Comunicación, empeñado en la construcción de un nuevo puente, necesita conocer el comportamiento del río a lo largo del tiempo, para poder ubicarlo en el sitio más apropiado y estructurarlo de manera que resista a las crecidas extremas.
- d. El ayuntamiento de un municipio que esté en el proceso de elaborar su Plan de Ordenamiento Territorial necesita datos fehacientes que permitan definir de manera apropiada la destinación de uso en el territorio municipal.
- e. Una o un estudiante que esté desarrollando un trabajo de investigación en su comunidad sobre el cambio climático o sobre los riesgos asociados al fenómeno necesita series históricas de variables climáticas.

La República Dominicana, como miembro de la OMM, a través de la Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET), ha venido avanzando en el proceso de integración a iniciativas internacionales orientadas a la aplicación del Marco Mundial para los Servicios Climáticos (GFCS, por sus siglas en inglés).

Sin embargo, son todavía significativos los desafíos que el país enfrenta para poder garantizar la provisión de Servicios Climáticos (SC) de calidad.

Entre las prioridades a ser enfrentadas están:

- **La República Dominicana no cuenta con un inventario nacional de los puntos de medición meteoroclimática y**

de sus características.

- **El análisis preliminar de los puntos de medición evidencia su insuficiencia.** Sin embargo, es necesario cuantificar el déficit de la red de medición, plantear el desarrollo óptimo de esta y definir una hoja de ruta para alcanzarlo.
- **La sostenibilidad de la red de monitoreo existente es reducida:** de las estaciones de monitoreo que pertenecen a la ONAMET y al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), unas 150 en total, el porcentaje de puntos de medición inhabilitado o fuera de transmisión supera el 40%.
- **El acceso a la información hidrometeorológica es complicado,** tanto por los protocolos de solicitud como por los tiempos de espera. Este último punto está en parte ligado a la estructura de las bases de datos institucionales y a la **inexistencia de una base de datos única a nivel nacional.**

En este contexto, el proyecto “Generación y gestión de datos hidrometeorológicos y escenarios de Cambio Climático República Dominicana” surge con el propósito de mejorar la calidad de los datos y el acceso a ellos en la República Dominicana y es producto de la acción conjunta del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), la Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET), el Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio (CNCCMDL), el Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo (MEPyD), y el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), bajo la coordinación de la Presidencia de la República y el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Los productos que serán entregados incluyen:

- El diagnóstico de la situación actual de la generación, manejo y entrega de datos en el país, incluyendo el déficit de la red de medición meteorológica e hidrológica;
- Un plan de acción que responda a las necesidades de mejora identificadas, incluyendo un plan de inversión para densificar la red de medición;
- La elaboración de una base de datos y portal de acceso a datos meteorológicos e hidrológicos.

Todo esto contribuirá a hacer frente a los desafíos que la República Dominicana tiene al respecto, tales como carencia de acceso a buenos datos, complicaciones en el acceso a la información meteorológica e hidrológica, déficit de la red de medición existente, entre otros.

Por lo tanto, la ejecución del proyecto generará beneficios significativos para la población dominicana, puesto que, a partir de sus productos, se podrá contar con informaciones clave para que se pueda:

- Planificar estructuras e infraestructuras más resistentes;
- Establecer planes de adaptación diseñados en función de realidades específicas y, por esto, más costo-efectivos;
- Reducir el gasto público asociado a la respuesta a emergencias;
- Reducir las pérdidas y daños asociados a eventos meteorológicos;
- Mejorar la productividad de los diferentes sectores económicos, gracias a la posibilidad de establecer planes de adaptación a las condiciones climáticas futuras;
- Reducir los niveles de incertidumbre en la planificación de actividades vinculadas a previsiones meteorológicas.

Este documento contiene el Plan de Trabajo del proyecto, estructurado en los capítulos siguientes:

1. **Antecedentes**, cuyo contenido es parte de la presente introducción;
2. **Descripción del proyecto: OBJETIVOS Y METODOLOGÍA**, con el detalle del propósito de las acciones y de la metodología que será implementada en cada uno de los componentes;
3. **Descripción del proyecto: GOBERNANZA**, sobre el mecanismo interinstitucional establecido para su implementación;
4. **Descripción del proyecto: CRONOGRAMA**, con las informaciones sobre los tiempos de implementación de las diferentes etapas;
5. **Taller de arranque**, en el cual se sintetizan los resultados del evento de inicio del proyecto, el cual incluyó un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), llevado a cabo por los y las representantes de las principales entidades productoras de datos meteorológicos e hidrológicos.
6. **Bibliografía**, con las principales fuentes bibliográficas de referencia.



Descripción del proyecto: OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El proyecto surge con el propósito de mejorar la calidad de los Servicios Climáticos en la República Dominicana, como instrumento clave para la definición de políticas de adaptación al cambio climático.

Sus objetivos específicos son:

1. Profundizar el diagnóstico de la situación actual de los SC en la República Dominicana, incluyendo la descripción detallada de la generación, disponibilidad, accesibilidad, calidad, manejo, uso, gestión y gobernanza, así como la transformación y manipulación de datos originales e informaciones derivadas, entre las cuales las derivantes de escenarios de cambio climáticos para el país.

Este objetivo incluye proponer acciones para la mejora de los SC para diferentes sectores de desarrollo del país, tomando como base el diagnóstico actual y los hallazgos que se obtengan de esta propuesta. Además, incluye la evaluación de la densidad óptima de la red de medición meteorológica del país, identificando su déficit actual.

2. Elaborar un plan de acción que responda a las necesidades de mejora identificadas, partiendo de la socialización de los resultados de los diagnósticos con las instituciones públicas del país más directamente vinculadas con los SC, favoreciendo el establecimiento de un diálogo interinstitucional que sienta las bases para el fortalecimiento de la disponibilidad y el acceso de datos meteorológicos e hidrológicos. El plan incluirá también acciones específicas para la densificación de la red de medición, en base a los resultados de la evaluación realizada en la etapa anterior.
3. Establecer los criterios y supuestos para la elaboración de una base de datos meteorológicos e hidrológicos usando software de código abierto, una Interfaz de Programación de Aplicaciones (API, por sus siglas en inglés), y una o varias interfaces de usuario, como portales web y/o aplicaciones móviles, que faciliten el almacenamiento, la interacción, selección y descarga de datos meteorológicos en el país.

Por lo tanto, el proyecto está estructurado en tres componentes principales:

1. Diagnóstico de la situación actual de los SC en la República Dominicana;
2. Elaboración de un plan de acción para la mejora de los SC en el país;
3. Establecimiento de los criterios y supuestos para la elaboración de una Interfaz de Programación de Aplicaciones y aplicaciones para usuarios.



1 Diagnóstico de la situación actual de los SC en la República Dominicana

Punto de inicio del diagnóstico será el estudio llevado a cabo en 2021 con financiamiento de la AFD, el cual proporciona una evaluación de los SC del país, con especial enfoque en el sector agrícola (AFD, 2021). El mismo está sustentado en los principios establecidos por la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2011; 2014), así como en los criterios definidos en diferentes estudios técnico-científicos realizados en materia. (Grieser et al., 2014; Vaughan & Dessai, 2014; Vogel et al., 2017; Wall et al., 2017; Dinku et al., 2018)

A partir de los conocimientos existentes, se procederá a profundizar la evaluación de la calidad de los SC, a través de una actualización del estado de los SC en el país, basada, poniendo paralelamente al día las técnicas de evaluación. En efecto, la evolución que los SC y la investigación sobre ellos han experimentado en los últimos 20 años ha puesto cada vez más en evidencia que la evaluación de su calidad es un tema central para orientar la toma de decisión efectiva al respecto (Bremer et al., 2021). A la vez, también ha evidenciado la complejidad del proceso de estimación, puesto que los elementos a tomar en cuenta, su rango de aplicación, así como los tipos de SC están en continua evolución y ampliación (Bremer et al., 2021). Por esto, es fundamental la revisión de los avances técnico-científicos en tema de herramientas que garanticen una evaluación cada vez más efectiva.

De manera particular, la evaluación se fundamentará en los lineamientos de la Alianza para el Desarrollo Hidrometeorológico (2021), así como de los Servicios Climáticos para el Desarrollo Resiliente (CSRDR, por sus siglas en inglés) (<http://cs4rd.org>) y del Partenariado para los Servicios Climáticos (CSP, por sus siglas en inglés) (<https://climate-services.org>).

Con estas premisas y en línea con los requerimientos contenidos en los Términos de Referencia de la consultoría, el nuevo diagnóstico incluirá los siguientes elementos, que constituyen un complemento y actualización del estudio del 2021:

- **Actualización del mapeo de actores relevantes para los SC**, identificando para cada uno de ellos: capacidades, recursos e infraestructura para mantener y garantizar la sostenibilidad de la recolección, almacenamiento, transformación, mantenimiento y distribución de los datos.

A partir del estudio de 2021, típicamente centrado en el sector agrícola, el análisis será extendido a otros sectores relevantes del país, entre los cuales se podrán considerar el sector energético, el de infraestructura vial, el turístico, el urbano, etc. La lista definitiva de los sectores y/o sistemas en los cuales enfocar el análisis será consensuada en base a las prioridades establecidas en la política del país y mediante consulta con actores relevantes.

Una vez que se establezcan los sectores a estudiar, el análisis de los SC será llevada a cabo siguiendo las indicaciones metodológicas formuladas por la OMM, así como aquellas contenidas en la literatura científica más reciente sobre el tema, incluyendo las fuentes citadas previamente en este documento, a las cuales se podrán sumar otras que deriven del análisis bibliográfico que será llevado a cabo en la fase inicial de la consultoría.

En los casos en que estén disponibles, se hará referencia a estudios previos que hayan, por sector, producido un análisis de riesgos y definidos acciones orientadas a la adaptación y la resiliencia, a partir de la identificación de vacíos de información y/o necesidades específicas de SC. De manera particular, se tomarán en cuenta los resultados del estudio “Infraestructura de transporte resiliente” (Woning et al., 2020), publicado en el 2020 y financiado por el BID, en el cual se aplicaron técnicas de análisis de Blue Spot (Larsen, 2010).

- **Línea de base de los datos meteoroclimáticos e hidrométricos históricos existentes en el país.**

La inclusión de los datos hidrométricos constituye un elemento nuevo respecto al estudio del 2021, que se enfocó exclusivamente en variables meteorológicas.

Para la evaluación de la calidad de los SC, la metodología incluirá los pasos sugeridos en Dinku et al., 2018, que contienen la definición de una métrica para la evaluación de los SC, así como para el seguimiento de sus avances. Dicha metodología fue aplicada en el estudio del 2021 para la evaluación de los SC generados por la ONAMET, entidad que representa el país ante la OMM.

En el estudio que se llevará a cabo, la metodología, oportunamente integrada, a partir de trabajos ya conocidos y/o de otros que se identificarán en la fase inicial de análisis bibliográfico, además de la ONAMET, será aplicada a otras entidades productoras de SC, entre las cuales el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI).

En la evaluación se incluirán indicadores específicos para valorar la calidad de las bases de datos de las diferentes entidades, como punto de partida para el análisis de los componentes descritos más adelante en este documento.

Además, se integrará la evaluación de la co-producción de SC (Vincent et al., 2018; Kolstad et al., 2019; Lahasa Putra et al., 2020; Máñez et al., 2021), especialmente relevante en un contexto como la República Dominicana, donde uno de los desafíos mayores en este tema está vinculado al marco institucional y a la posibilidad de que se establezcan mecanismos apropiados de interacción y sinergia entre diferentes actores, a diferentes niveles.

- **Línea de base de los escenarios de cambio climático elaborados en el país** (alineados con el reporte AR6 del IPCC, 2021).

Este componente será llevado a cabo a partir de los resultados contenidos en el diagnóstico reciente realizado en el ámbito del proyecto “Desarrollo de escenarios climáticos de precipitación, temperatura y ascenso del nivel del mar para los períodos 2020-2040, 2041-2060, 2061-2080 y 2081-2100” (CATHALAC & ENERGEIA, 2021).

- **Definición de la gobernanza y uso de los datos meteorológicos e hidrométricos, así como de los escenarios climáticos.**

La definición del marco de gobernanza será la base para identificar fortalezas y debilidades y así proponer medidas apropiadas que permitan mejorar los SC, a todos los niveles, desde su producción hasta su uso.

En este sentido, aunque con un enfoque en las instituciones públicas encargadas de la producción y gestión de datos hidrométricos y meteorológicos, la ONAMET y el INDRHI, el estudio tendrá una perspectiva más amplia, explorando escenarios que incluyan a otros actores, en una perspectiva de coproducción de SC.

- **Definición e implementación de la estructura de las bases de datos de las principales entidades productoras, especialmente ONAMET e INDRHI**, incluyendo la determinación de los estándares de calidad aplicados.

La descripción de la estructura de las bases de datos hidrológicos y meteorológicos existentes responde al objetivo de realizar un censo del sistema de recolección y gestión de datos hidrológicos y meteorológicos que actualmente existe en el territorio nacional, incluyendo la manera en que los datos son almacenados y manejados. Su implementación partirá de la actualización de las entidades productoras de datos, las cuales serán entrevistadas para conocer:

- a. La **lista de las estaciones** que manejan, incluyendo las siguientes informaciones: coordenadas, altitud, año de entrada en funcionamiento, estado actual de funcionamiento, variables medidas, tipo de instrumentos instalados, entre otras.
- b. **Estructura de las bases de datos** en las cuales son almacenados y manejados los datos recolectados.

Esto conllevará el estudio de por lo menos los siguientes componentes:

- a. Diseño de base de datos. Se diseñará un modelo de base de datos que no esté circunscrita a un motor específico. El modelo de la base de datos debe adaptarse a las realidades y necesidades institucionales, así como a las del público meta que la usará. Deberá cumplir con estándares y prácticas recomendadas por la OMM, así con los criterios de la Oficina Nacional de Estadística (ONE). Es recomendable que este diseño incluya consulta con entidades homólogas de otros países que dispongan de bases de datos ya en funcionamiento. Para ello se considerará uno o más de los siguientes países: Panamá, México, Chile o Colombia.
- b. Implementación de la base de datos. Se elegirá el motor de base de datos a usar, el cual deberá satisfacer las necesidades del modelo diseñado en el paso anterior. Los motores más populares en el dominio del código abierto son PostgreSQL, MariaDB, y MongoDB (NoSQL).

Para el diseño de la base de datos -colección de información y datos almacenados dentro de una estructura que ofrezca funcionalidades de guardar, eliminar, consultar y gestionar información-, el punto de partida es la determinación del estado en el que se encuentran actualmente los datos climáticos.

Según se conoce por referencias del propio personal técnico y por estudios anteriores, ONAMET e INDRHI almacenan sus datos en diversos medios. Son comunes los siguientes: archivos de texto simple (con delimitadores estandarizados o no), hojas de cálculo, aplicaciones heredadas para almacenamiento y consulta, así como también en papel. Es necesario realizar un inventario de cada una de estas fuentes, sin limitarse a ellas, documentando al mismo tiempo dicho proceso.

Por lo tanto, pasos preliminares del levantamiento serán:

- La identificación y validación con los expertos informáticos de las variables e indicadores a levantar para la caracterización detallada de la estructura de las bases de datos.
- Comunicación interinstitucional que facilite el trabajo del personal técnico.

Para alimentar la fase de diseño, se realizarán las siguientes tareas:

- a. Realización de un inventario de las fuentes. Para documentar las fuentes disponibles, se utilizarán medios electrónicos que incluyan imágenes demostrativas y valoraciones estandarizadas (ej. formularios electrónicos de ODK).
- b. Identificación de herramientas de almacenamiento y/o consulta de datos existentes (ej. bases de datos), explorando posibilidades de extracción, transformación y carga de datos desde dichas fuentes.
- c. Definición de qué parte de los datos disponibles se almacenará en la base de datos del proyecto. Este paso implicará de manera preponderante la institución gestora de los datos, pero involucrará también consultas al público usuario.
- d. Definición del modelo de almacenamiento (individual o compartido).

- e. Formulación de los modelos entidad-relación (entidades, atributos, relaciones, cardinalidades, claves), y realización de los diagramas/esquemas E-R correspondientes, siguiendo los principios de normalización. En esta fase no se considerarán motores de base de datos específicos.
- f. Revisión de estándares y prácticas recomendadas por la OMM, así como recomendaciones de la Oficina Nacional de Estadística (ONE) y de entidades homólogas de otros países que dispongan de bases de datos ya en funcionamiento.

Durante la fase de implementación, se materializará la base de datos siguiendo el esquema entidad-relación formulado en la fase anterior. En función de los requerimientos identificados y la naturaleza de los datos a almacenar, se elegirá un motor idóneo para los fines—los más populares en el dominio del código abierto son PostgreSQL, MariaDB, y MongoDB (NoSQL). Se escribirán las sentencias de creación de la base de datos, y se alojarán en repositorio con control de versiones.

En esta fase también se redactarán protocolos para el procesamiento de las fuentes de datos y el relleno de la base de datos, e igualmente se identificarán los recursos humanos y materiales requeridos para el relleno de la misma.

Para el levantamiento, se usará el cuestionario presentado en Anexo 1.

A partir del martes 1 de octubre, se contempla realizar dos levantamientos por día, excepto en los casos de la Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET) y el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), a cada una de cuyas instituciones se dedicará un día completo, justificado por la magnitud y diversidad de sus redes de levantamiento meteorológico e hidrológico. Se destinarán al trabajo cuatro días por semana, dejando libre el lunes, el cual es generalmente dedicado a la planificación en la mayor parte de las entidades e instituciones.

En la tabla a continuación se presenta el cronograma de las visitas y/o reuniones.

	11/10/22	12/10/22	13/10/22	14/10/22	18/10/22	19/10/22	20/10/22	21/10/22
Central Romana						X		
Cons. Azucarero de Emp. Ind. (CAEI)						X		
EGEHID	X							
Fundación REDDOM / BANELINO			X					
IDIAF	X							
INDOCAFE								X
INDRHI*					X			
INTEC			X					
JAD							X	
ONAMET		X						
PUCMM				X				
Servicio Geológico Nacional (SGN)								X
Universidad ISA				X				

*Se investigará el estado de las estaciones de las Juntas de Regantes y se establecerán los contactos correspondientes.

Se estima que todo el levantamiento será concluido en un período de dos semanas calendario.

Durante el desarrollo de las visitas se seguirá investigando la existencia de otros productores de datos y, en el caso en que sean identificadas nuevas entidades, se harán los ajustes de cronograma correspondientes.

- **Identificación de las principales transformaciones de datos de base en información relevante para la toma de decisiones**, con especial enfoque en la adaptación al cambio climático, la Gestión de Riesgo de Desastre (GRD), la gestión de recursos hídricos, los Sistemas de Alerta Temprana (SAT), entre otros sectores.
- **Identificación de los canales de comunicación existentes para la transmisión de la información meteorológica e hidrométrica**, entre diferentes actores y diferentes niveles de usuarios.

Un segundo componente será la **evaluación de la densidad óptima de la red de medición meteorológica e hidrométrica del país**. Para tales fines, partiendo de los criterios establecidos por la OMM, se llevará a cabo un análisis de la literatura científica disponible sobre el tema, seleccionando por lo menos dos diferentes herramientas de evaluación, con el objetivo de comparar los resultados. Se propondrán al menos tres escenarios de densidades de la red (ej. “mínimo”, “aceptable”, “óptimo”), indicando, en cada caso, las ventajas y desventajas en términos de objetivos de investigación, sostenibilidad y costos.

El levantamiento de datos meteorológicos e hidrológicos mediante puntos de medición superficiales es un aspecto fundamental para adquirir información clave sobre la distribución espacial y temporal de las variables de esa naturaleza. Prioritario al respecto es el establecimiento de estaciones que garanticen una cobertura óptima del territorio en función de sus características, especialmente topográficas.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) tiene entre sus finalidades cooperar para el establecimiento de redes de estaciones de forma normalizada, asegurando a su vez la publicación de estadísticas uniformes. Para esto, los países adscritos aplican un Reglamento Técnico de métodos con los que se construye el Sistema Mundial de Observación como pieza clave del Programa de Vigilancia Meteorológica Mundial (VMM) de la OMM. Entre sus misiones, el VMM se encarga del diseño, ejecución, explotación y desarrollo del Sistema Mundial de Observación (SMO), del Sistema Mundial de Telecomunicación (SMT) y del Sistema Mundial de Proceso de Datos y de Predicción (SMPDP) (WMO, 2021).

A su vez, los países, además de seguir los estándares de la OMM para la instalación y operación de estaciones que contribuyan al SMO, también diseñan y crean sistemas nacionales.

El diseño de la red de estaciones, tanto de las que son parte del SMO como de las pertenecientes a redes nacionales, tiene por objetivo evaluar la idoneidad y representatividad de los emplazamientos. Todos los estados miembros de la OMM, disponían de su propia red de estaciones en el momento en que se pusieron en marcha iniciativas globales (ej. programa VMM) y regionales. La mayor parte de los países han evaluado, algunos incluso varias veces, el diseño de su red de estaciones, y han propuesto mejoras que en muchos casos han implementado satisfactoriamente (Frei, 2003). También, varios países disponen de protocolos para la selección de sitios, los cuales comúnmente se han armonizado con estándares de la OMM o los amplían para adaptarlos a las particularidades de su territorio y a los usos previstos (Rojas Briceño et al., 2021; Theochari et al., 2021).

Varios autores coinciden en señalar que el diseño de las redes de estaciones debe tener en cuenta, no sólo los atributos de terreno, la continuidad de la observación y los cambios previstos a largo plazo del lugar, sino también las necesidades especiales de los usuarios finales a quienes eventualmente se ofrecerá el servicio (Frei, 2003; Theochari et al., 2021). Las necesidades de datos para servicios especializados, podrían a

menudo requerir datos adicionales, redes más densas o una mayor frecuencia de las observaciones, razón por la que es importante considerar el público meta de los datos que recogerán las estaciones de una determinada red.

Varias investigaciones concernientes el diseño de redes de estaciones climáticas, meteorológicas e hidrometeorológicas coinciden en señalar que la metodología idónea para el diseño de redes de estaciones debe incluir un análisis multicriterio (MCA, por sus siglas en inglés) y su extensión para la toma de decisiones (MCDM, por sus siglas en inglés). Este método se basa en la colecta y análisis, mediante sistemas de información geográfica (SIG), de atributos de terreno integrados por grandes volúmenes de datos geoespaciales del territorio a instrumentar, pero al mismo tiempo incluyendo criterios específicos del público meta, también espacializados en el territorio (Rojas Briceño et al., 2021; Theochari et al., 2021; Tekleyohannes et al., 2021).

Otras investigaciones han mostrado el rendimiento de técnicas geoestadísticas tradicionales (Ali & Othman, 2018; Valipour et al., 2019), y también evaluando algoritmos contemporáneos de deep learning en combinación con técnicas tradicionales (Safavi et al., 2021), o la entropía (Bertini et al., 2021).

Con independencia del método utilizado, las variables típicamente consideradas son densidad de la red actual, pendiente, uso y cobertura del suelo, distancia de asentamientos humanos y carreteras, límites administrativos, disponibilidad de infraestructura de apoyo y de comunicaciones, distancia a áreas susceptibles de inundación, entre otras.

En República Dominicana, a la fecha, aunque se hayan realizado evaluaciones sobre vacíos de la red de estaciones, carece la aplicación de metodologías que consideren todos los criterios mencionados, así como el empleo de técnicas acordes al avance del conocimiento sobre diseño de redes.

A partir de la base meteorológica descrita anteriormente, en este componente del proyecto, mediante la aplicación de varias de las metodologías mencionadas arriba (evaluación multicriterio, técnicas geoestadísticas y algoritmos de deep learning, entre otras), se analizarán diversas alternativas de redes de estaciones, comparando los resultados y evaluando la costo-efectividad de cada opción. Los atributos que se tomarán en cuenta para el análisis incluirán terreno, público meta y objetivos de uso de la red consolidados, en un ambiente de procesamiento de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y lenguajes de programación estadística.

A partir de los resultados obtenidos en estas etapas, se definirá un plan para mejorar los SC en el país, con especial enfoque en la red de medición, la estructuración y armonización de las bases de datos, así como el acceso a ellas por diferentes usuarios.

2 Elaboración de un plan de acción para la mejora de los SC en el país

El acceso a datos e información meteorológica e hidrológica es reconocido como un nodo irresuelto en la República Dominicana, país que no cuenta con una base de datos nacional y en el cual los tiempos para la provisión de datos de esta naturaleza son generalmente largo (AFD, 2021).

Las causas del problema son solo en parte de tipo técnico. En general, el abordaje del componente institucional es clave para enfrentar de manera exitosa este desafío. En efecto, por un lado, es necesario fortalecer la estructura de las bases de datos institucionales, con especial enfoque en la ONAMET y el INDRHI, haciendo que las mismas sean más eficientes en todas las etapas de gestión del dato (registro, transmisión, chequeo, manipulación /

transformación, almacenamiento, consulta, etc.). Por el otro, es fundamental establecer acuerdos y protocolos interinstitucionales que garanticen la alimentación de una base de dato común y el intercambio efectivo de datos e informaciones.

La evaluación de los SC de la República Dominicana realizada en 2021 (AFD, 2021) contiene el mapa de los actores para los SC en el país, con enfoque en el sector agrícola, distinguiendo entre productores de información, intermediarios y usuarios finales. El mismo será ampliado a otros sectores, mediante el primer componente de la consultoría, según lo descrito anteriormente en el documento.

Entre los principales productores de información meteorológica e hidrológica están la ONAMET, institución acreditada ante la OMM, y el INDRHI. A estas, se suman otras entidades que cuentan con su propia red de medición, cuyas estaciones generalmente no son reconocidas como parte de la red nacional, debido a estándares y protocolos de medición diferentes.

En este contexto, el primer paso para abordar la problemática será la difusión de los resultados obtenidos en la etapa descrita anteriormente entre todos los actores directamente involucrados en la producción de datos meteorológicos e hidrológicos. Sucesivamente, se elaborará un plan de acción consensuado, a partir de la identificación de objetivos comunes y el planteamiento de acciones conjuntas, que sean respetadas y que incluyan la constitución y alimentación de una base de datos única a nivel nacional.

Para tales fines, la presente propuesta contempla la realización de por lo menos dos (2) sesiones de socialización de los resultados del diagnóstico y de al menos tres (3) sesiones técnicas, en las cuales, con personal técnico designado por las principales entidades productoras de datos meteorológicos e hidrológicos del país, se elaborará un borrador de plan de acción interinstitucional, siguiendo los lineamientos establecidos por la OMM para tales fines (OMM, 2010). Este último será socializado con las entidades correspondientes, que procederán a analizarlo, discutirlo y enmendarlo, hasta llegar a su versión final.

El Plan, orientado a mejorar generación, disponibilidad, accesibilidad, manejo, uso, gestión y gobernanza de los datos meteorológicos y los escenarios de cambio climático, identificará claramente: actores relevantes (públicos y privados), roles y responsabilidades, y medidas de intervención para la mejora y sostenibilidad de cada uno de los componentes del sistema de SC, incluyendo la densificación de la red de monitoreo meteorológico nacional. Este último componente incluirá los requerimientos de instalación y mantenimiento de las nuevas estaciones recomendadas, así como la inversión necesaria, diferenciando entre componentes físicos (estaciones, maquinaria y equipos, software, bases de datos, etc.) y asistencia técnica (personal, capacitaciones, estudios, etc.).

Finalmente, el Plan incluirá Términos de Referencia para la contratación de los siguientes servicios:

- Desarrollo de estándares y protocolos comunes para el desempeño de estaciones meteorológicas.
- Generación de protocolos para recopilar, almacenar, transformar, analizar y comunicar datos meteorológicos a usuarios finales, dependiendo de las necesidades de cada sector.
- Generación de una red nacional que agilice la interacción y el flujo de información climática entre las entidades relevantes para la provisión de SC de calidad, a diferentes sectores de la sociedad.

- Generación de protocolos para transformar datos de cambio climático en información y servicios a usuarios finales.
- Definición de escenarios más críticos de cambio climático en República Dominicana, considerando Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP, por sus siglas en inglés) más críticas.
- Distribución espacial y temporal de precipitación para escenarios de cambio climático.
- Definición de Modelos de Circulación General (GCM, por sus siglas en inglés), Modelos de Circulación Regional (RCM, por sus siglas en inglés) y escalados que mejor se ajusten a las condiciones topográficas y climáticas de República Dominicana.

3 Establecimiento de los criterios y supuestos para la elaboración de una Interfaz de Programación de Aplicaciones y aplicaciones para usuarios

En este componente, se definirán los criterios y supuestos para la elaboración de una Interfaz de Programación de Aplicación (API, por sus siglas en inglés), incluyendo el diseño conceptual de un portal web que permita la interacción, consulta, filtrado, selección y descarga de datos hidrometeorológicos disponibles en el país, a partir de mapas temáticos.

Una API es una interfaz de software que permite que dos aplicaciones, *frontend* y *backend*, se comuniquen entre sí. En palabras llanas, la API no es más que un mensajero (porteador), que entrega una solicitud realizada por un cliente de un *frontend* a un proveedor (*backend*). Cuando este último recibe la petición, la procesa y genera un resultado, el cual es entregado por la API al cliente.

Una API define funcionalidades que son independientes de sus respectivas implementaciones (las "abstrae"), es decir no depende de manera estricta de las aplicaciones en el *backend* y en el *frontend*, a las cuales solo sirve de puente. Esto permite que las aplicaciones a las que comunica varíen sin comprometerse entre sí, favoreciendo la reusabilidad del código en el tiempo. Para lograrlo, la API "desacopla" la aplicación cliente del proveedor del servicio a través de los denominados puntos terminales (*endpoints*). Por otra parte, una de las grandes ventajas del diseño basado en API es que permite a aplicaciones de terceros aprovechar los *endpoints* públicos.

A partir de esta premisa, para crear la API y el *frontend*, primero se identificarán las necesidades tanto de la entidad beneficiaria como de los usuarios finales, con asesoría del equipo desarrollador y el de mantenimiento de las instituciones. Posteriormente, se definirán criterios de elegibilidad de los marcos de trabajo (*frameworks*, conjuntos de librerías que facilitan el despliegue de aplicaciones) en los que se implementará la API y el *frontend*. Algunos criterios comúnmente usados en este tipo de aplicaciones son seguridad, escalabilidad para desarrollo de aplicaciones web y móviles, y rapidez en el desarrollo/despliegue. Otros criterios deberán añadirse tras realizar consultas con la entidad beneficiaria y con usuarios potenciales.

Se considerarán distintas opciones, aunque para la API se preferirán los *frameworks* basados en Python, PHP, REST API y Node.js, mientras que para la aplicación cliente se preferirá JavaScript con React, Vue.js y Angular.

Esto conllevará el diseño de por lo menos los siguientes componentes:

- Diseño e implementación de una Interfaz de Programación de Aplicaciones (API, por sus siglas en inglés). En esta fase se evaluarían las necesidades de las entidades y del público usuario.
- Diseño e implementación de una o varias interfaces de usuario, como portales web y/o aplicaciones móviles, que faciliten el almacenamiento, la interacción, selección y descarga de datos meteorológicos e hidrológicos en el país.

Además, para estos fines, se revisarán y analizarán las experiencias de otros países, entre los cuales Chile (<https://explorador.cr2.cl>), México (<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>), y Colombia (<http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>), entre otros.

También se contemplará la posible interacción con el Centro Regional del Clima en Centroamérica (<https://centroclima.org>) y la plataforma InfoClima (<https://infoclima.intec.edu.do>) del Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC), entre otras.

A partir de los resultados de la fase de diagnóstico descrita anteriormente, el diseño conceptual incluirá la definición de los criterios que deberá respetar la estructura de la base de datos nacional, para garantizar información de calidad, en los formatos y características esperadas por los diferentes usuarios potenciales. Además, detallará los procesos requeridos, así como los actores involucrados, para garantizar la recolección, almacenamiento, gestión, distribución y mantenimiento de los datos, para lograr cubrir los requerimientos establecidos en el proceso de diagnóstico.

El proceso estará acompañado por una comparación de rendimiento (benchmarking) del diseño propuesto respecto a los casos similares analizados (Chile, México, Colombia, entre otros), con el objetivo de establecer un modelo de portal adaptado a la realidad y necesidades de República Dominicana.

Finalmente, se elaborarán los Términos de Referencia para la contratación de los servicios requeridos para la implementación, puesta en marcha y sostenibilidad de la API, respondiendo a las recomendaciones formuladas en la etapa de diagnóstico, para mejorar los SC en el país.

Cada uno de los componentes será implementado siguiendo el diagrama de flujo presentado a continuación.



MARCO CONTEXTUAL

Carencias de conocimiento sobre los Servicios Climáticos en sectores distintos del agrícola.

Falta de inventario nacional de puntos de medición hidrometeorológica.

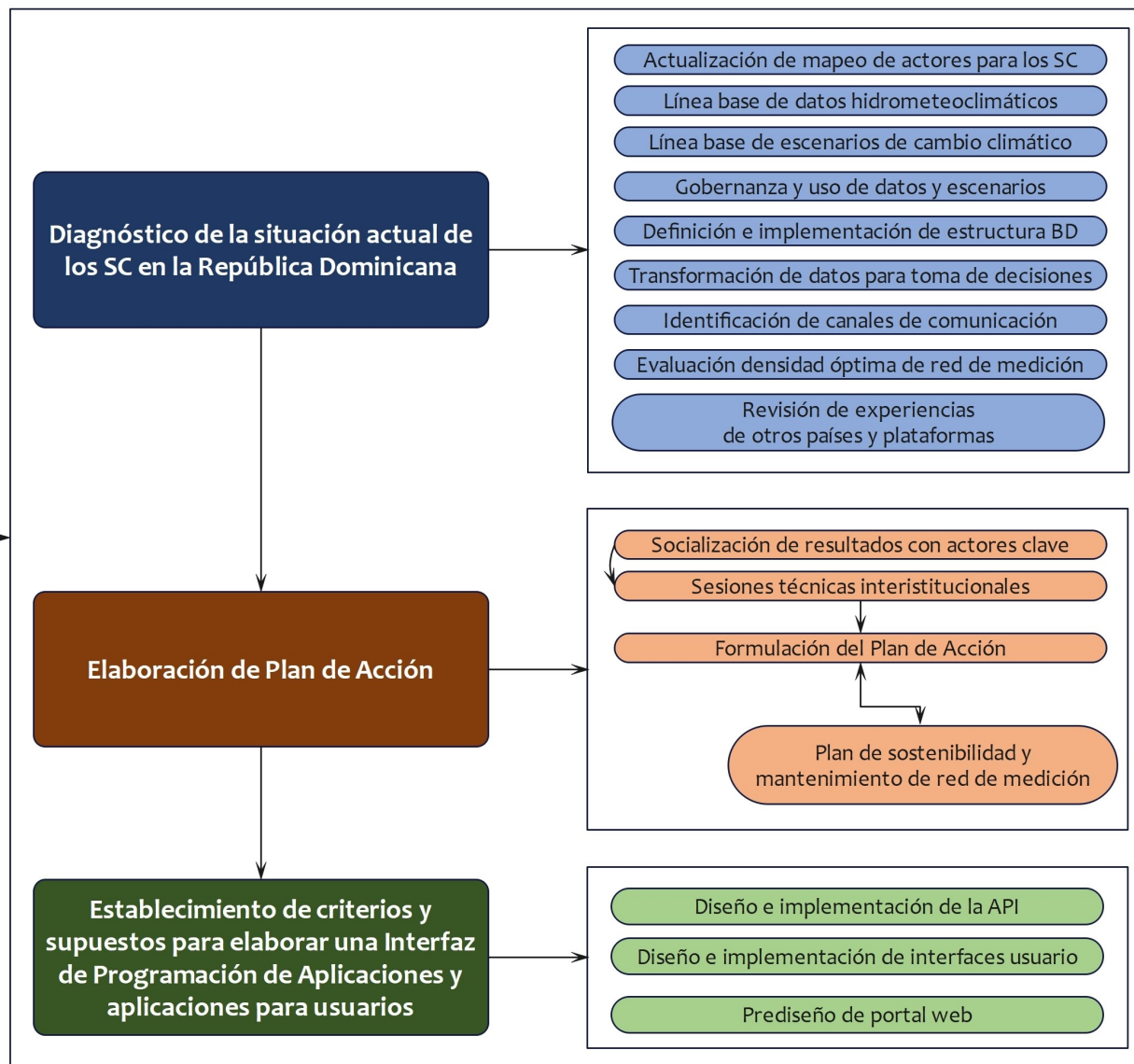
Baja densidad de la red de medición hidrometeorológica.

Reducida sostenibilidad de la red de medición existente.

Acceso complicado a la información hidrometeorológica.

Formatos de los Servicios Climáticos poco adaptados a los usuarios finales.

ESTRUCTURA DE LA INTERVENCIÓN



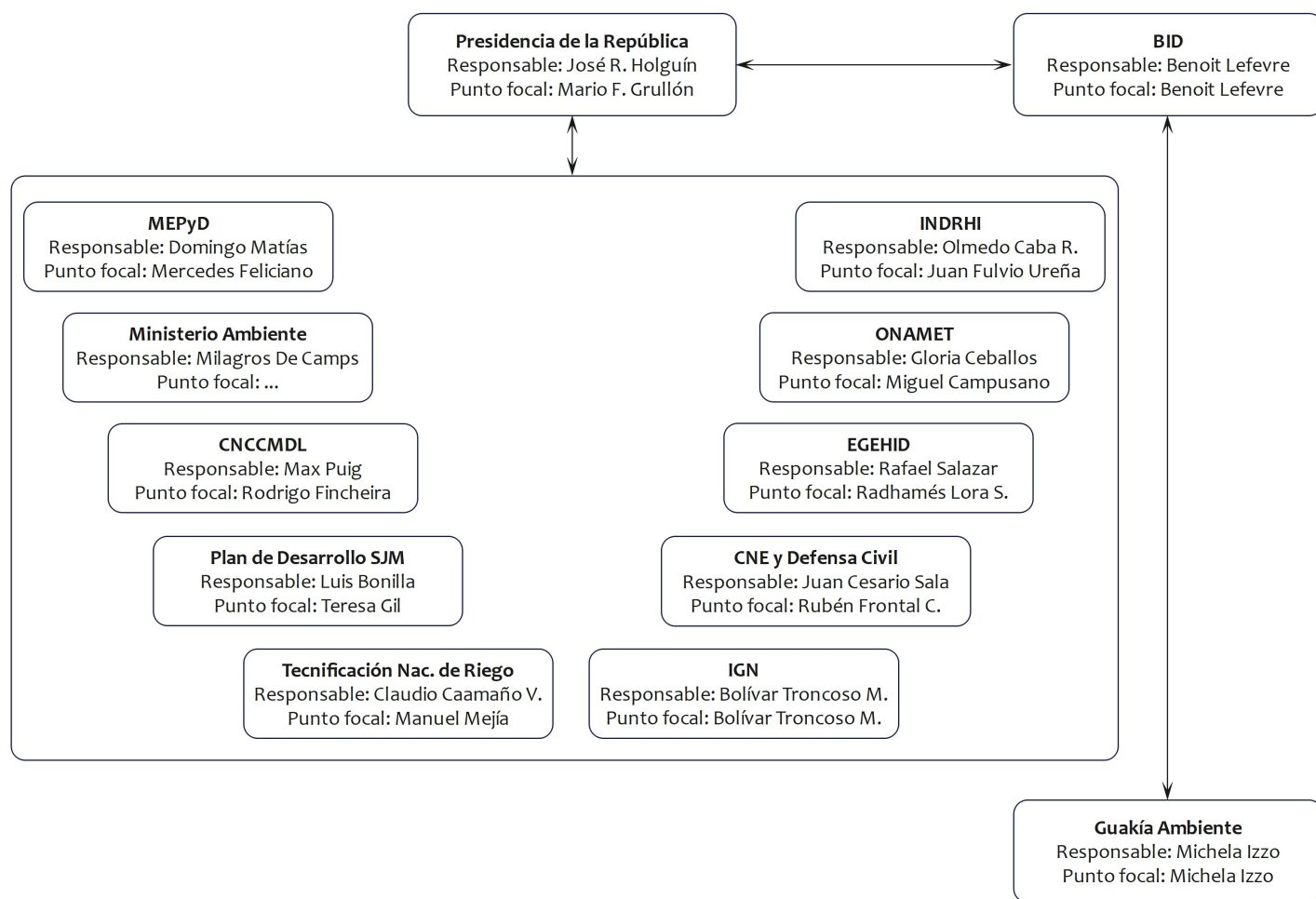
Descripción del proyecto: GOBERNANZA

El proyecto es llevado a cabo bajo el liderazgo de la Presidencia de la República, quien coordina las labores, velando para que sean cumplidos los objetivos acordados.

Las acciones son implementadas bajo la guía de un Comité de Puntos Focales, el cual reúne a las instituciones públicas más directamente involucradas en la temáticas de la producción y gestión de datos meteorológicos y hidrológicos.

El Comité, bajo la dirección de la Presidencia de la República, da seguimiento al avance del proyecto. Es el encargado de recibir y discutir las alternativas planteadas, tomando, a partir de los resultados del estudio y los instrumentos técnicos proporcionados por el equipo consultor, las decisiones más oportunas y adaptadas a las necesidades del país.

El esquema siguiente presenta la estructura de gobernanza del proyecto.



Descripción del proyecto: CRONOGRAMA

El proyecto se desarrollará en el período Septiembre 2022 - Marzo 2023, según el calendario de actividades descrito a continuación.

Componente	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
Diagnóstico de la situación actual de los SC en la República Dominicana							
Taller de arranque							
Entrega de Producto 1: Plan de trabajo							
Actualización del mapeo de actores relevantes para los SC							
Línea de base de los datos meteorológicos e hidrométricos históricos existentes en el país							
Línea de base de los escenarios de cambio climático elaborados en el país							
Definición de la gobernanza y uso de los datos meteorológicos e hidrométricos, así como de los escenarios climáticos							
Definición e implementación de la estructura de las bases de datos de las principales entidades productoras							
Análisis del déficit de la red de monitoreo hidrometeorológico							
Entrega de Producto 2: Diagnóstico de situación actual							
Elaboración de plan de acción							
Talleres de socialización y discusión							
Elaboración de plan de acción							
Socialización y revisión de borrador de plan de acción							
Entrega de Producto 3: Plan de acción							
Establecimiento de los criterios y supuestos para la elaboración de una Interfaz de Programación de Aplicaciones y aplicaciones para usuarios							
Evaluación de necesidades de entidades y públicos usuarios							
Revisión de experiencia de otros países							
Prediseño de portal de interacción, consulta, selección y descarga de datos meteorológicos e hidrométricos							
Elaboración de TdR para la contratación de servicios para la implementación							
Entrega de Producto 4: Prediseño de portal y TdR							

TALLER DE ARRANQUE

El taller se llevó a cabo el día 26 de septiembre de 2022 agotando la agenda planificada (Anexo 2), con la participación de 53 personas, el 38% de las cuales fueron mujeres (Anexo 3). En el evento se logró cumplir con el objetivo planteado de identificar, de manera preliminar, Fortalezas y Debilidades, así como Oportunidades y Amenazas (Análisis FODA) de los sistemas de generación, almacenamiento y manejo de datos hidro-meteorológicos en la República Dominicana.

De manera particular, el evento se convirtió en un muy buen punto de partida para el arranque del proyecto, puesto que se crearon las premisas para establecer un clima de colaboración y sinergia entre las principales entidades productoras de datos meteorológicos e hidrológicos del país.

Al respecto, fueron muy motivadoras y esperanzadoras las declaraciones de los representantes de las instituciones que lideran el proyecto: la Presidencia de la República, el Consejo Nacional de Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio (CNCCMDL), el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), la Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET), el Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo (MEPyD).

Los resultados del análisis FODA, que ocupó la segunda parte del taller y que fue llevado a cabo por cada uno de los actores participantes en base a la guía de análisis presentada en Anexo 4, permitieron crear una visión consensuada sobre los siguientes puntos:

- a. Actualmente el país cuenta con diferentes redes de medición de variables meteorológicas e hidrológicas, las cuales no responden a estándares uniformes de levantamiento de datos. Esta red es un punto de partida importante para enfrentar la carencia de puntos de medición, una vez que se establezcan criterios y estándares apropiados que hagan comparables los datos levantados.
- b. Las entidades reconocen la necesidad de fortalecer las capacidades técnicas de su capital humano encargado del seguimiento y mantenimiento de las estaciones meteorológicas e hidrológicas, incluyendo aquellas con nivel tecnológico básico.
- c. **Aunque se reconoció la insuficiencia de la red de monitoreo meteorológico e hidrológico existente, todas las entidades presentes en el taller expresaron su preocupación respecto a la sostenibilidad de las estaciones,** destacando que nuevos puntos de medición implicarían una presión significativa sobre instituciones productoras de datos cuyo presupuesto es ya al presente limitado.

El problema de la sostenibilidad de la red afecta especialmente a las instituciones que tienen la responsabilidad de generar datos y, en última instancia, a las personas que reciben servicios climáticos. En concreto, durante el taller, algunas de las entidades presentes identificaron varias debilidades que afectan a la generación de datos, entre las cuales:

- La red de estaciones no está operando de forma óptima. Una amenaza actualmente existente en este sentido, es la incidencia de eventos climáticos extremos, que inciden en todos los aspectos de la red, así como el vandalismo y el hurto de componentes. Estos últimos generan daños significativos y, frecuentemente, producen la salida de funcionamiento por períodos relativamente largos, causando la interrupción de la serie de datos correspondiente.
- Las instituciones enfrentan dificultades en el mantenimiento del número suficiente de personas capacitadas y debidamente remuneradas que realicen las observaciones.
- Un aspecto relevante son las carencias presupuestarias para el reemplazo y/o reparación de las estaciones, así como el pago del personal, las cuales dificultan el mantenimiento de las estaciones, en el corto así como en el largo plazo.

- Asimismo, se destacó que el uso de terrenos de particulares para la instalación de las estaciones puede constituir una amenaza para la continuidad de las mediciones, especialmente en presencia de carencias presupuestarias.
- Las carencias de presupuesto producen debilidades también en la supervisión de las observaciones realizadas a las estaciones, así como a los datos colectados en estas, lo cual comúnmente podría afectar la calidad del dato mismo.

Por lo tanto, todas las personas participantes valoraron particularmente que el proyecto prevea la elaboración de un plan de acción que incluirá también el componente de inversión y el relativo mecanismo de sostenibilidad. Se prestará particular atención a la estructuración de un equipo encargado del seguimiento y mantenimiento de las estaciones capacitado y oportunamente remunerado.

- Como parte del análisis, se identificaron también oportunidades para superar las debilidades apenas destacadas. Entre ellas, se resaltó la disponibilidad de nueva tecnología, mayor oferta y capacidad de acceso a fondos internacionales, nuevos acuerdos con la OMM, nuevas capacidades de planificación en las instituciones que podrían contribuir a la sostenibilidad de la red, así como potencial aplicación de medidas de seguridad para las estaciones, en coordinación con otras entidades, como el Ministerio de Defensa.
- Por lo general, el mecanismo de acceso a los datos levantados es poco ágil tanto a lo interno de las entidades productoras como para usuarios externos. En efecto, las normas establecidas para la entrega de los datos generan tiempos largos de respuesta a las personas y/o entidades que los soliciten.
- Los productos generados son poco adaptados a las necesidades específicas de los usuarios y, frecuentemente, quedan vinculados a un uso interno de las entidades que los elaboran.

La centralidad de los datos es destacada en todos los componentes del análisis FODA. En efecto, las personas participantes perciben como una fortaleza todo lo relacionado con el dato en si mismo, valorando positivamente la calidad del dato producido y el respeto de estándares internacionales.

Por otro lado, las debilidades asociadas a los datos se identifican en el uso y consulta, especialmente cuando se requiera acceder a grandes cantidades de información. Respecto a las oportunidades, prevalece el tema de fuentes alternativas de recursos y medios para la sostenibilidad del sistema de levantamiento y gestión de variables hidrológicas y meteorológicas. Finalmente, entre las amenazas se cita la relevancia de cuestiones estructurales y organizativas, así como institucionales, que, dependiendo del contexto, pueden constituir una barrera para la gestión, el acceso y la sostenibilidad del sistema.

El cuadro de síntesis, así como el gráfico de valoración de debilidades y fortalezas, y las nubes de palabras presentadas a continuación resumen los resultados del análisis FODA realizado por las personas presentes en el taller, visibilizando los elementos destacados arriba.

Una de las principales conclusiones del taller es que, aunque actualmente se garantice el cumplimiento de los estándares mínimos requeridos por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), **las entidades participantes afirmaron la necesidad de fortalecer el sistema de adquisición y manejo de datos, con enfoque en su sostenibilidad**, incluyendo el tema de la seguridad de las estaciones de la red de medición. Por lo tanto, el Plan de Acción que se desarrollará para la redensificación de la red de monitoreo deberá incluir en el presupuesto de implementación los rubros asociados a la seguridad de los equipos, tales como: cerramientos, cercas, muros, mallas, etc.

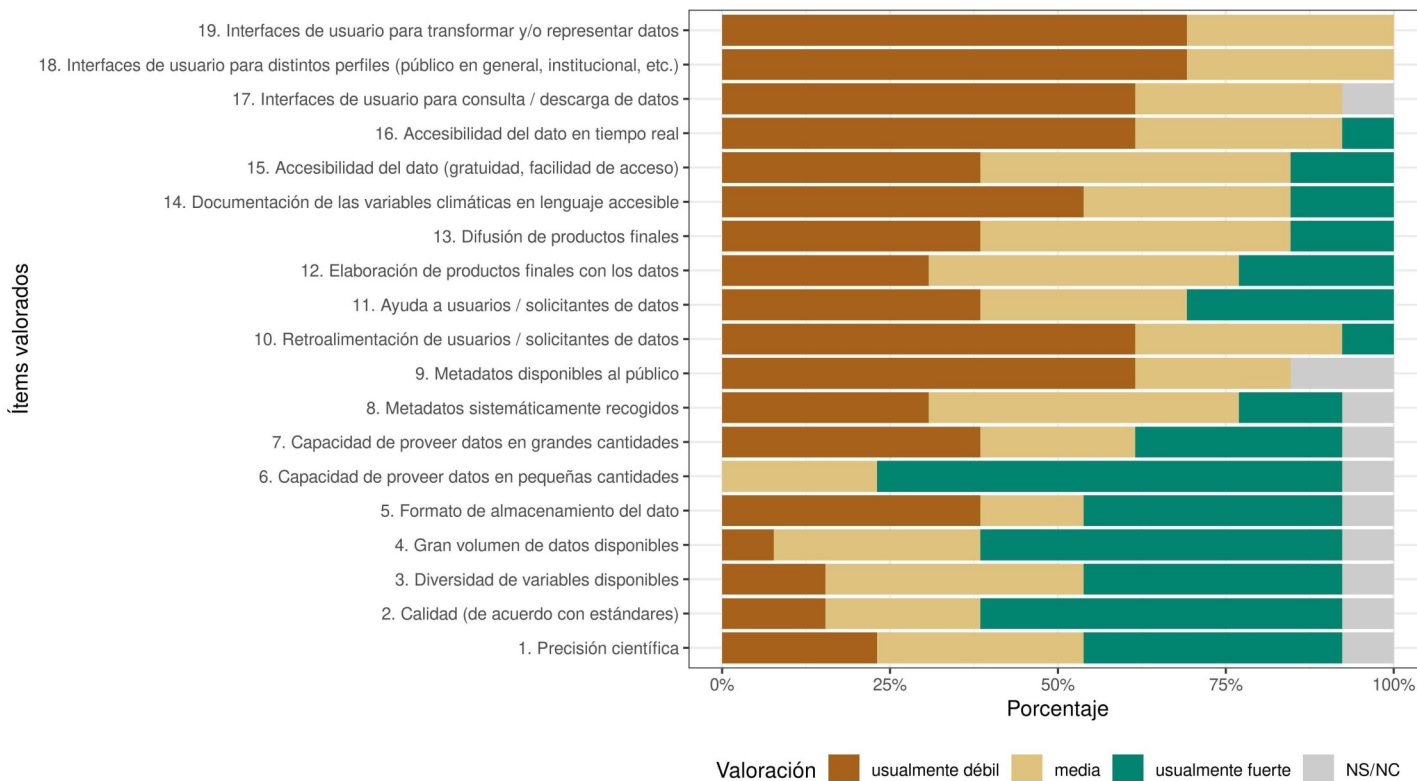
En conclusión, los resultados del taller sientan las bases para que el proyecto responda de manera contundente a las necesidades del sistema de producción y gestión de datos meteorológicos e hidrológicos.

A partir de la apertura a la colaboración y el trabajo en conjunto, los próximos pasos consistirán en visitar cada una de las entidades productoras de datos para que se realice el diagnóstico detallado de la estructura de sus respectivas bases de datos, profundizando las variables técnicas que permitirán, sucesivamente, elaborar una propuesta de posibles líneas de acción adaptadas a la realidad nacional.

FORTALEZAS <ul style="list-style-type: none">- Existencia de diferentes redes de medición de variables meteorológicas e hidrológicas.- Reconocimiento de parte de las entidades de la necesidad de fortalecer sus capacidades.- Centralidad de los datos reconocida por todos los actores.	OPORTUNIDADES <ul style="list-style-type: none">- Existencia de fuentes alternativas de recursos y medios para la sostenibilidad de las redes de medición y gestión de datos, con especial enfoque en las alianzas público-privadas.- Apertura a la colaboración interinstitucional y al trabajo en conjunto.
DEBILIDADES <ul style="list-style-type: none">- Estándares de levantamiento de datos no uniformes.- Insuficiencia de la red de medición oficial existente.- Carencias de personal técnico y presupuesto para el mantenimiento de las estaciones, especialmente en las entidades públicas.- Acceso a datos poco ágil, tanto a lo interno de las entidades productoras como para usuarios externos.- Productos generados poco adaptados a las necesidades específicas de los usuarios y prevalentemente dirigidos a usos institucionales internos.	AMENAZAS <ul style="list-style-type: none">- Problemas de seguridad: actos vandálicos y robos de los equipos de medición.- Condiciones estructurales, organizativas y/o institucionales que constituyen una barrera al acceso ágil a los datos y a su sostenibilidad.



DEBILIDADES Y FORTALEZAS



OPORTUNIDADES



AMENAZAS

BIBLIOGRAFÍA

AFD, 2021. Apoyo al sector Agrícola de la República Dominicana en un contexto de cambio climático (Componente 2). Evaluación de la situación de los servicios climáticos para la agricultura en República Dominicana. SalvaTerra, EGIS, IRD, Meteodyn, Guakía Ambiente, Fundación REDDOM, y Carbonium, Santo Domingo, 105 p.

Ali, M., Muhamad, z., Othman, F., 2018. Rain gauge network optimization in a tropical urban area by coupling cross-validation with the geostatistical technique. *Hydrological Sciences Journal*, 63(3), 474-91. <https://doi.org/10.1080/02626667.2018.1437271>.

Alliance for Hydromet Development, 2021. Hydromet gap report 2021. <https://alliancehydromet.org/gap-report/>

Batini, C., Cappiello, C., Francalanci, C., Maurino, A., 2009. Methodologies for Data Quality Assessment and Improvement. *ACM Computing Surveys*, 41(3), 1-52. <https://doi.org/10.1145/1541880.1541883>

Bertini, C., Ridolfi, E., Resende de Padua, L.H., Russo, F., Napolitano, F., Alfonso, L., 2021. An entropy-based approach for the optimization of rain gauge network using satellite and ground-based data. *Hydrology Research*, 52(3), 620-35. <https://doi.org/10.2166/nh.2021.113>.

Bremer, S., Wardekker, A., Schøyen Jensen, E., van der Sluijs, J.P., 2021. Quality Assessment in Co-developing Climate Services in Norway and the Netherlands. *Frontiers in Climate*, 3, 627665. doi: 10.3389/fclim.2021.627665.

CATHALAC & ENERGEIA, 2021. Levantamiento de información sobre estudios previos relacionados con Escenarios Climáticos considerando la evaluación de aquellos modelos de circulación general que mejor muestren el clima actual del país, e identificar las áreas prioritarias en las que se necesita información. Proyecto “Consultoría para el desarrollo de escenarios climáticos de precipitación, temperatura y ascenso del nivel del mar para los períodos 2020-2040; 2041-2060; 2061-2080 Y 2081-2100”, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Santo Domingo.

Dinku, T., Madajewicz, M., Curtis, A., Connor, S., O’Sullivan, R., Phiri, P., Steynor, A., Tadross, M., Traore, S., Hauswirth, D., Kloppers, K., Lennard, C., Allis, E., 2018. Development of Metrics to Assess National Meteorological Services in Africa, USAID-supported Assessing Sustainability and Effectiveness of Climate Information Services in Africa project. Washington, DC, USA. <https://www.climatelinks.org/sites/default/files/Sustainable%20CIS%20Development%20of%20Metrics%20to%20Assess%20NMHS.pdf>

Frei, T., 2003. Designing meteorological networks for Switzerland according to user requirements. *Meteorological Applications*, 10(4), 313-17. <https://doi.org/10.1017/S135048270300104X>.

Grieser, J., Shimkus, C., Calderón Irazoque, A., Witt, T., 2014. Evaluation approaches for regional climate information delivery. Master of Arts in Climate and Society, Columbia University, New York.

IPCC, 2021. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, In press, doi:10.1017/9781009157896.

Izzo, M., Araujo, N., Aucelli, P.P.C., Maratea, A., Sánchez, A., 2013. Land sensitivity to desertification in the Dominican Republic: an adaptation of the ESA methodology. *Land Degradation and Development*, 24(5), 486-498. <https://doi.org/10.1002/ldr.2241>.

Izzo, M., Rathe, L., Arias Rodríguez, D., 2012. Puntos críticos para la vulnerabilidad a la variabilidad y cambio climático en la República Dominicana y su adaptación al mismo. Programa para la Protección Ambiental: Acuerdo de Cooperación No. 517-A-00-09-00106-00. United States Agency for International Development (USAID), The Nature Conservancy and Instituto Dominicano de Desarrollo Integral (IDDI), Santo Domingo, pp. 1-399.

Kolstad, E.W., Sofienlund, O.N., Kvamsås, H., Stiller-Reeve, M.A., Neby, S., Paasche, Ø., Pontoppidan, M., Sobolowski, S.P., Haarstad, H., Oseland, S.E., Omdahl, L., Waage, S., 2019. Trials, errors, and improvements in coproduction of Climate Services. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 100(8), 1419-1428. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-18-0201.1>

Lahasa Putra, A., Martínez, J., Verplanke, J., 2020. Integrating climate service co-production into spatial planning in Jakarta. *International Journal of Urban Sustainable Development*, 14(1), 225-241. <https://doi.org/10.1080/19463138.2020.1843043>

Larsen, M., 2010. The Blue Spot Model: development of a screening method to assess flood risk on national roads and highway systems. ERA-NET ROAD, Proyecto No. TR80A 2008-72545 “Storm WATER prevention - Methods to Predict (SWAMP) damage from the water stream in and near road pavements in lowland areas”. Copenhagen. <https://trimis.ec.europa.eu/sites/default/files/project/documents/Summary%20Report%203%20-%20Development%20of%20a%20screening%20method.pdf>

Máñez Costa, M., Oen, A.M.P., Neset, T.-S., Celliers, L., Suhari, M., Huang-Lachmann, J.-T., Pimentel, R., Blair, B., Jeuring, J., Rodriguez-Camino, E., Photiadou, C., Jerez Columbié, Y., Gao, C., Tudose, N.-C., Cheval, S., Votsis, A., West, J., Lee, K., Shaffrey, L.C., Auer, C., Hoff, H., Menke, I., Walton, P., Schuck-Zöller, S., 2021. Co-production of Climate Services. CSRP Report No 2021:2, Centre for Climate Science and Policy Research, Norrköping, Sweden. <http://liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1636929/FULLTEXT02.pdf>

OMM, 2010. Guía del Sistema Mundial de Observación. Organización Meteorológica Mundial, OMM-Nº488, Ginebra. https://library.wmo.int/?lvl=notice_display&id=12763#.Yrx9kUXMJD8

OMM, 2011. Del conocimiento climático a la acción: Marco Mundial para los Servicios Climáticos – Potenciar la capacidad de los más vulnerables. Informe del Equipo Especial de Alto Nivel sobre el Marco Mundial para los Servicios Climáticos. Organización Meteorológica Mundial, OMM-Nº1065. Ginebra. https://www.uncclearn.org/sites/default/files/inventory/wmo01_2_o.pdf

OMM, 2014. Plan de ejecución del Marco Mundial para los Servicios Climáticos. Organización Meteorológica Mundial. Ginebra. https://gfcs.wmo.int/sites/default/files/implementation-plan//GFCS-IMPLEMENTATION-PLAN-%2014211_es.pdf

Rojas Briceño, N.B., Salas López, R., Silva López, J.O., Oliva-Cruz, M., Gómez Fernández, D., Terrones Murga, R.E., Iliquin Trigos, D., Barrera Gurbillón, M., Barboza, E., 2021. Site selection for a network of weather stations using AHP and near analysis in a GIS environment in Amazonas, NW Peru. *Climate*, 9(12), 169. <https://doi.org/10.3390/cli9120169>.

Safavi, M., Khashei Siuki, A., Reza Hashemi, S., 2021. New optimization methods for designing rain stations network using new Neural Network, Election, and Whale Optimization Algorithms by combining the kriging method. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(1), 4. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08726-z>.

Tekleyohannes, M., Grum, B., Abebe, N., Asfaw Abebe, B., 2021. Optimization of rain gauge network using multi-criteria decision analysis and entropy approaches: case of Tekeze River Basin, Northwestern Ethiopia. *Theoretical and Applied Climatology*, 145(1-2), 159-74. <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03604-1>.

Theochari, A.-P., Feloni, E., Bournas, A., Baltas, E., 2021. Hydrometeorological-hydrometric station network design using multicriteria decision analysis and GIS techniques. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-278188/v1>.

Valipour, E., Ghorbani, M.A., Asadi, E., 2019. Evaluation and optimization of rain gauge network based on the geostatistic methods and firefly algorithm. Case Study: Eastern basin of Urmia Lake. *Irrigation Sciences and Engineering*, 42(4), 153-66. <https://doi.org/10.22055/jise.2018.20549.1477>.

Vaughan, C., Dessai, S., 2014. Climate services for society: origins, institutional arrangements, and design elements for an evaluation framework. *WIREs Climate Change*, 5(5), 587-603. <https://doi.org/10.1002/wcc.290>.

Vincent, K., Daly, M., Scannell, C., Leathes, B., 2018. What can climate services learn from theory and practice of co-production? *Climate Services*, 12, 48-58. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2018.11.001>

Vogel, J., Letson, D., Herrick, C., 2017. A framework for climate services evaluation and its application to the Caribbean Agrometeorological Initiative. *Climate Services*, 6, 65-76. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2017.07.003>.

Wall, T.U., Meadow, A.M., Horganic, A., 2017. Developing evaluation indicators to improve the process of coproducing usable climate science. *American Meteorological Society*, 9, 95-107. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-16-0008.1>.

WMO., 2021. Guide to the WMO Integrated Global Observing System. World Meteorological Organization, WMO-No. 1165. https://library.wmo.int/?lvl=notice_display&id=20026

Woning, M., van Marle, M., Morales Irato, D., Abraham, G., 2020. Infraestructura de transporte resiliente. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Proyecto DR - T1173-P002.

ANEXO 1: Cuestionario

Datos hidrometeorológicos

PROYECTO "GENERACIÓN Y GESTIÓN DE DATOS HIDROMETEOROLÓGICOS Y ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO, REPÚBLICA DOMINICANA"

Claves:

- ROJO = leer a tu interlocutor.
- * = pregunta obligatoria.

Lee este texto a tu interlocutor:

El proyecto "Generación y gestión de datos hidrometeorológicos y escenarios de cambio climático, República Dominicana" es una asistencia técnica no reembolsable ejecutada por INDRHI, ONAMET, CNCCMDL, Presidencia de la República, MEPyD y Medio Ambiente, y financiada por el BID. En el marco del dicho proyecto, un equipo de la ONG Guakia Ambiente, de la cual formo parte, está levantando información sobre datos hidrometeorológicos para conocer el estado de los servicios climáticos en el país. Le agradecemos de antemano sus respuestas a las preguntas que le formularemos a continuación.

Básicos sobre la encuesta

Fecha y hora de entrevista

2022-10-05

19:30

Rellenado por

- JR
- Mario
- Michela
- Otra persona

Otra persona

TEST

Nombre de tu interlocutor

TEST

ANEXO 2: Agenda Taller

Fecha: 26 de septiembre de 2022

Lugar: Hotel Intercontinental

AGENDA DEL TALLER

8:30 am	Registro de participantes
9:00 am	Apertura del taller, a cargo de la maestría de ceremonia
9:15 am	Bienvenida y presentación del proyecto y de los objetivos del taller, a cargo del Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio
9:30 am	Intervenciones de las instituciones participantes (5 minutos por institución): <ul style="list-style-type: none">• Palabras del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI)• Palabras de la Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET)• Palabras del Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo (MEPyD)• Palabras del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARENA)• Palabras de la Presidencia de la República
10:00 am	Presentación de la metodología propuesta para el estudio y su alcance, a cargo de Guakía Ambiente
10:30 am	Análisis de la propuesta, facilitada por Guakía Ambiente <ul style="list-style-type: none">• Análisis FODA, para identificar los puntos críticos y consensuar las estrategias más oportunas para superarlos.
11:00 am	Refrigerio
11:10 am	Seguimiento de la sesión de análisis
12:15 pm	Síntesis de los resultados y próximos pasos, a cargo de Guakía Ambiente
12:30 pm	Cierre, a cargo del BID

ANEXO 3: Lista de participantes

No.	Nombre y Apellido	Institución
1	Ana Sofía Ovalle	ASO Consulting
2	René Ledesma	Banco Agrícola
3	Katharina Falkner Olmedo	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
4	Gilberto Cedeño	Central Romana Corporación
5	Rudy Pérez	Comisión Nacional de Emergencias (CNE)
6	Manuel Rymer	Comisión Nacional de Emergencias (CNE)
7	Lisbeth Arias	Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio
8	Oscar Guedez	Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio
9	Max Puig	Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio
10	Estefany de León	Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio
11	Gabriel Argüello Gamboa	Consortio Azucarero de Empresas Industriales (CAEI)
12	Elvira Segura	Consultora
13	Máximo De Oleo	Empresa de Generación Hidroeléctrica (EGEHID)
14	Alexander Lorenzo	Empresa de Generación Hidroeléctrica (EGEHID)
15	Luis Tolentino	Fundación REDDOM
16	Oscar Rumaldo Santana	Independiente
17	Solange De la Cruz	Independiente
18	osé Daniel Pimentel de los Santo	Independiente
19	Joaquín del Rosario	Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF)
20	Gregorio García	Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF)
21	Oscar De Coa	Instituto Dominicano del Café (INDOCAFE)
22	Karen Gissell Medina Hidalgo	Instituto Geográfico Nacional (IGN)
23	Juan Rafael Rijo	Instituto Geográfico Nacional (IGN)
24	Bolívar Troncoso	Instituto Geográfico Nacional (IGN)
25	Israel Acosta	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI)
26	Lisa Corporán	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI)
27	Juan Fulvio Ureña Meléndez	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI)
28	Olmedo Caba	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI)
29	Fausto Antonio Colón	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI)
30	José Raúl Pérez Durán	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI)
31	Evarizt Raquel Matos Urbaz	Instituto Técnico Superior Oscus San Valero
32	Rosaura Pimentel	Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC)
33	Armando Borrios	Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC)
34	Osmar C. Benitez	Junta Agroempresarial Dominicana, Inc. (JAD)
35	Ivonne García	Junta Agroempresarial Dominicana, Inc. (JAD)
36	José Arias	Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo (MEPyD)
37	Laura Díaz	Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo (MEPyD)
38	Delio Rincón	Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo (MEPyD)
39	Loraine Herrera	Ministerio de la Presidencia
40	José Miguel Guerrero	Ministerio de la Presidencia
41	Rafael Santiago Hernández	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
42	Karem Rivero	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
43	Milagros De Camps Germán	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
44	Andrés Campusano	Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET)
45	Jacqueline Félix	Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET)
46	Gloria Ceballos	Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET)
47	Juana Sillé	Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET)
48	Luis Bonilla	Plan San Juan
49	Claudio Caamaño Velez	Tecnificación Nacional de Riego
50	Elvinson García	Tecnificación Nacional de Riego
51	Manuel Mejía	Tecnificación Nacional de Riego
52	Milagros Yost	Universidad del Caribe
53	Zoraima Cuello	Universidad del Caribe

ANEXO 4: Ficha de análisis FODA

Renglón	Ítem	Respuesta	Oportunidad	Amenaza
Uso, consulta	Retroalimentación de usuarios / solicitantes de datos	muy débil débil media fuerte muy fuerte		
	Ayuda a usuarios / solicitantes de datos	muy débil débil media fuerte muy fuerte		
	Elaboración de productos finales con los datos	muy débil débil media fuerte muy fuerte		
	Difusión de productos finales	muy débil débil media fuerte muy fuerte		
	Documentación de las variables climáticas en lenguaje accesible	muy débil débil media fuerte muy fuerte		

Renglón	Ítem	Respuesta	Oportunidad	Amenaza
Uso, consulta	Capacidad de proveer datos en pequeñas cantidades	muy débil débil media fuerte muy fuerte		
	Capacidad de proveer datos en grandes cantidades	muy débil débil media fuerte muy fuerte		
	Metadatos sistemáticamente recogidos	muy débil débil media fuerte muy fuerte		
	Metadatos disponibles al público	muy débil débil media fuerte muy fuerte		

Renglón	Ítem	Respuesta	Oportunidad	Amenaza
Uso, consulta	Accesibilidad del dato (gratuidad, facilidad de acceso)	muy débil débil media fuerte muy fuerte		
	Accesibilidad del dato en tiempo real	muy débil débil media fuerte muy fuerte		
	Interfaces de usuario para consulta / descarga de datos	muy débil débil media fuerte muy fuerte		
	Interfaces de usuario para distintos perfiles (público en general, institucional, etc.)	muy débil débil media fuerte muy fuerte		
	Interfaces de usuario para transformar y/o representar datos	muy débil débil media fuerte muy fuerte		

Renglón	Ítem	Respuesta	Oportunidad	Amenaza
Dato	Precisión científica	 muy débil débil media fuerte muy fuerte		
	Calidad (de acuerdo con estándares)	 muy débil débil media fuerte muy fuerte		
	Diversidad de variables disponibles	 muy débil débil media fuerte muy fuerte		
	Gran volumen de datos disponibles	 muy débil débil media fuerte muy fuerte		
	Formato de almacenamiento del dato	 muy débil débil media fuerte muy fuerte		

