

Universidad Nacional de Rosario
Centro de Estudios Interdisciplinarios
Especialización en Gestión de la Innovación y la Vinculación
Tecnológica

Trabajo Final Integrador
SIVAMET | Sistema Integral de Visualización y Análisis de información
Meteorológica
Autora: Cecilia Monaco
Director: Dr. Marcos Saucedo
Junio 2024

Resumen	4
Base conceptual del trabajo	5
¿Qué se entiende por Innovación?	5
En Latinoamérica	8
En Argentina	10
Política de Ciencia, Tecnología, Innovación y Producción para la Defensa.....	11
Introducción.....	13
Historia	13
Contexto, servicios y productos que genera el SMN.....	14
Presupuesto del SMN	21
Análisis preliminar del proyecto.....	22
Tipo de TFI.....	25
Planteo del Problema	25
Problema	25
Impacto y consecuencias.....	25
Relevancia y Urgencia.....	28
Propuesta de resolución del problema	29
Justificación.....	30
Relevamiento de antecedentes	31
Aspectos teóricos.....	33
Aspectos metodológicos.....	35
Alcance y Objetivos.....	38
Alcance	38
Objetivo General	38
Objetivos específicos	39
Actividades	39
Plan de trabajo.....	41
Estructura de desglose de trabajo.....	41

Metas.....	43
Presupuesto.....	45
Conclusión.....	46
Abreviaturas.....	48
Bibliografía	49
Libros y capítulos de libros	49
Artículos, documentos en línea y notas técnicas	49
Sitios web	50

Resumen

En las últimas décadas, la cantidad de información meteorológica disponible ha aumentado significativamente. Este incremento generó cambios sustanciales en la manera de abordar los desafíos climáticos, en la mejora de la resiliencia y en la eficiencia en la toma de decisiones.

En este sentido, los Organismos públicos cuya función estratégica, entre otras, sea la del bienestar de la ciudadanía, deben apostar a la transformación digital y adoptar enfoques innovadores como estrategias fundamentales para asegurar la modernización y competitividad en el entorno actual.

La implementación de un sistema de visualización, que concentre e integre la información en una única plataforma, objeto del presente trabajo, se presenta como un componente clave para agilizar rutinas y automatizar flujos de trabajo. Este enfoque moderno y eficiente contribuiría de manera significativa a la agilidad del cumplimiento de la misión del Organismo, situándolo a la vanguardia en términos de tecnología.

Base conceptual del trabajo

¿Qué se entiende por Innovación?

La innovación es un término ampliamente utilizado en distintos ámbitos, sin embargo, definir con precisión el significado de la innovación se ha convertido en un desafío, dado que su comprensión va más allá de una única interpretación. Diferentes autores ofrecen perspectivas variadas sobre este concepto. A medida que se explora sobre las diferentes definiciones surge la complejidad que rodea a la innovación. Es por ello, que en esta introducción sintetizaré los diversos enfoques que abarquen sus múltiples facetas y su impacto en la sociedad, la economía y la gestión.

Desde una visión económica, Joseph Schumpeter, uno de los pioneros en el estudio de la innovación, la describe como un proceso disruptivo que impulsa el cambio estructural en la economía a través de la introducción de nuevas tecnologías, productos o métodos de producción. Según Schumpeter, la innovación no sólo radica en la invención, sino también en la capacidad de llevar a cabo la implementación efectiva en el mercado, transformando así la dinámica empresarial.

Desde la mirada de Carlos Castro Madero, la innovación tecnológica es la creación de un producto, proceso o servicio que desplaza parcial o totalmente al que detentaba el liderazgo hasta ese momento. El proceso que genera la innovación tecnológica es un proceso único, cronológico, que abarca ciencia, tecnología, economía, empresa y gerencia, que traslada el conocimiento científico a realidades físicas que transforman la sociedad.

El proceso de generación de innovación tiene varias etapas: investigación básica, investigación aplicada, desarrollo exploratorio, desarrollo avanzado, desarrollo de ingeniería, producción y comercialización. Estas etapas, en términos teóricos, son explicativos y gráficos para visualizar el proceso completo, pero en la realidad se superponen, no tienen sus límites claramente definidos lo cual genera que en ciertas circunstancias se dificulte la continuidad del proyecto. En este sentido, cada etapa posee su propio lenguaje, formación del personal y enfoques que atañen a la especificidad de cada una de ellas.

La innovación tecnológica, según la definición de la OCDE -1971-, se concibe como la primera aplicación de la ciencia y la tecnología en una nueva dirección, seguida de un éxito comercial. Sin embargo, en economías capitalistas, el enfoque a menudo se centra en el retorno de ganancias, relegando a un segundo plano aquellas innovaciones tecnológicas relevantes para la vida social, con posibles impactos, por ejemplo, en cuestiones ambientales, como se evidencia en la presente intervención profesional.

En este sentido, es imperativo actualizar la concepción del proceso de innovación, caracterizándolo por interacciones y efectos de ida y vuelta, desechando la visión lineal predominante en las décadas de 1960 y 1970. Las innovaciones actuales deben ser evaluadas en función de su capacidad para responder a los desafíos contemporáneos, especialmente en un mundo interconectado.

Para considerar una innovación como tal, debe exhibir elementos de novedad al introducirse en el mercado. Esta novedad no necesariamente debe ser global;

puede ser a nivel nacional, en un sector industrial específico o incluso a nivel de una empresa u organismo. Además, la innovación debe ser adoptada por el mercado objetivo, entendiendo "mercado" como los usuarios o destinatarios de la innovación. Este concepto es amplio y abarca tanto a los consumidores de bienes como a los clientes internos o usuarios de nuevos procesos dentro de una empresa u organismo.

Dentro de este contexto, es crucial comprender las clasificaciones de la innovación. Freeman -1987- propone: a) innovaciones incrementales -progresivas-; b) innovaciones radicales; c) nuevos sistemas tecnológicos; y d) tecnologías genéricas difusoras. Se entiende por *innovación incremental* aquella que refiere a mejoras progresivas o evolutivas en productos, procesos o servicios existentes. Está asociada con la optimización y perfeccionamiento gradual de tecnologías o prácticas existentes.

Mientras que la *innovación radical* implica cambios significativos y disruptivos en comparación con las prácticas o tecnologías existentes. Puede resultar en la creación de nuevos mercados o la redefinición completa de los existentes. Los *nuevos sistemas tecnológicos* se centran en la introducción y adopción de tecnologías que transforman completamente la forma en que se realizan ciertas actividades o se producen bienes y servicios. También implican la interconexión de diversas tecnologías para crear sistemas más complejos y eficientes. Por último, la *innovación genérica*, refiere a mejoras que afectan a varios sectores o industrias simultáneamente, a menudo a través de avances en áreas como la gestión, la organización o la formación de recursos humanos y la *innovación difusora* hace

referencia a la adopción y propagación de innovaciones a lo largo de una industria o entre diferentes sectores.

En resumen, la innovación tecnológica va más allá de la mera aplicación de ciencia y tecnología; implica consideraciones sociales, ambientales y económicas. La diversidad de clasificaciones y la necesidad de adaptar la conceptualización del proceso de innovación a la realidad actual subrayan la complejidad y la importancia de abordar este tema de manera integral en la gestión de la innovación y la vinculación tecnológica.

En conclusión, las empresas y los organismos gubernamentales del futuro se ven obligados a abandonar los modelos de desarrollo tradicionales en favor de la transformación digital y una mejora continua centrada en la gestión y los resultados. La adopción de modelos de innovación no solo es una respuesta a la dinámica cambiante de nuestro mundo, sino también una estrategia proactiva para construir instituciones gubernamentales más ágiles, adaptativas y comprometidas con el bienestar de la sociedad que sirven.

En Latinoamérica

Planteado el marco teórico del tema del presente trabajo, cabe mencionar que, en el actual contexto globalizado, la ciencia, la tecnología y la innovación juegan un papel fundamental en el desarrollo económico y social de las naciones. Sin embargo, en América Latina y el Caribe persiste un importante rezago en la inversión y el enfoque estratégico hacia estas áreas. En el documento de la CEPAL -2022-

“Innovación para el desarrollo” se explora la relación entre la innovación, la cooperación regional y el desarrollo en la región, destacando la necesidad de políticas públicas orientadas a fortalecer estas capacidades y promover la colaboración entre los países.

El desarrollo económico y social de América Latina y el Caribe se ve obstaculizado por la falta de inversión y enfoque estratégico en ciencia, tecnología e innovación. A pesar de la innegable importancia de estas áreas, los recursos destinados a ellas son limitados y no siempre se alinean con los desafíos nacionales prioritarios. Esto se refleja en la falta de financiamiento adecuado para proyectos de impacto socioeconómico, la dispersión de esfuerzos que dificulta la creación de capacidades en innovación y la debilidad de las capacidades locales para abordar desafíos prioritarios.

La cooperación regional emerge como un aspecto crucial para superar estas limitaciones. La pandemia de COVID-19 ha evidenciado la necesidad de colaboración entre países para abordar desafíos comunes, como el fortalecimiento de las capacidades en industrias críticas como la salud. La adopción de estrategias más ambiciosas e integradas, así como la implementación de medidas de facilitación del comercio, se presentan como oportunidades para avanzar hacia una recuperación transformadora en la región.

En resumen, la innovación y la cooperación regional son pilares fundamentales para el desarrollo económico y social de América Latina y el Caribe. La inversión en ciencia, tecnología e innovación, así como la promoción de políticas que fomenten la

colaboración entre países, son esenciales para superar los desafíos actuales y aprovechar las oportunidades emergentes en un mundo cada vez más interconectado y digitalizado.

En Argentina

Durante las primeras dos décadas del siglo XXI, se observa una nueva visión en cuanto a la agenda científica y tecnológica. Se inició un proceso de resignificación del sentido social y económico de la ciencia y la tecnología. En este escenario, las principales fuerzas transformadoras fueron la recuperación de un proyecto de país industrial e inclusivo y la decisión de poner a las actividades de I+D+i en la primera línea de las políticas de Estado -Hurtado y otros 2017-. A su vez, Hurtado y otros -2017- señalan que la transformación que se da en este período, implica movimientos que ellos lo llaman de “epistemología política” indicando que el acceso a las tecnologías y, por lo tanto, las capacidades de gestión tecnológica, que históricamente se basaban en la ciencia internacionalmente prestigiosa, comienzan a ver el cambio de paradigma en cuanto a que se empieza a avanzar en la definición de agendas donde el conocimiento social y económicamente “útil” fue ocupando un lugar protagónico, en la medida en que las políticas públicas fueron logrando instalar agendas científicas y tecnológicas vinculadas a sectores considerados estratégicos. Aquí se destaca la defensa como uno de esos sectores.

Política de Ciencia, Tecnología, Innovación y Producción para la Defensa

¿Qué trayectoria tuvo la inclusión de la ciencia, la tecnología, innovación y producción para ser parte de la agenda a nivel nacional y dentro del ámbito de la defensa?

Diversos autores hacen un recorrido por este camino resaltando cómo la ciencia y la tecnología fue tomando lugar y como se fue transformando la visión de ciencia, tecnología y sociedad. Inicialmente, la ciencia postuló un modelo lineal de desarrollo, se pensaba que había un camino natural y unidireccional que, partiendo de la ciencia básica, y a través de la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico, era capaz de producir las mejoras sociales que se esperaban de la ciencia -Vasen 2011-. En los años 60's, se planteó un debate entre dos posturas principales, "planificación del Estado versus libertad de investigación y autonomía científica" también llamado por Elzinga y Jamison, 1996, como la tensión entre la "cultura académica" y los objetivos de la "cultura burocrática". La discusión se centró en cómo definir y priorizar criterios para la toma de decisiones en política científica, cómo coordinar las políticas de los distintos organismos que realizaban investigación científica, ante la escasez de recursos y la imposibilidad de dar respuesta a todas las líneas de investigación.

La política de ciencia, tecnología e innovación es una política de Estado, puesto que su abordaje trasciende el país, sin embargo, no necesariamente son percibidas por los gobiernos como políticas prioritarias -Mazzucato, 2013-. Hurtado y otros -2017- señalan que ciertos gobiernos de países en desarrollo, especialmente gobiernos neoliberales de Latinoamérica suelen reconocer

discursivamente la ciencia y la tecnología como motores primarios del desarrollo socioeconómico, pero no concretan ese reconocimiento en políticas de Estado en ciencia y tecnología.

Las agendas de I+D+i que se enfocan en la inserción estratégica de un país en el campo de las fuerzas geopolítica y geoeconómica, están asentadas sobre diagnósticos y prospectivas de la situación doméstica y que articulan diferentes actores, procesos y lógicas internas con una variedad de actores, procesos y lógicas transfronterizas de naturalezas diferentes a las primeras -Hurtado y otros 2017-. Las decisiones consideran la satisfacción del interés nacional, la búsqueda de la independencia económica y la soberanía política en el contexto regional e internacional que otorguen el grado de libertad necesario para decidir la inserción internacional del país en función del bienestar de sus habitantes -Hurtado y otros 2017-.

Considerando la relevancia de la ciencia y la tecnología en el desarrollo de un país, Hurtado y otros 2017, sintetizan “la política científica y tecnológica sin un proyecto de desarrollo socioeconómico nacional es ciega; el desarrollo socioeconómico nacional sin una política de Estado de ciencia y tecnología es vacío”. Dicha afirmación es clave, porque no es posible establecer una política científica y tecnológica si no hay un proyecto nacional, puesto que de esa manera no se pueden orientar los objetivos, los asuntos estratégicos, necesidades y sectores clave que la ciencia necesita abordar para fortalecer el sistema tecnológico del país, se requiere de una estrategia bien articulada que integre

aspectos internos y externos para el éxito de la inserción en el contexto global. Es necesario identificar los temas claves que, como país, son necesarios para mantener no solo el crecimiento socioeconómico y el bienestar de la sociedad sino también la soberanía. Por otro lado, el desarrollo socioeconómico nacional no puede darse si no posee un sistema científico y tecnológico que los sostenga y genere capacidades propias.

En pocas palabras, la inclusión de la ciencia, la tecnología, la innovación y la producción en la agenda nacional y en el ámbito de la defensa ha evolucionado desde modelos lineales y centralizados hacia enfoques más integrales y adaptativos, reflejando la creciente comprensión de la complejidad de estas áreas y su importancia para el desarrollo y la seguridad nacional. Sin embargo, aún persisten desafíos en la concreción de políticas efectivas y sostenibles en estos campos, especialmente en contextos políticos y económicos cambiantes.

Introducción

Historia

El Servicio Meteorológico Nacional es un organismo científico técnico creado un 4 de octubre de 1872; por medio de la Ley N° 559 durante la presidencia de Domingo F. Sarmiento, fue el primer Servicio Meteorológico Nacional de Sudamérica y tercero en el mundo, junto a Hungría y Estados Unidos. En el transcurso de su vida institucional, estuvo bajo la órbita de distintos ministerios y secretarías hasta que, en 2006, fue transferido al ámbito civil de la actual Secretaría

de Investigación, Política Industrial y Producción para la Defensa del Ministerio de Defensa.

El SMN, es la institución cabecera de la Argentina en la provisión de servicios meteorológicos y ambientales. Este servicio requiere de un monitoreo continuo de la atmósfera, de conocimientos científicos específicos y de contar con tecnología de punta con el objetivo de contribuir a la protección de la vida y los bienes de la población, contribuir a la defensa nacional, favorecer el desarrollo sustentable y dar cumplimiento a los compromisos internacionales en la materia.

Contexto, servicios y productos que genera el SMN

Para una mejor comprensión del Organismo científico técnico, se requiere desglosar la conformación de sus áreas operativas y servicios y productos que emite. El SMN cuenta, por un lado, con una Red de Estaciones de Observación que se integra por 125 estaciones meteorológicas sinópticas de superficie y de observación en altitud y se extiende sobre el territorio bicontinental de la Nación. Todos los días del año, el personal de estas estaciones mide y transmite los datos de las variables meteorológicas, de acuerdo a las normas y programas establecidos por la Organización Meteorológica Mundial -OMM-.

Por otro lado, además, cuenta con 14 Oficinas Meteorológicas de Aeródromo –OMA-, 5 Oficinas de Vigilancia Meteorológica –OVM- y 1 Oficina de Información Meteorológica –OIM- que elaboran y/o difunden pronósticos y alertas especiales para la aviación.

El SMN provee información crítica para la gestión de emergencias, es un Organismo técnico de referencia según la Ley N°27.287 de creación del Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo y la Protección Civil. Produce y disponibiliza pronósticos, alertas e informes especiales para contribuir a la gestión del riesgo y las emergencias.

Para el transporte aéreo, provee observaciones, pronósticos y alertas dedicadas a la actividad aeronáutica comercial, general, militar, de carga y deportiva/recreativa. Asimismo, brinda información meteorológica de las rutas aéreas nacionales e internacionales. Participa del proceso de Análisis de Riesgo de Seguridad Operacional de la Aviación Civil de la República Argentina. Realiza de manera continua el monitoreo de la presencia de la ceniza volcánica en la atmósfera. En caso de erupción volcánica, efectúa el pronóstico del desplazamiento de la ceniza volcánica e informa al Organismo Regulador del Sistema Nacional de Aeropuertos para la aplicación del "Procedimiento para el Manejo y la Mitigación de los efectos por cenizas volcánicas" en los aeropuertos integrantes del Sistema Nacional de Aeropuertos. - <https://www.smn.gob.ar/meteorologia-aeronautica> -.

Para la producción agropecuaria, elabora pronósticos a fin de minimizar los impactos negativos de los eventos meteorológicos -sequías, inundaciones, heladas, entre otros-. Elabora boletines diarios, semanales y mensuales, además informa y publica diversos índices pertinentes. Integra la Comisión Nacional de Emergencias y Desastres Agropecuarios -CNEYDA, Ley 26509-. Desarrolla

pronósticos trimestrales para contribuir a la prevención y reducción de daños por efectos del clima - https://www.smn.gob.ar/pronostico_agropecuario -.

Para la navegación marítima y fluvial, elabora pronósticos y emite avisos de temporal en el sector de la METAREA VI, -se extiende desde el litoral costero argentino hasta los 20°O y desde los 35°S hasta los mares antárticos- y vías navegables del Río de la Plata, Paraná, Uruguay y Paraguay. Este apoyo meteorológico a las embarcaciones que navegan nuestros mares se provee desde 1932. En 1992, el SMN comenzó a difundir sus boletines de navegación marítima por medios satelitales, a través del sistema de transmisión Safetynet de INMARSAT -International Maritime Satellite-, debido a que integra el Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos –SMSSM-. - https://www.smn.gob.ar/zonas_costeras - .

Estos datos resultan indispensables para la Prefectura Naval Argentina durante las operaciones de búsqueda y rescate en el agua, el ordenamiento del tráfico y la navegación y la operatoria de la flota. Así como para la difusión de alertas tempranas a los navegantes, la toma de decisiones respecto de la operativa portuaria y el ordenamiento de tráfico, y los cálculos elaborados durante la planificación y ejecución de las operaciones de búsqueda y salvamento (SAR).

Para la población en general, elabora al menos 2 pronósticos diarios -cada 12 horas- para todo el territorio bicontinental, incluidas las bases antárticas y zonas costeras. Provee datos meteorológicos horarios o tri-horarios desde 147 centros abarcando así la totalidad del territorio continental y el sector antártico. Elabora alertas y avisos a muy corto plazo sobre todo el territorio, ante fenómenos que

puedan suponer un riesgo para la vida y los bienes de la población. En cumplimiento de la Ley 24.898, suministra diariamente, junto con la información climática, datos referidos a la intensidad de la radiación solar ultravioleta en aquellas zonas en las cuales exista riesgo para la salud humana por exposición directa a la misma. Mantiene archivos de información meteorológica que permiten cuantificar variaciones climáticas necesarias para la planificación urbana en un contexto de clima cambiante. -<https://www.smn.gob.ar/radiacionuv> -

Para el turismo y el deporte, publica información estadística estacional para los distintos lugares turísticos del país. Elabora pronósticos meteorológicos para los ríos de la Cuenca del Plata y elabora pronósticos especiales para eventos al aire libre y deportivos.

Es esencial destacar y profundizar en los productos y servicios del área que más urgentemente demanda el desarrollo de un sistema integral de visualización de información meteorológica en tiempo real. Esta área es la principal usuaria de esta herramienta, y en este sentido, requiere una atención particular debido a la naturaleza crítica de sus funciones y la cantidad de información que maneja.

La Coordinación de Pronósticos Regionales –CPR-, dependiente de la Dirección de Pronóstico del Tiempo y Avisos, realiza el monitoreo y vigilancia de la situación meteorológica y diagnostica su evolución emitiendo pronósticos rutinarios a 7 días que se publican en los horarios de las 06:00 y 18:00 HOA para todo el país. El pronóstico de las primeras 48hs se emite para madrugada, mañana, tarde y noche, y de 3 a 7 días el pronóstico diario se divide en mañana y tarde. Las

variables que se pronostican son temperatura máxima y mínima, estado del cielo, probabilidad de precipitación, viento, ráfagas -Saucedo, M, 2022: Implementación del sistema PIMET: un cambio de paradigma en el SMN. Nota Técnica SMN 2022-124-. - <https://www.smn.gob.ar/pronostico> -.

En caso de la posible ocurrencia de alguna amenaza meteorológica que pueda afectar a la población o sus bienes, la CPR emite los alertas correspondientes, para las siguientes amenazas: lluvia, tormenta, nieve, viento y viento Zonda. Estas alertas se emiten por colores amarillo, naranja y rojo, dependiendo de la severidad y la afectación del fenómeno, y por plazos a 24, 48 y 72hs, con actualización a las 06 y 18hs. Además, diariamente a las 18hs se emiten Alertas por temperaturas extremas en niveles amarillo, naranja y rojo -Herrera N. y otros, 2022: Sistema de Alerta Temprana por Temperaturas Extremas Frío (SAT-TE Frío). Nota Técnica SMN 2022-125. y Herrera N, F. Chesini, M.A. Saucedo, M.E. Menalled, C. Fernández, J. Chasco, A.G. Cejas, 2021: Sistema de Alerta Temprana por Temperaturas Extremas Calor (SAT-TE Calor): la evolución del SAT-OCS. Nota técnica SMN 2021-111. <http://repositorio.smn.gob.ar/handle/20.500.12160/1726>-. <https://www.smn.gob.ar/alertas>-

En circunstancias particulares, organismos e instituciones oficiales solicitan informes o pronósticos especiales para zonas específicas y por plazos de cortos de tiempo. Éstos son emitidos por las áreas correspondientes a requerimiento.

Además, la Coordinación de Pronósticos Inmediatos –CPI- emite avisos a corto plazo –ACPs-, basados en el monitoreo a través de radares meteorológicos, que tienen una validez de hasta 3hs luego de la emisión -Ishikame, G., P. Lohigorry, y

L. Pappalardo, 2022: Caracterización a los avisos a muy corto plazo en el período 2014 - 2020. Nota Técnica SMN 2022-134-. Los ACPs se emiten ante la posible ocurrencia de eventos severos tales como vientos y/o lluvias intensas, granizo mayor a 2 cm o ráfagas de viento fuertes -mayores a 60 km/h-. En caso de que las ráfagas superen los 90 km/h las tormentas son severas y esto aparece discriminado en el título del ACP. Dada su naturaleza, los ACP no tienen horario fijo de emisión.

El SMN opera el Centro de Avisos de Cenizas Volcánicas, VAAC BUE -uno de los nueve centros del mundo para vigilancia de ceniza volcánica- que se extiende ampliando el área desde los 10° S hasta los 90° S y desde 10° W a 90° W de acuerdo a lo regulado por la Organización de Aviación Civil Internacional. El VAAC tiene la responsabilidad de la emisión de avisos -VAA- sobre la detección y propagación de ceniza volcánica en la atmósfera. Estos avisos se emiten en formato texto y gráfico y tiene como destinatario primario el sector aeronáutico, pero además también a los organismos de emergencia.

Todas las tareas mencionadas se desarrollan durante las 24 horas del día los 365 días del año, y tienen como modalidad su publicación a través del sitio web, y difusión vía mail a usuarios determinados. Los VAA se difunden además por los medios que dicte la autoridad aeronáutica. - <https://ssl.smn.gob.ar/vaac/buenosaires/inicio.php?lang=es> -.

La presencia territorial incluye la Red de Observatorios, en donde se miden parámetros meteorológicos y atmosféricos particulares, como radiación y ozono, que aportan información valiosa para los análisis globales.

En este sentido, se destaca la Estación de Vigilancia Atmosférica ubicada en Ushuaia -VAG-Ushuaia-. El programa VAG -en inglés, GAW Global Atmospheric Watch- coordina el esfuerzo de 31 estaciones de monitoreo atmosférico globales y más de 400 regionales -involucrando 80 países-, con el objetivo de producir datos relevantes para el estudio y monitoreo del cambio climático y calidad del aire.

La Estación VAG de Ushuaia, es una de las tres más importantes en su clase dentro del hemisferio sur, debido a que se encuentra en el borde del vórtice polar y monitorea parámetros físicos y químicos que afectan al clima y la atmósfera. Su misión es contribuir a la reducción de los riesgos ambientales para la sociedad a través del mantenimiento de las observaciones globales a largo plazo de la composición química y características físicas de la atmósfera, de la entrega de productos y servicios integrados de relevancia para la sociedad y de proveer las bases para la evaluación del impacto de las acciones globales de mitigación del cambio climático.

El SMN está presente en la Antártida desde 1904. Allí desarrolla proyectos y actividades científicas propias como observaciones, mediciones e investigaciones, y brinda apoyo a las actividades logísticas de los organismos nacionales que también operan en la Antártida, y a las investigaciones científicas y técnicas que realizan otros organismos nacionales e internacionales. El SMN, cuenta con 6 estaciones sinópticas de superficie instaladas en las bases antárticas operadas por la República Argentina, -Orcadas, Marambio, Carlini, Esperanza, San Martín, Belgrano II- de las cuales 3 -Orcadas, Esperanza y Marambio- han sido reconocidas

internacionalmente como de referencia, en virtud de la calidad de los datos y la extensión de su serie en el tiempo. Actualmente son 30 los profesionales del SMN - entre científicos, técnicos, pronosticadores y observadores meteorológicos- que brindan el apoyo meteorológico indispensable para todas las operaciones logísticas en la Antártida y que además realizan la investigación científica propia del organismo. - <https://www.smn.gob.ar/pronostico-antartico> -.

A modo de síntesis de lo expuesto en este apartado, el SMN a través de las unidades meteorológicas -U.M.¹ y de la sede central Dorrego, utiliza diversas fuentes de datos tanto propias como externas para la elaboración de pronósticos, alertas, avisos, observaciones, mensajes especiales, estadísticas e informes. Toda esta información que se evalúa, ha ido en aumento a lo largo de los últimos años, como por ejemplo los datos de radar, de satélites, de estaciones automáticas que se integran a la red del SMN y de pronósticos y ensambles numéricos en alta resolución. En consecuencia, se sobreentiende que ha aumentado exponencialmente la cantidad de información a analizar para la generación de información, al mismo tiempo que la misma está dispersa en diferentes plataformas.

Presupuesto del SMN

En la actualidad las políticas de financiamiento del SMN provienen del Tesoro Nacional -FF 11- y de Recursos Propios -FF 12-. Si bien la mayor proporción de los mismos corresponden a la FF 11, el Organismo obtiene financiamiento

¹ U.M. comprende: Estaciones meteorológicas, OMA, OVM, Observatorios y VAG

también a través de la recaudación de tasas y venta de servicios propios. Según el Decreto N° 1689/06 y el Decreto N° 483/2023, el SMN para su funcionamiento debe contar con la participación del 10% de la Tasa de Protección al Vuelo. El ente recaudador de la tasa es la Empresa Argentina de la Navegación Aérea S.E. –EANA-.

Asimismo, cabe destacar que mediante la resolución 675/2013 del ex-Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva se incorpora al Servicio Meteorológico Nacional como miembro del Consejo Interinstitucional de Ciencia y Tecnología -CICYT-, y a partir del ejercicio 2023 el SMN es un organismo con "Función - Finalidad: 3.5 Ciencia y Técnica" lo que implica en términos presupuestarios, acceder a un incremento progresivo del presupuesto otorgado en términos reales, según el artículo 6° de la ley N° 27.614 de CyT.

Análisis preliminar del proyecto

En el Plan Estratégico del SMN, se establecen metas relacionadas con el fortalecimiento institucional, la aplicación focalizada de mejoras científicas, y la provisión de información meteorológica precisa y de calidad en el menor tiempo posible. Los diferentes avances científicos y tecnológicos requieren de la vinculación del SMN con distintos centros y grupos de investigación de excelencia para consolidar y articular las diferentes capacidades institucionales y enfocarlas al cumplimiento específico de algunas de las metas señaladas en aspectos que exceden las posibilidades propias del SMN. En particular, se requiere investigar y desarrollar modelos para la fusión, gestión, análisis y visualización en tiempo real

de información meteorológica de diversas fuentes², integrándolos dentro de un desarrollo específico que facilite su operación en tiempo real por parte del personal del SMN para expandir sus capacidades operativas y perfeccionar el cumplimiento de su misión institucional.

Se propone abordar del proyecto de forma colaborativa, compuesto por un equipo interdisciplinario por desarrolladores del geoportal GEOOs -Escuela del Mar, Chile-, la Universidad del Sur -Arg-, el SMN y la Secretaría de Investigación, Política Industrial y Producción para la Defensa del Ministerio de Defensa. El abordaje interinstitucional e interdisciplinar contribuirá a mejorar la capacidad de innovación e integración del conocimiento en el ámbito de la Defensa y entre los socios involucrados.

La clave de este desarrollo radica en la integración de sistemas, permitiendo compartir datos y fuentes de información de manera eficiente. La exploración de la posibilidad de crear un software en la nube se presenta como un paso importante, ya que podría aportar flexibilidad y accesibilidad a la plataforma.

Surge la pregunta sobre si este desarrollo podría ser considerado como una aplicación web progresiva. La respuesta a este interrogante se basa en la combinación de las funcionalidades de una aplicación nativa con las facilidades de un sitio web, eliminando la necesidad de descarga en una tienda de aplicaciones.

² fuentes de información: datos meteorológicos de estaciones de superficie y de altura convencionales y automáticas, observaciones aeronáuticas, información proveniente de sensores remotos como satélite, radar y sensores de descargas eléctricas, modelos determinísticos y probabilísticos de predicción numérica, alertas y avisos a corto plazo emitidos previamente, productos WAFS (sistema mundial de pronóstico de área).

Los usuarios pueden acceder a través del navegador, como lo harían con cualquier sitio web, pero experimentan la interfaz de diseño de una aplicación.

La implementación de un sistema de integración, que concentre la información en una única plataforma, es un componente clave para agilizar rutinas y automatizar flujos de trabajo. Este enfoque moderno favorecerá a que el Organismo sea más eficiente en sus operaciones, contribuyendo a una mejor prestación de servicios para la sociedad.

En conclusión, la apuesta por la transformación digital y la adopción de enfoques innovadores, como el desarrollo de plataformas integradas y aplicaciones web progresivas, son estrategias fundamentales para asegurar la competitividad y modernización del Organismo en el entorno actual.

Tipo de TFI

Intervención profesional

Título: Sistema Integral de Visualización y Análisis de información Meteorológica (SIVAMET)

Planteo del Problema

Problema

El SMN carece de una plataforma integrada de información meteorológica en tiempo real. Los profesionales se enfrentan a la gestión de la información a través de múltiples ventanas abiertas y listas desplegadas, lo que entorpece las operaciones y a su vez agrega una fuente de error en la elaboración de productos.

La ausencia de una plataforma integrada se traduce en una dificultad para acceder y procesar la información de manera ágil y eficaz. El uso de múltiples ventanas y listas desplegadas resulta en un flujo de trabajo poco eficiente al sumar pasos intermedios para la toma de decisión, afectando la capacidad de respuesta ante cambios repentinos en el flujo atmosféricos, la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta a los cambios meteorológicos.

Impacto y consecuencias

Esta carencia impacta directamente en el análisis de los pronosticadores y, en la necesidad de una rápida generación de indicadores para soporte en la toma de decisiones mediante la disponibilidad de información oportuna y de la mejor

calidad de los servicios meteorológicos ofrecidos, ya que la falta de una plataforma integrada dificulta la interpretación oportuna de datos cruciales.

El proyecto mejorará la capacidad de innovación e integración del conocimiento entre los socios involucrados de múltiples formas:

1. Se espera que facilite la operación del SMN en tiempo real al expandir sus capacidades y perfeccionar la misión institucional en tanto contribuir a proteger a la vida y/o bienes de la población y el ambiente, contribuir a la defensa nacional, favorecer el desarrollo sustentable y dar cumplimiento a sus compromisos internacionales en la materia.

2. La cantidad de datos meteorológicos ha crecido de forma exponencial en los últimos años, aquí presento algunos ejemplos:

a. Proyecto Sistema Nacional de Radares Meteorológicos, financiado por el Ministerio de Obras Públicas de la Nación y desarrollado por INVAP SE, entre el 2015 y el 2020 INVAP ha fabricado e instalado 11 radares meteorológicos. Actualmente, la Etapa 3 de dicho proyecto planea instalar 10 radares meteorológicos más entre los años 2023 y 2025. La inversión total realizada ya supera los 30 millones de USD. El visualizador que se apunta a crear en el presente proyecto integrará esta fuente de datos, potenciando la puesta de valor del proyecto SINARAME.

b. La nueva serie de satélites meteorológicos geoestacionarios GOES R de los EE.UU. Esta nueva serie se encuentra en operaciones desde el 2017 y genera 36 veces más datos respecto de la serie anterior. El SMN tiene en funcionamiento desde

el año 2018 una receptora satelital. Estos datos también serán integrados al visualizador.

c. Plan Integral Argentina Irrigada: tiene por objetivo retomar el desarrollo de infraestructura de riego en todas las provincias del país. En este contexto, se firmó un convenio para la adquisición de 125 estaciones meteorológicas automáticas, que integra 90 proyectos de recursos hídricos para potenciar la producción agropecuaria en 20 provincias. Dicha iniciativa tendrá impacto directo en las redes de observación de parámetros meteorológicos, no sólo de su red propia sino también de redes de terceros, dispersas en el territorio continental argentino. Estos datos serán integrados al visualizador.

3. El visualizador que se propone desarrollar en el presente proyecto es un recurso clave para facilitar y optimizar las tareas de análisis visual para los pronosticadores y favorecer la rápida toma de decisiones sobre la emisión de pronósticos y alertas mediante la disponibilidad de información oportuna y de la mejor calidad. En particular, se espera que mejore la producción de los siguientes productos:

a. Análisis y pronóstico diario, Alertas y Avisos meteorológicos de Corto Plazo destinados al público, al sector marino y a tomadores de decisión (protecciones civiles, bomberos, entre otros).

b. Avisos de Ceniza Volcánica destinados a la industria aeronáutica.

c. Pronósticos, Avisos y Alertas meteorológicas para el sector aeronáutico.

Cartas de tiempo significativo.

4. El SMN cuenta en su plan con un objetivo estratégico de regionalización de la provisión de servicios meteorológicos y climáticos. El mismo se alinea a su vez con el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2030 ya que aporta al criterio territorial en la generación, aplicación y distribución de conocimiento y tecnologías. Contar con un SIVAMET permitirá realizar un análisis ágil y eficaz para la emisión de alertas y avisos especiales, de esta manera contribuirá a la federalización meteorológica dada la alta portabilidad de dicha tecnología, entre otras características relevantes.

5. Por último, es esperable que los resultados de este proyecto, en tanto impacto social, sea recibido como un cambio positivo, significativo y sostenible para el beneficio de la sociedad como una medida de adaptación al cambio climático dado que el SMN podrá emitir alertas y avisos especiales con mayor celeridad y precisión. En este sentido, el presente proyecto se enmarca dentro del Plan Nacional de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático (ley 27520) en donde el SMN planteó, desde su especificidad, el objetivo general de modernizar el flujo de datos para el acceso a la información a la población, tomadoras/es de decisión gubernamentales y sectores productivos.

Relevancia y Urgencia

La implementación de una plataforma integrada de información en tiempo real se vuelve imperativa para optimizar la eficiencia operativa, mejorar la calidad de los servicios meteorológicos y garantizar respuestas rápidas y efectivas ante

condiciones del estado del tiempo cambiantes. La relevancia de esta intervención radica en su impacto directo en la seguridad y bienestar de la comunidad y su urgencia deriva de la necesidad de adaptarse a estándares tecnológicos actuales para mantener la competitividad y eficacia del servicio meteorológico.

Propuesta de resolución del problema

Tal como fue expuesto anteriormente, en la actualidad, las áreas que generan pronósticos operativos tienen una necesidad que resulta un desafío importante, que consiste en unificar en tiempo real la información proveniente de diversas fuentes -principalmente satélites y radares meteorológicos- dentro de una plataforma única que integre su operación junto con las tareas asociadas de generar mapas de alertas y demás tareas asociadas a su responsabilidad orgánica.

La demanda concreta consiste en la especificación, diseño, desarrollo e integración de un visualizador que incorpore fuentes de información en tiempo real y permita centralizar y unificar las funciones inherentes a actividades específicas. Se requiere, asimismo, que la tecnología a desarrollar sea compatible e integrable con los sistemas informáticos del SMN, así como con los formatos y estándares internacionales -por ejemplo: el paquete GemPak/NAWIPS del National Center for Environmental Prediction, EEUU- y que los productos de datos sean a su vez gestionables desde otras iniciativas abiertas (por ejemplo el geoportal GEOOS -Geoportal Operacional y Observacional-).

Justificación

Para el SMN resulta una necesidad unificar en tiempo real la información los diferentes tipos de datos dentro de una plataforma única³ y accesible desde distintos puntos del país, que integre su operación para facilitar y mejorar las tareas de análisis de los pronosticadores y, su rápida generación de indicadores para soporte en la toma de decisiones mediante la disponibilidad de información oportuna y de la mejor calidad. El acceso a la información y las herramientas para analizarlas deben ser accesibles e intuitivas. En lo posible, las opciones del sistema deberían poder ser configurables según el puesto del operador para su rápido acceso. Es esperable, que se minimice el uso de listas desplegadas.

El desarrollo de la plataforma web a partir de capacidades nacionales y, en colaboración con los equipos de Chile, permitirá potenciar y ampliar las capacidades propias en materia de tecnología e infraestructura tecnológica que posibilitarán gestionar las necesidades del SMN permitiendo no solo dar sostenibilidad al desarrollo sino su ampliación, adaptación y mejoras a partir de nuevos requerimientos. Se espera la mejora en las funciones del SMN específicamente, en tiempo real, ya que expandirá las capacidades operativas y perfeccionará la misión institucional en tanto proteger a la población, contribuir a la defensa nacional, favorecer el desarrollo sustentable y dar cumplimiento a sus compromisos internacionales en la materia. Además, este tipo de proyecto cuyo

³ Plataforma única, como los visualizadores Web que son presentaciones que permiten mostrar información de sitios Web en función de los datos de su base de datos.

objetivo no es otro que el de mejorar las capacidades tecnológicas de un Organismo público, contribuye a la soberanía nacional.

Se destaca, en cuanto a la mejora de capacidades estratégicas, el impacto positivo resultante de la vinculación nacional e internacional. La importancia del trabajo en conjunto entre entidades potencia nuevos desarrollos, en este caso, se obtienen resultados que pueden contribuir a la mitigación y adaptación al cambio climático desde el diagnóstico, impacto, predicción y la toma de decisiones en actividades productivas y políticas públicas.

Relevamiento de antecedentes

En la actualidad, existen geoportales⁴ que ofrecen algunas de las funcionalidades requeridas para el Servicio Meteorológico Nacional, aunque carecen de capacidades fundamentales necesarias para su gestión efectiva, como el acceso en tiempo real a datos de radares meteorológicos, entre otros aspectos esenciales. Estas iniciativas suelen ser de tipo client-side, diseñadas para operar localmente en computadoras de escritorio a través del navegador web, lo que limita su adaptación al desarrollo final deseado.

En 2010, el SMN adquirió el software GEMPAK - por sus siglas en inglés General Meteorologic Package-, desarrollado por Unidata para el análisis y visualización de datos meteorológicos. Es un software que concentra la información meteorológica y permite la superposición de las distintas fuentes de

⁴ Un geoportal es una puerta de enlace a recursos geoespaciales basados en web, que permite descubrir, visualizar y acceder a información y servicios espaciales disponibles gracias a las organizaciones que los ofrecen.

datos para así obtener un mejor entendimiento de la situación meteorológica en tiempo real. Aunque este software se encuentra en funcionamiento, no cubre todas las necesidades mencionadas anteriormente en detalle. GEMPAK ofrece una gama de herramientas útiles para el análisis de datos, pero la falta de funcionalidades específicas, como la integración en tiempo real de datos de radares meteorológicos, ha llevado al SMN a buscar soluciones adicionales para complementar sus capacidades.

Hacia mediados de la década de 2010, las áreas de Desarrollo Tecnológico, Operaciones Meteorológicas y Pronóstico del SMN desarrollaron el Panel de Observaciones Meteorológicas –POM-, que actualmente se encuentra en funcionamiento. Este panel proporciona una interfaz para visualizar datos de estaciones meteorológicas y algunos productos generados por el SMN, como SIGMET, Avisos a corto plazo y pronósticos de temperatura. Sin embargo, el alcance del POM se ve limitado en cuanto a la observación de datos de radares, satélites y modelos de pronóstico, así como en la integración de todas las fuentes de información⁵ necesarias para una gestión meteorológica completa.

Por otro lado, el Geoportal Operacional y Observacional –GEOOs- es de acceso universal y gratuito, capaz de centralizar una amplia gama de información

⁵ fuentes de información: datos meteorológicos de estaciones de superficie y de altura convencionales y automáticas, observaciones aeronáuticas, información proveniente de sensores remotos como satélite, radar y sensores de descargas eléctricas, modelos determinísticos y probabilísticos de predicción numérica, alertas y avisos a corto plazo emitidos previamente, productos WAFS (sistema mundial de pronóstico de área).

georreferenciada, incluyendo los datos más relevantes de portales y proveedores científicos y técnicos nacionales e internacionales.

Este portal cuenta con herramientas que facilitan la visualización y comparación rápida de diferentes variables capturadas, normalizándolas para su uso eficiente. Además, adopta una filosofía de código abierto y se concibe como un portal colaborativo, capaz de desplegar cualquier tipo de información georreferenciada en formatos raster y vectorial, especialmente aquellos de carácter operacional.

A pesar de los avances logrados con el POM y otros sistemas, el SMN da cuenta de la necesidad de una plataforma más integral que incorpore todas las funcionalidades necesarias para la gestión meteorológica avanzada, incluyendo la visualización en tiempo real de datos de radares meteorológicos, satélites y modelos de pronóstico, así como la capacidad de integrar datos de múltiples fuentes de manera eficiente y efectiva. En este sentido, el desarrollo y la implementación de plataformas como GEOOs, pueden representar un paso importante hacia la modernización y la mejora continua de las capacidades del SMN en el ámbito de la meteorología y la gestión de desastres naturales.

Aspectos teóricos

En el marco del presente proyecto, la implementación del desarrollo tecnológico para gestionar la información meteorológica en tiempo real se considera una *innovación de naturaleza incremental*, ya que implica la mejora de

una tecnología existente a la cual se le ampliarán las funcionalidades y datos. También se adaptará y personalizará de acuerdo a las necesidades del SMN.

El SMN está preparado para atender y adaptarse a las demandas sofisticadas, integrando los avances del conocimiento en su área de competencia. Para esto, las áreas que generan pronósticos operativos necesitan una herramienta que permita visualizar en tiempo real información proveniente de diversas fuentes⁶ dentro de una plataforma única. Esta plataforma debe ser capaz de generar productos para los diferentes usuarios del SMN, cumpliendo su misión principal.

En este proyecto, se propone investigar modelos y desarrollar un sistema integrado de fusión, análisis, gestión y visualización que incorpore todas las fuentes de información necesarias en tiempo real. Esto permitirá centralizar y unificar las funciones inherentes a estas actividades específicas.

Se busca un sistema práctico y rápido para la fusión, análisis y visualización combinada y superpuesta de datos de diversas fuentes (satélites, radares, capas de datos, cartografía, entre otros). Además, debe facilitar el monitoreo de diferentes indicadores meteorológicos, la generación rápida de alertas georreferenciadas, la automatización de reportes y la creación de tableros de comando, entre otras funciones.

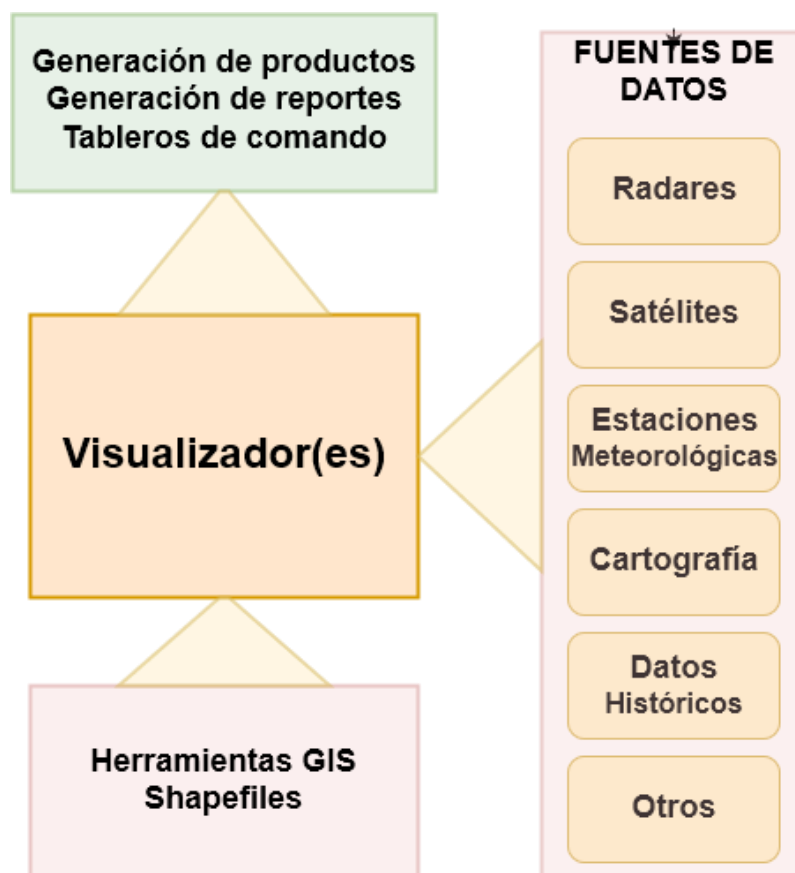
⁶ fuentes de información: datos meteorológicos de estaciones de superficie y de altura convencionales y automáticas, observaciones aeronáuticas, información proveniente de sensores remotos como satélite, radar y sensores de descargas eléctricas, modelos determinísticos y probabilísticos de predicción numérica, alertas y avisos a corto plazo emitidos previamente, productos WAFS (sistema mundial de pronóstico de área).

Adicionalmente, se requiere una arquitectura flexible y escalable que permita la incorporación de nuevas tecnologías y la adaptación a futuras demandas del SMN. Asimismo, se deben considerar medidas de seguridad robustas para proteger la integridad y confidencialidad de los datos meteorológicos, garantizando su disponibilidad y accesibilidad para todas las partes interesadas y usuarios autorizados.

Aspectos metodológicos

Se requiere que el sistema permita aislar y trabajar sobre ítems puntuales de manera interactiva, combinando las variables deseadas en un tiempo y lugar determinado y específico, facilitar tareas de análisis visual para operadores entrenados, y rápida generación de indicadores para soporte en la toma de decisiones. El sistema tiene que ser extensible, e integrar otras herramientas que se desarrollen dentro de los estándares usuales (NOAA, Centro Europeo, entre otros). Debe poder agregar fuentes de datos externas que cumplan los estándares de intercambio de datos. Debe permitir elegir puntualmente las fuentes de toma de datos, estaciones, radares o satélites, y compararlos con los de otros sensores. Permitir generar mapas en 3D, eligiendo colores y otras opciones para su mejor visualización, así como series de tiempo individuales o agrupadas, exportar los datos seleccionados en distintos formatos, y facilitar la integración a futuro con plataformas de análisis de datos y analíticos.

La siguiente figura esquematiza la arquitectura general esperada:



Fuentes de información:

Datos meteorológicos de estaciones de superficie y de altura convencionales y automáticas, observaciones aeronáuticas, información proveniente de sensores remotos como satélite, radar y sensores de descargas eléctricas, modelos determinísticos y probabilísticos de predicción numérica, alertas y avisos a corto plazo emitidos previamente, productos WAFS -sistema mundial de pronóstico de área-.

Para cumplir con estos requerimientos se investigarán las diferentes soluciones de software existentes a nivel mundial. Luego se fusionarán ambos aportes con una priorización sobre las funcionalidades a cubrir, jerarquizando en 3 categorías: obligatorio, necesario y deseable.

A continuación, se desarrollarán prototipos que serán testeados y evaluados por los futuros usuarios, estableciendo una serie de puntuaciones en diversas categorías a definir.

Todo el trabajo conjunto se coordinará a través de reuniones regulares de los integrantes de las instituciones involucradas, junto con sesiones de entrenamiento para el uso de la herramienta.

Finalmente, se desarrollará la primera versión de SIVAMET la cual será testada por el SMN en sus funcionalidades a los fines de realizar una prueba de aceptación en sitio. Una vez aceptada la herramienta se procederá a su implementación operativa.

Además de las funcionalidades mencionadas anteriormente, el sistema debe priorizar la seguridad de los datos y la protección de la privacidad. Esto implica la implementación de medidas robustas de cifrado y autenticación para garantizar que solo los usuarios autorizados tengan acceso a la información sensible.

Asimismo, es importante considerar la capacidad de escalabilidad del sistema para manejar grandes volúmenes de datos en tiempo real. Esto podría implicar el uso de tecnologías de computación en la nube o la implementación de arquitecturas distribuidas que permitan el procesamiento paralelo de datos.

Otro aspecto crucial es la usabilidad del sistema, debe ser intuitivo y fácil de navegar para garantizar una adopción efectiva por parte de los usuarios finales. Esto puede lograrse a través de un diseño centrado en el usuario y la realización de pruebas de usabilidad durante el desarrollo.

Por último, es fundamental establecer mecanismos de monitoreo y evaluación continua para asegurar que el sistema cumpla con los objetivos establecidos y satisfaga las necesidades de los usuarios. Esto puede implicar la implementación de paneles de control y métricas de rendimiento para medir la eficacia y la eficiencia del sistema en tiempo real.

Alcance y Objetivos

Alcance

Desarrollar e implementar un portal web para fortalecer la capacidad de la gestión de datos en tiempo real en apoyo a la prestación de servicios de tiempo que informen a sectores productivos y que sustenten políticas públicas.

Objetivo General

Fortalecer la capacidad de la gestión de datos en tiempo real a partir del desarrollo e implementación de un portal web, para apoyar la prestación de servicios de tiempo que informen a sectores productivos y sustenten políticas públicas.

Objetivos específicos

1. Especificar los requisitos, funcionalidades y características esperadas del sistema.
2. Gestionar el proyecto de inversión a través del programa Proyectos Interinstitucionales en temas estratégicos (PITES).
3. Desarrollar un modelo basado en las especificaciones y análisis del estado del arte, determinando la estrategia de desarrollo más apropiada.
4. Realizar pruebas exhaustivas y evaluar el rendimiento del sistema.
5. Implementar el sistema en producción.

Actividades

1. **Especificar los requisitos del sistema:** identificar y documentar los requisitos del sistema incluyendo ítems de trabajo, variables meteorológicas, fuentes de información⁷ y simbología estándar.
2. **Gestionar la financiación del proyecto:** aplicar al programa PITES⁸ y completar todos los trámites necesarios para asegurar la financiación del proyecto.
3. **Evaluar métodos para mejorar la colaboración:** investigar y proponer métodos para mejorar la colaboración dentro del equipo de trabajo, así como identificar casos de uso relevantes para el proyecto.

⁷ fuentes de información: datos meteorológicos de estaciones de superficie y de altura convencionales y automáticas, observaciones aeronáuticas, información proveniente de sensores remotos como satélite, radar y sensores de descargas eléctricas, modelos determinísticos y probabilísticos de predicción numérica, alertas y avisos a corto plazo emitidos previamente, productos WAFS (sistema mundial de pronóstico de área).

⁸ Proyectos Interinstitucionales en Temas Estratégicos.

4. **Realizar un análisis exhaustivo del estado del arte:** investigar avances recientes, modelos teóricos y tecnologías subyacentes relevantes para el proyecto.
5. **Desarrollar un modelo inicial** con capacidades como la selección de fuentes de información, análisis interactivo y generación de productos accesibles desde la web:
 - a. Elegir diferentes fuentes de información y realizar diferentes tareas de fusión, análisis y visualización interactiva.
 - b. Poseer interoperabilidad con productos de diferentes proveedores.
 - c. Generar productos de datos accesibles desde la web.
 - d. Facilitar tareas de análisis a través de herramientas visuales y de datos georreferenciados (raster o poligonales).
 - e. Generación de polígonos que se puedan exportar para diseminación de productos operativos destinados a diferentes usuarios del SMN.
6. **Realizar pruebas preliminares** para evaluar el cumplimiento de especificaciones y realimentar el modelo con la experiencia de los usuarios.
7. **Documentar los pasos necesarios para implantar el modelo** en servidores del SMN, integrándolo con los servicios existentes y fuentes de datos.
8. **Diseminar los resultados de la investigación** en publicaciones científicas y congresos relevantes.

Plan de trabajo

Estructura de desglose de trabajo

1. Proyecto SIVAMET

1.1. Especificación de Requisitos y Funcionalidades

1.1.1. Identificar y documentar requisitos del sistema

1.1.2. Definir funcionalidades clave del sistema

1.1.2.1. Interoperabilidad con productos de diferentes proveedores.

1.1.2.2. Productos de datos accesibles desde la web.

1.1.3. Especificar características esperadas del sistema

1.1.3.1. Fuentes de información -radares, satélites, estaciones, simulaciones, cartografía, históricos, GIS, entre otros- y diferentes tareas de fusión, análisis y visualización interactiva.

1.1.3.2. Tareas de análisis a través de herramientas visuales y de datos georreferenciados -raster o poligonales-.

1.2. Gestión del Proyecto de Inversión

1.2.1. Investigar los requisitos y procesos del programa PITES

1.2.2. Preparar y presentar la propuesta de financiamiento al programa PITES

1.2.3. Gestionar los trámites y documentación necesarios para obtener el financiamiento.

1.3. Desarrollo del Modelo

1.3.1. Realizar un análisis del estado del arte

1.3.2. Determinar la estrategia de desarrollo más apropiada basada en el análisis del estado del arte

1.3.3. Desarrollar el modelo del sistema conforme a las especificaciones y la estrategia definida

1.4. Pruebas y Evaluación del Rendimiento

1.4.1. Diseñar y ejecutar pruebas exhaustivas del sistema

1.4.2. Evaluar el rendimiento del sistema frente a los requisitos y las expectativas

1.4.3. Realimentar el desarrollo en función de los resultados de las pruebas y evaluaciones

1.5. Implementación del Sistema

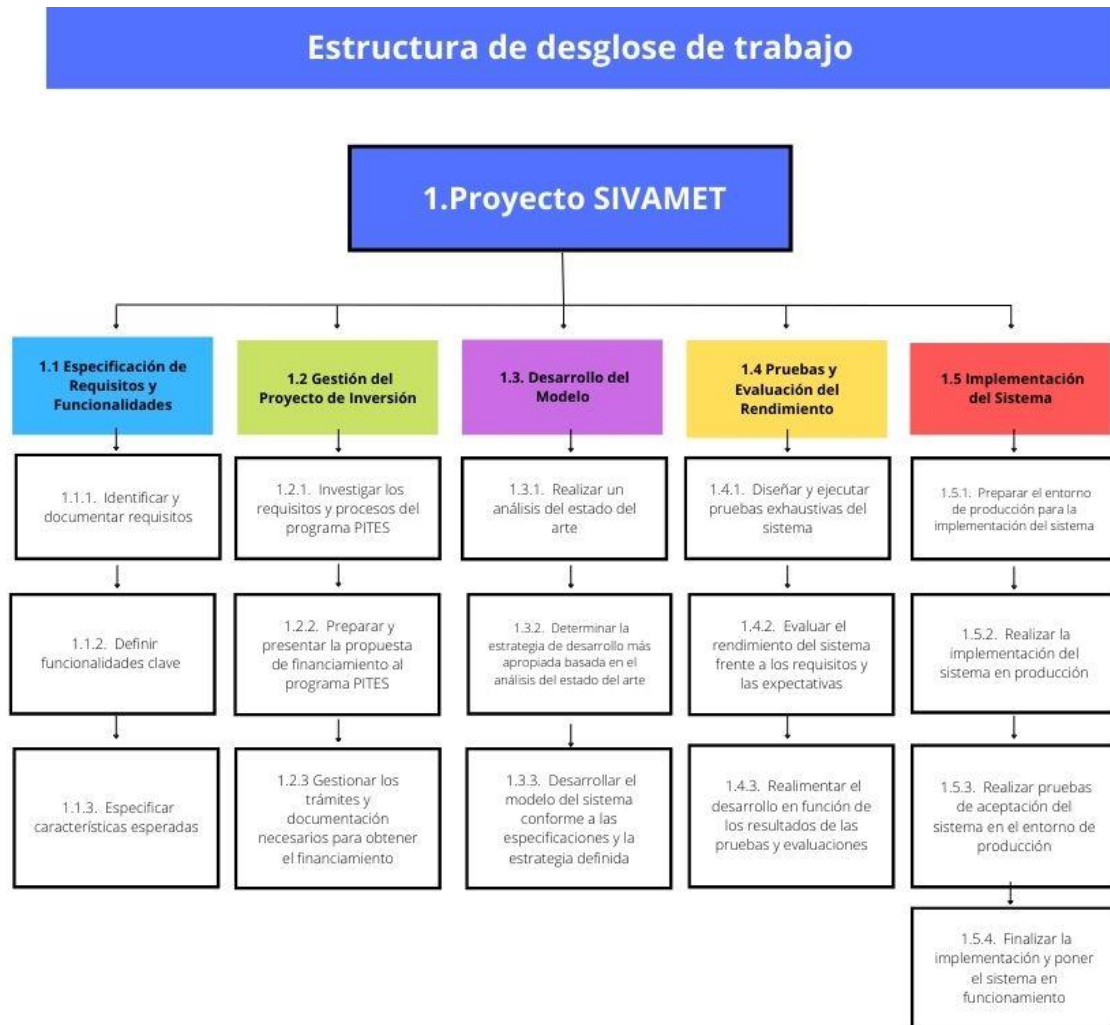
1.5.1. Preparar el entorno de producción para la implementación del sistema

1.5.2. Realizar la implementación del sistema en producción

1.5.3. Realizar pruebas de aceptación del sistema en el entorno de producción

1.5.4. Finalizar la implementación y poner el sistema en funcionamiento

A continuación, se refleja a través de una Estructura de Desglose de Trabajo - EDT o WBS en inglés- para una mejor comprensión sintética del proyecto.



Metas

METAS	2024			
	sep	oct	nov	dic
1.1. Especificación de Requisitos y Funcionalidades				
1.2. Gestión del Proyecto de Inversión				
1.3. Desarrollo del Modelo				
1.4. Pruebas y Evaluación del Rendimiento				
1.5. Implementación del Sistema				

2025											
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic

2026											
ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic

Presupuesto

Detalle de los rubros solicitados (pasajes y viáticos, equipamiento, hardware y software, insumos, gastos de administración *)	Financiamiento PITES	Financiamiento contraparte (*)	TOTAL EN USD
Adquisición de hardware y software			
2 Servidores	40.000	-	40.000
Update del Almacenamiento	15.000	-	15.000
4 Workstation Potenciadas	10.000	-	10.000
1 FireWalls	10.000	-	10.000
5 Portátiles para desarrollo (UNS)	15.000	-	15.000
1 Servidor para desarrollo (UNS)	20.000	-	20.000
Servicios técnicos especializados			
Mantenimiento firewalls	15.000	-	15.000
Pasantías apoyo a desarrollo (UNS)	15.000	-	15.000
Pasajes y viáticos			
Pasajes y viáticos para 5 viajes y estadías de una semana para 2 personas de UNS al SMN	10.000	-	10.000
Gastos de administración			
Gastos UVT	-	3.000	3.000
Personal (salarios)			
Sueldos SMN (20 personas por 24 meses)	-	19.400	19.4000
Sueldos UNS-CONICET (8 personas por 24 meses)	-	7.600	7.600
TOTAL	150.000	30000	180.000

Conclusión

El objetivo principal de esta intervención profesional es proponer una innovación incremental dentro del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), centrada en el desarrollo e implementación de un sistema integral de visualización y análisis de información meteorológica en tiempo real.

Los resultados de esta intervención muestran que la implementación del visualizador traería una mejora sustancial a las áreas usuarias de incumbencia. Además, estos resultados son significativos ya que mejoran la eficiencia y efectividad de las funciones operativas del SMN y contribuyen de manera directa al cumplimiento de la misión del SMN.

No obstante, es importante reconocer la principal limitación de esta intervención se manifiesta en materia presupuestaria. La implementación completa del visualizador requiere de un esfuerzo considerable para obtener el financiamiento necesario, lo cual podría representar un desafío para la consecución del proyecto.

En conclusión, esta intervención demuestra el potencial de la innovación incremental para mejorar los procesos operativos dentro del SMN. A pesar de las limitaciones presupuestarias, la implementación del SIVAMET en tiempo real representa una oportunidad valiosa para contribuir a los objetivos estratégicos del SMN y mejorar el servicio proporcionado a sus usuarios. Es recomendable considerar estrategias de financiación alternativas y explorar colaboraciones

interinstitucionales para superar esta limitación y llevar adelante la implementación de esta innovación.

Abreviaturas

ACP: Avisos meteorológicos de Corto Plazo
CEPAL: Comisión Económica para América Latina
CICYT: Consejo Interinstitucional de Ciencia y Tecnología
CNEYDA: Comisión Nacional de Emergencias y Desastres Agropecuarios
CPI: Coordinación de Pronósticos Inmediatos
CPR: Coordinación de Pronósticos Regionales
CyT: Ciencia y Técnica
EANA: Empresa Argentina de la Navegación Aérea S.E.
FF 11: Fuente 11 Tesoro Nacional
FF 12: Fuente 12, Recursos propios
GEOOS: Geoportal Operacional y Observacional
HOA: Hora oficial argentina
I+D+i: Investigación, desarrollo e innovación
INMARSAT: International Maritime Satellite
INVAP: Investigaciones Aplicadas Sociedad del Estado
NOAA: Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica, EEUU
OACI: Organización de Aviación Civil Internacional
OCDE: Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
OIM: Oficina de Información Meteorológica
OMA: Oficinas Meteorológicas de Aeródromo
OMM: Organización Meteorológica Mundial
OVM: Oficinas de Vigilancia Meteorológica
PIMET: Plataforma Integral Meteorológica
PITES: Proyectos Interinstitucionales en temas estratégicos
POM: Panel de Observaciones Meteorológicas
SAT: Sistema de Alerta Temprana
SIGMET: Información Meteorológica Significativa -alerta meteorológico aeronáutico-
SINARAME: Sistema Nacional de Radares Meteorológicos
SIVAMET: Sistema Integral de Visualización y Análisis de información Meteorológica
SMN: Servicio Meteorológico Nacional
SMSSM: Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos
UM: Unidades meteorológicas
VAA: Volcanic Ash Advisory
VAAC BUE: Centro de Avisos de Cenizas Volcánicas Buenos Aires
VAG: Estación de Vigilancia Atmosférica -inglés: GAW Global Atmospheric Watch

Bibliografía

Libros y capítulos de libros

- Castro Madero, C. (Año). Hacia un desarrollo tecnológico sostenido (Capítulos 5-7, p. 56).

IUPN editores.

- Freeman, Christopher. (1987) Política de Tecnología y Desempeño Económico: Lecciones de Japón. Pinter Pub. Ltd.

- Hurtado, Diego, Bianchi Matías y Lawler Diego. (2017). Tecnología, políticas de Estado y modelo de país: el caso ARSAT, los satélites geoestacionarios versus “los cielos abiertos”.

- Matus, Carlos. (1970). Política, planificación y gobierno. Fundación Altadir.

- Sabino, Carlos (2008) El Proceso de Investigación. Capítulo 3. Editorial Lume Hvmánitas.

- Samaja, Juan. (2004). Proceso, Diseño y proyecto, en Investigación Científica. Editorial Episteme JVE Ediciones. Primera parte página 33; Segunda parte página 60, Tercera parte.

- Schumpeter, J. (1996). Capitalismo, Socialismo y Democracia. Capítulo VII, El proceso de la destrucción creadora. Editorial Folio.

- Schumpeter, J. Teoría del desenvolvimiento económico. Capítulo VII Innovación.

- Stagnaro Daniela y Da Representação Natalia. (2023). El proyecto de intervención.

Universidad Nacional General Sarmiento.

Artículos, documentos en línea y notas técnicas

- CEPAL. (2021). Innovación para el desarrollo: La clave para una recuperación transformadora en América Latina y el Caribe (Páginas 13-34). URL: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47544-innovacion-desarrollo-la-clave-recuperacion-transformadora-america-latina-caribe>

- Facultad de Periodismo y Comunicación Social, Universidad Nacional de La Plata. Dra. Rossana Viñas – Dra. Claudia Suárez Baldo. (2022). Cómo pensar y escribir un trabajo integrador final. URL: https://perio.unlp.edu.ar/catedras/micd/wp-content/uploads/sites/95/2022/03/Como-pensar-y-escribir-un-trabajo-integrador-final_Vinas-Rossana-Baldo-Suarez-Claudia.pdf

- OCDE. (2013). Innovación y crecimiento. En busca de una frontera en movimiento. URL: <https://www.oecd.org/science/innovacion-y-crecimiento-9789264208339-es.htm>
- Organización Meteorológica Mundial. (2021). Asociación Regional IV Informe final abreviado de la decimoctava reunión. URL: https://library.wmo.int/viewer/28263/download?file=1265_RA_IV-18_es.pdf&type=pdf&navigator=1
- Saucedo, M, 2022: Implementación del sistema PIMET: un cambio de paradigma en el SMN. Nota Técnica SMN 2022-124
- Herrera N. y otros, 2022: Sistema de Alerta Temprana por Temperaturas Extremas Frío (SAT-TE Frío). Nota Técnica SMN 2022-125.
- Herrera N, F. Chesini, M.A. Saucedo, M.E. Menalled, C. Fernández, J. Chasco, A.G. Cejas, 2021: Sistema de Alerta Temprana por Temperaturas Extremas Calor (SAT-TE Calor): la evolución del SAT-OCS. Nota técnica SMN 2021-111. Disponible en <http://repositorio.smn.gob.ar/handle/20.500.12160/1726>
- Ishikame, G., P. Lohigorry, y L. Pappalardo, 2022: Caracterización a los avisos a muy corto plazo en el período 2014 - 2020. Nota Técnica SMN 2022-134.

Sitios web

- Bloomberg Línea. (2021, noviembre 3). El cambio climático terminará con la soberanía nacional tal como la conocemos. URL: <https://www.bloomberglinea.com/2021/11/03/el-cambio-climatico-terminara-con-la-soberania-nacional-tal-como-la-conocemos/>
- Servicio Meteorológico Nacional: <https://www.smn.gob.ar/>
- SciELO. (2016). Relaciones entre soberanía y tecnología en los tiempos de Internet. URL: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-06652016000200011
- Universidad de Chile. (2018). U. de Chile lanza nueva herramienta para visualizar información pluviométrica en tiempo real. URL: <https://uchile.cl/noticias/144649/u-de-chile-lanza-herramienta-para-visualizar-informacion-de-lluvias>
- Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) Naciones Unidas. (desconocido). Observaciones de la Tierra para los ODS. URL: <https://agenda2030lac.org/estadisticas/observaciones-tierra-ods.html>

