



Maestría en Gestión de Proyectos

Implementación de una Plataforma de Modelación Numérica del Tiempo en el Servicio Meteorológico Nacional

Autores

José Daniel Bernal Franco

Ever Daniel Barreto Rojas

Tutora

Mg. Rocío Carolina González

Asunción, Paraguay

Año 2023

José Daniel Bernal Franco, Ever Daniel Barreto Rojas

Implementación de una Plataforma de Modelación Numérica del Tiempo en el
Servicio Meteorológico Nacional

Total de Páginas: 64

Tutora: Mg. Rocío Carolina González

Proyecto presentado como Trabajo Final de la Maestría en Gestión de Proyectos.

Universidad Americana, Paraguay, Año 2023.

Áreas Temáticas:

Gestión de Proyectos

Código de Biblioteca:

Línea de Investigación: Project Management

Implementación de una Plataforma de Modelación Numérica del Tiempo en el Servicio Meteorológico Nacional

Este Proyecto fue evaluado y aprobado en fecha ____ / ____ / ____ para la obtención del título de Magister en Gestión de Proyectos por la Universidad Americana.

Miembros de la Mesa Examinadora:

Nombre	Firma
Prof. _____	
Prof. _____	
Prof. _____	

Tabla de Contenidos

<i>Aspectos Generales</i>	<i>10</i>
<i>Justificación</i>	<i>11</i>
<i>Presentación del Proyecto.....</i>	<i>14</i>
<i>Matriz de Resultados.....</i>	<i>16</i>
<i>Acta de Constitución del Proyecto.....</i>	<i>19</i>
Racionalidad y Propósito del Proyecto	19
Objetivos del Proyecto.....	20
Estrategia del Proyecto.....	20
Estructura de Gobernabilidad.....	22
Gerencia del Proyecto.....	23
Control de Cambios	23
Aprobado por	23
Gestión del Alcance.....	23
Componente I: Actualización del Modelo Numérico WRF	23
Producto 1: Modelo Numérico WRF actualizado	24
Producto 2: Horizonte de Pronósticos ampliado a 7 días.....	24
Componente II: Desarrollo e Implementación de la Plataforma	24
Producto 3: Plataforma Web de Generación de Pronósticos implementada	24
Componente III: Capacitación a Usuarios	24
Producto 4: Usuarios Capacitados.....	25
Producto 5: Manual de Usuario de la Plataforma	25
Administración del Proyecto	25

<i>Gestión del Tiempo</i>	26
Unidad Ejecutora del Proyecto	26
Componente I: Actualización del Modelo Numérico WRF	26
Producto 1: Modelo Numérico WRF actualizado	26
Producto 2: Horizonte de Pronósticos ampliado de 3 a 7 días	27
Componente II: Desarrollo e Implementación de la Plataforma	27
Producto 3: Plataforma Web de Generación de Pronósticos Implementada.....	27
Componente III: Capacitación a Usuarios	27
Producto 4: Usuarios Capacitados.....	27
Producto 5: Manual de Usuario de la Plataforma	28
Auditoría	28
<i>Gestión de Costos</i>	29
<i>Gestión de Comunicaciones</i>	31
Componente I: Actualización del Modelo Numérico WRF	32
Producto 1: Modelo Numérico WRF actualizado	32
Producto 2: Horizonte de Pronósticos ampliado de 3 a 7 días	32
Componente II: Desarrollo e Implementación de la Plataforma	32
Producto 3: Plataforma Web de Generación de Pronósticos Implementada.....	32
Componente III: Capacitación a Usuarios	32
Producto 4: Usuarios Capacitados.....	32
Producto 5: Manual de Usuario de la Plataforma	33
Cierre del Proyecto	33
<i>Gestión de Adquisiciones</i>	33
Proceso de Contratación y Adquisición	33
Etapa 1: Contratación	33

Etapa 2: Ejecución de Contrato	34
Etapa 3: Pagos	34
Componente I: Actualización del Modelo Numérico WRF	34
Producto 1: Modelo Numérico WRF actualizado	34
Producto 2: Horizonte de Pronósticos ampliado de 3 a 7 días	35
Componente II: Desarrollo e Implementación de la Plataforma	35
Producto 3: Plataforma Web de Generación de Pronósticos Implementada.....	35
Componente III: Capacitación a Usuarios	35
Producto 4: Usuarios Capacitados.....	35
Producto 5: Manual de Usuario de la Plataforma	35
Administración del Proyecto	36
UEP en funcionamiento	36
Auditoría en funcionamiento.....	36
<i>Gestión de Riesgos</i>	<i>38</i>
<i>Gestión de los Interesados</i>	<i>38</i>
Matriz de Interesados.....	40
<i>Conclusión.....</i>	<i>41</i>
<i>Referencias Bibliográficas.....</i>	<i>43</i>
<i>Anexos</i>	<i>44</i>
Anexo 1 - Matriz de gestión de tiempo.....	45
Anexo 2 – Diagrama de Gantt del Proyecto	47
Anexo 3 – Cuadro de costo detallado	51
Anexo 4 - Matriz de gestión de costos	52
Anexo 5 - Matriz de comunicación.....	54

Anexo 6 - Matriz de gestión de riesgos.....	56
Anexo 7 - Plan de respuesta	58
Anexo 8 - Matrices de descripción de interesados	60

Índice de Tablas

Tabla 1 Matriz de Resultados. Elaboración propia.	18
Tabla 2 Tabla resumida de costos. Elaboración propia.	30
Tabla 3 Matriz de adquisiciones. Elaboración propia.	37
Tabla 4 Matriz de interesados. Elaboración propia.	40
Tabla 5 Matriz de gestión de tiempo. Elaboración propia.	46
Tabla 6 Cuadro de costo detallado. Elaboración propia.	51
Tabla 7 Matriz de gestión de costos - Años 2023 y 2024. Elaboración propia.	52
Tabla 8 Matriz de gestión de costos - Años 2025 y 2026. Elaboración propia.	53
Tabla 9 Matriz de comunicación. Elaboración propia.	55
Tabla 10 Matriz de gestión de riesgos. Elaboración propia.	57
Tabla 11 Plan de respuesta. Elaboración propia.	59
Tabla 12 Matriz de descripción de interesado - Director de Meteorología e Hidrología. Elaboración propia.	60
Tabla 13 Matriz de descripción de interesado – Gerente de Climatología. Elaboración propia.	61
Tabla 14 Matriz de descripción de interesado – Gerente de Pronósticos Meteorológicos. Elaboración propia.	62
Tabla 15 Matriz de descripción de interesado – Jefe Departamento de Sistemas y Desarrollo. Elaboración propia.	63
Tabla 16 Matriz de descripción de interesado - Ciudadanos. Elaboración propia.	64

Índice de Figuras

Figura 1 Estructura de Gobernabilidad – Organigrama. Elaboración propia.	22
Figura 2 Estructura de Desglose de Trabajo - Elaboración Propia.....	25
Figura 3 Diagrama de Gantt resumido del Proyecto. Elaboración propia	29
Figura 4 Curva S. Elaboración propia.....	31
Figura 5 Diagrama de Gantt – Página 1. Elaboración propia.	47
Figura 6 Diagrama de Gantt - Página 2. Elaboración propia.	48
Figura 7 Diagrama de Gantt - Página 3. Elaboración propia.	49
Figura 8 Diagrama de Gantt - Página 4. Elaboración propia.	50

Implementación de una Plataforma de Modelación Numérica del Tiempo en el Servicio Meteorológico Nacional

Aspectos Generales

En la República del Paraguay, la Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil, cuenta con una Gerencia de Pronósticos Meteorológicos (Dirección Nacional de Aeronáutica Civil, 2016) que es la responsable de la generación y emisión de pronósticos y avisos meteorológicos para todo el país. Este servicio es lógicamente beneficioso para una amplia gama de sectores como la agricultura, ganadería, turismo, transporte entre otros, pero sobre todo para todos los ciudadanos que se encuentran en sitios vulnerables a eventos climáticos (Campbell et al., 2018).

El Departamento de Análisis y Predicción del Tiempo, dependiente de la Gerencia de Pronósticos Meteorológicos, cuenta con un staff permanente de pronosticadores altamente capacitados, quienes trabajan las 24 horas al día durante los 7 días de la semana (Dirección de Meteorología e Hidrología, 2023) para generar pronósticos precisos y oportunos, monitoreando permanentemente el estado de la atmosfera basados en una variedad de fuentes de datos, incluyendo observaciones de estaciones meteorológicas, sensores de descargas atmosféricas, imágenes satelitales y pronósticos generados por modelos numéricos de predicción del tiempo de otros países así como un modelo numérico local limitado que no satisface las necesidades actuales.

Actualmente, este proceso de generación de pronósticos meteorológicos se realiza de forma manual, lo que puede resultar lento e incluso propenso a errores humanos debido a la cantidad de información y datos que analizar. La falta de automatización de este proceso dificulta la generación de pronósticos localizados para todos los distritos del país y limita el

horizonte de pronóstico a unos pocos días y sólo a las capitales departamentales (Dirección de Meteorología e Hidrología, 2023).

Este proyecto tiene como objetivo principal implementar una plataforma de modelación numérica del tiempo que permitirá incrementar la cobertura de los pronósticos a los 250 distritos del país (Instituto Nacional de Estadística, 2012) y ofrecer servicios meteorológicos más precisos y oportunos a los paraguayos.

Esta implementación ayudará a la automatización de la generación de pronósticos y ciertos procesos que actualmente son manuales, esto mejorará significativamente la precisión y la confiabilidad de los pronósticos y avisos meteorológicos, reducirá los costos operativos y mejorará la eficiencia del Departamento de Pronóstico Meteorológico. Además, permitirá a los pronosticadores generar pronósticos localizados para todo el país y por más días lo que tiene un impacto positivo tanto para la población alojada en zonas vulnerables a efectos del clima, a los ciudadanos que sufren los percances y riesgos de circulación diarios y a todo el mercado local de distintos sectores, pues el tener la información sobre el pronóstico del tiempo más precisa y actualizada, mejorará la capacidad de los mismos para tomar decisiones sobre las acciones que llevaran a cabo para mejorar su productividad y evitar riesgos climáticos.

Justificación

Los modelos numéricos de pronóstico del tiempo son softwares que utilizan matemática y física para simular el comportamiento de la atmósfera y predecir el clima. Estos modelos son programas informáticos que realizan cálculos complejos para producir pronósticos del tiempo a corto y largo plazo y sirven para una amplia gama de aplicaciones meteorológicas en

escalas que van desde decenas de metros hasta miles de kilómetros (Calderón de la Barca, 2015). Utilizan una variedad de datos, incluyendo observaciones en tiempo real, datos satelitales, de radar y datos de estaciones meteorológicas en tierra y en mar que pueden predecir variables climáticas, como la temperatura, la humedad, la presión atmosférica, la velocidad del viento y la cantidad de precipitación (García-Herrera, 2018).

Actualmente en el Departamento de Pronóstico Meteorológico de la Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil del Paraguay, se cuenta con un modelo numérico local, este resulta muy limitado ya que si bien es útil, proporciona datos muy precarios en fondo y forma, por lo que también se utilizan modelos numéricos de pronóstico del tiempo de otros países lo que influye en la precisión de los pronósticos locales por falta de una personalización específica de las variables que se adecuan a nuestro país. La falta de un modelo numérico local especializado supone que los procesos de generación de pronósticos sean más lentos y no tengan la precisión esperada debido a que los mismos se realizan de forma manual y están limitados a las 17 capitales departamentales del país y Asunción, teniendo además el horizonte del pronóstico (cantidad de días pronosticados) limitado a 3 días (Dirección de Meteorología e Hidrología, 2023). Esto significa que los mismos no son representativos para todo el departamento o demás localidades.

Este proyecto pretende implementar una plataforma de modelación numérica del tiempo utilizando la configuración Advanced Research WRF (ARW) del modelo numérico Weather Research Model (WRF) que es un sistema de predicción numérica del tiempo de última generación diseñado tanto para la investigación atmosférica como para aplicaciones de pronóstico operativo (NCAR, 2018). Cuenta con dos núcleos dinámicos, un sistema de

asimilación de datos y una arquitectura de software que admite cálculo paralelo y extensibilidad del sistema (Skamarock et al., 2021).

La implementación de una plataforma de modelación numérica de pronóstico del tiempo permitirá entre otras cosas:

- la precisión en las predicciones, ya que este modelo proporciona pronósticos precisos y detallados del tiempo, especialmente en escalas regionales y locales
- flexibilidad y personalización, teniendo en cuenta que el WRF es un modelo altamente configurable, se podrán personalizar los parámetros y opciones de simulación según las necesidades específicas de nuestra región o sitio de aplicación
- fomento de la cooperación regional e internacional, puesto que la implementación de este modelo puede impulsar la colaboración entre instituciones y países en la generación y el intercambio de información meteorológica, lo que puede mejorar la calidad y cobertura de los pronósticos y promover el desarrollo de capacidades en el ámbito regional e internacional
- capacitación y formación de recursos humanos: la implementación del modelo WRF y su uso implica el desarrollo de habilidades técnicas y analíticas en el manejo de datos y la interpretación de resultados
- apoyo a la recreación y sectores económicos: la disponibilidad de pronósticos del tiempo precisos y confiables es crucial para el sector turístico, comercial, agricultor, ganadero y las actividades recreativas al aire libre
- la implementación del WRF puede proporcionar información valiosa para la planificación de eventos y actividades, así como para la gestión de infraestructuras comerciales en función de las condiciones climáticas

Y por último y más importante para nuestro país, es que la implementación de esta plataforma de modelación numérica facilitará la toma de decisiones en áreas como la planificación urbana, la gestión de recursos hídricos, la energía y la respuesta a emergencias. Al contar con pronósticos del tiempo más precisos y confiables, las organizaciones e instituciones gubernamentales pueden tomar decisiones mejor informadas, emitir avisos meteorológicos tempranos y minimizar los riesgos asociados a eventos meteorológicos extremos como inundaciones, incendios y sequías.

El resultado al final del proyecto es la implementación de una plataforma de modelación numérica de pronóstico del tiempo, con 4 corridas diarias, incrementando la cobertura geográfica de los pronósticos llegando así a los 250 distritos del país con la ampliación del horizonte de los pronósticos a 7 días, permitiendo a los pronosticadores de la Dirección de Meteorología e Hidrología ofrecer servicios meteorológicos personalizados, adaptados a nuestro país y cada región, beneficiando de esta forma a toda la población paraguaya.

Presentación del Proyecto

La Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil en Paraguay es la entidad responsable de proporcionar pronósticos y avisos meteorológicos a lo largo del país. Los pronósticos actuales, aunque valiosos para diversos sectores como la agricultura, ganadería, turismo y transporte, enfrentan limitaciones en términos de precisión, localización y horizonte temporal. Para mejorar estos aspectos y beneficiar tanto a ciudadanos en zonas vulnerables como a distintos sectores económicos, se propone la implementación de una plataforma de modelación numérica del tiempo basada en el modelo WRF (Weather Research and Forecasting).

Paraguay cuenta con una geografía y clima diversos que requieren de pronósticos meteorológicos precisos y localizados para abordar los desafíos y riesgos asociados al clima. La plataforma propuesta se desarrollará y aplicará en todo el territorio nacional, abarcando los 250 distritos y más de 7,5 millones de habitantes y se llevará a cabo en la Dirección de Meteorología e Hidrología.

El mercado actual de pronósticos meteorológicos en Paraguay depende en gran medida de modelos numéricos de otros países, lo que puede afectar la precisión y relevancia de los pronósticos para el contexto local. La implementación del modelo WRF permitirá una mayor personalización y adaptación a las condiciones específicas de Paraguay, mejorando la calidad y confiabilidad de los pronósticos.

El proyecto se llevará a cabo con la colaboración de un equipo multidisciplinario que incluirá desarrolladores de software, expertos en meteorología y personal de capacitación. La estructura organizacional del proyecto estará encabezada por un Coordinador del Proyecto, quien coordinará y supervisará las actividades del equipo y se reportará al Comité Directivo del Proyecto.

La plataforma de modelación numérica incluirá la implementación del modelo WRF y la automatización de procesos actualmente manuales. Además, se capacitará al personal en el manejo de datos y la interpretación de resultados para garantizar una transición exitosa a las nuevas tecnologías y metodologías.

La plataforma se desarrollará teniendo en cuenta las necesidades específicas de Paraguay y la región y se ajustará según sea necesario para garantizar la máxima eficacia y utilidad de los pronósticos generados.

Matriz de Resultados

Para el desarrollo de la Matriz de Resultados del Proyecto, se empezó definiendo el Objetivo General del Proyecto y sus Objetivos Específicos.

En base a estos objetivos, se definieron los Indicadores a ser utilizados para la verificación de los Impactos Esperados al final del Proyecto, se definió una Línea de Base, la Meta esperada al final del Proyecto y su Medio de Verificación.

Con el fin de poder lograr los Indicadores identificados, se definieron los Resultados Esperados, estableciendo una Línea de Base, un punto intermedio que sirve como verificación, la Meta y su Medio de Verificación.

Y finalmente, se definieron los diferentes Componentes y sus Productos, estableciendo el Costo Estimado en dólares americanos, una línea de base, metas intermedias semestrales, la meta final y su medio de verificación.

A continuación, se incluye el Detalle de la Matriz de Resultados:

Proyecto de Implementación de una Plataforma de Modelación Numérica del Tiempo en la Dirección de Meteorología e Hidrología									
Matriz de Resultados									
Objetivo del Proyecto:	Mejora e incremento de la Cobertura de Pronósticos Meteorológicos para la Dirección de Meteorología a Hidrología de la DINAC								
Objetivos específicos:	(I) Publicación de la Plataforma en los servidores de la DMH/DINAC (II) Incremento del horizonte en días de los pronósticos generados (III) Ampliación de la cobertura geográfica de los pronósticos generados (IV) Fortalecimiento de la capacidad de pronóstico de los técnicos de la DMH que utilizan la plataforma								
Impacto esperado									
Indicadores	Unidad de medida	Línea de base		Metas		Medio de verificación	Observaciones		
		Valor	Año	Valor	Año				
<u>Impacto esperado</u>									
<u>Pronósticos Localizados y Oportunos:</u> Cantidad de Distritos con acceso a información actualizada y mejorada	Distrito	17	2023	250	2026	Página Web DMH			
<u>Pronósticos Actualizados:</u> Población del sector económico, comercial y transporte con información oportuna	Días Pronosticados	3	2023	7	2026	Página Web DMH			
Resultados Esperados									
Resultados Esperados	Unidad de medida	Línea de base		Intermedios		Metas		Medio de verificación	Observaciones
		Valor	Año	Valor	Año	Valor	Año		
<u>Resultado esperado</u>									
# de Modelos Actualizados	Modelo	0	2023	1	2025	1	2026	Informe de Actividades	
# de Días de Pronóstico incrementados	Días	3	2023	7	2025	7	2026	Informe de Actividades	

# de Plataformas implementadas		Plataforma	0	2023	1	2025	1	2026	Informe de Actividades			
# de Usuarios capacitados		Usuario	0	2023	0	2025	12	2026	Informe de Actividades			
# de Manuales redactados		Manual	0	2023	0	2025	1	2026	Manual de Usuario			
Productos												
Productos	Costo estimado (US\$)	Unidad de medida	Línea de base	Semes tre 1	Semes tre 2	Semes tre 3	Semes tre 4	Semes tre 5	Semes tre 6	Meta Final	Medio de verificación	Observaciones
Componente I: Actualización del Modelo Numérico WRF												
Producto 1: Modelo Numérico WRF actualizado	\$27.200	Modelo	0	0	1	1	1	1	1	1	Informe de Actividades	
Producto 2: Horizonte de Pronósticos ampliado de 3 a 7 días	\$2.500	Días Pronosticados	3	3	3	7	7	7	7	7		
Componente II: Desarrollo e implementación de la Plataforma												
Producto 3: Plataforma Web de Generación de Pronósticos Implementada	\$67.000	Plataforma	0	0	0	0	1	1	1	1	Informe de Actividades	
Componente III: Capacitación a Usuarios												
Producto 4: Usuarios Capacitados	\$20.000	Taller de Capacitación	0	0	0	0	0	12	12	12	Informe de Actividades	
Producto 5: Manual de Usuario de la Plataforma	\$4.000	Manual de Usuario	0	0	0	0	0	0	1	1		

Tabla 1 Matriz de Resultados. Elaboración propia.

Acta de Constitución del Proyecto

Proyecto:	Implementación de una Plataforma de Modelación Numérica del Tiempo en la Dirección de Meteorología e Hidrología
Código:	-
Fecha:	4 de Setiembre de 2023

Racionalidad y Propósito del Proyecto

La Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil, cuenta con una Gerencia de Pronósticos Meteorológicos que es responsable por la generación y emisión de pronósticos y avisos meteorológicos para la República del Paraguay.

Cuenta con un Staff permanente de Pronosticadores Meteorológicos, los cuales trabajan 24 horas al día, 7 días de la semana y 365 días al año (Dirección de Meteorología e Hidrología, 2023). Estos pronosticadores monitorean permanentemente el estado de la atmósfera utilizando una variedad de fuentes de datos como observaciones de estaciones meteorológicas, sensores de descargas atmosféricas, fotografías satelitales y pronósticos generados por modelos numéricos de predicción del tiempo.

Una de las principales tareas que realizan los pronosticadores es la de generar manualmente los pronósticos meteorológicos en base al monitoreo que realizan durante su jornada laboral, en ese contexto, una de las principales fuentes de datos que utilizan son los pronósticos generados por modelos numéricos de predicción del tiempo. La predicción numérica del tiempo utiliza modelos matemáticos de la atmósfera y de los océanos para pronosticar el estado del tiempo basado en las condiciones atmosféricas actuales.

El propósito de este proyecto es la implementación de una plataforma de modelación numérica del pronóstico del tiempo que automatizará la generación de pronósticos y facilitará a los pronosticadores, la generación de pronósticos personalizados para los 250 distritos del país, ampliar el horizonte de pronóstico a 7 días y de esta forma, incrementar la cobertura de los pronósticos ofreciendo servicios meteorológicos pertinentes y oportunos a millones de paraguayos.

Objetivos del Proyecto

El objetivo del proyecto es el de mejorar e incrementar la cobertura de pronósticos meteorológicos para la Dirección de Meteorología e Hidrología de la DINAC con la Implementación de una Plataforma de Modelación Numérica del Tiempo, puntualmente, se busca llegar a los siguientes objetivos específicos:

1. Actualizar del Modelo Numérico WRF de la DMH
2. Incrementar el horizonte en días de los pronósticos generados de 3 a 7 días
3. Ampliar la cobertura de los pronósticos de 17 capitales departamentales a 250 distritos del país
4. Desarrollar y publicar una la plataforma de modelación numérica en los servidores de la DMH
5. Capacitar a los usuarios de la DMH en el manejo de datos y la interpretación de resultados del modelo numérico

Estrategia del Proyecto

- Modelo de intervención: Implementación de una Plataforma de Modelación Numérica.

- Alcance: Actualización del Modelo Numérico WRF, Desarrollo e Implementación de la Plataforma de Modelación Numérica y Capacitación a Usuarios.
- Límites del alcance: No incluye la creación de una infraestructura física adicional, adquisición de nuevos equipamientos y/o departamentos.
- Cronograma resumido de Hitos:
 - Mes 1-6: Establecimiento de la Unidad Ejecutora de Proyectos, contratación del Coordinador de Proyecto y los Especialistas en Adquisiciones, Financiero y Técnico, y desarrollo de las EETT y TDR para las contrataciones requeridas.
 - Mes 7-12: Proceso de Contratación del Componente 1
 - Mes 13-18: Fin del Componente e Inicio del Proceso de Contratación del Componente 2
 - Mes 19-24: Fin del Componente 2 e Inicio del Componente 3
 - Mes 25-30: Fin del Componente 3 e Inicio de Auditoria
 - Mes 31-36: Fin de Auditoria y Fin del Proyecto
- Presupuesto resumido:
 - Componente I: USD 29.700
 - Componente II: USD 67.000
 - Componente III: USD 24.000
 - UEP: USD 111.550
 - Auditoría: USD 5.500
 - Total: USD 237.750
- Riesgos supuestos y restricciones de alto nivel:
 - Retrasos en la implementación de la Plataforma
 - Reticencia por parte de los Usuarios a la implementación y utilización de la Plataforma

- Limitaciones en la disponibilidad de recursos computacionales
- Riesgos asociados al contexto político

Estructura de Gobernabilidad

El Proyecto será ejecutado por la Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil, para el efecto, se estableció la siguiente Estructura de Gobernabilidad:

- Comité Directivo del Proyecto: Representantes de la Dirección de Meteorología e Hidrología
 - Coordinador del Proyecto: Responsable de la Ejecución y Supervisión del Proyecto
 - Especialista Financiero
 - Especialista en Adquisiciones
 - Especialista Técnico

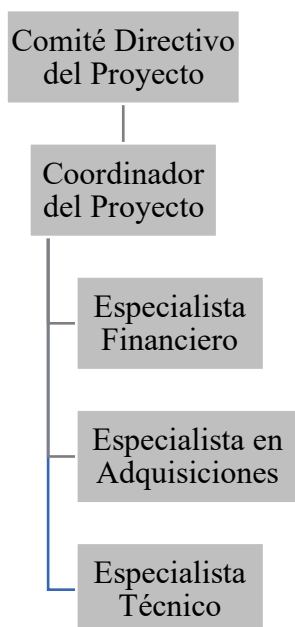


Figura 1 Estructura de Gobernabilidad – Organigrama. Elaboración propia.

Gerencia del Proyecto

Coordinador del Proyecto: José Daniel Bernal Franco

Control de Cambios

Se establecerán procedimientos de control de cambios para garantizar que todas las modificaciones en el alcance, tiempo y costos del proyecto sean aprobadas por el Comité Directivo del Proyecto. Además, se implementará un sistema de monitoreo y evaluación para realizar el seguimiento del progreso del proyecto y garantizar que se cumplan los objetivos y resultados esperados.

Aprobado por

Nombres y cargos de las personas que autorizan el proyecto:

--

Gestión del Alcance

Para el logro del objetivo general, el proyecto se estructuró en 3 componentes de inversión y la administración del proyecto.

Componente I: Actualización del Modelo Numérico WRF

En el Componente I se realizará la actualización del Modelo Numérico WRF de la DMH, para el efecto, se tiene previsto la entrega de dos productos con dos entregables definidos:

Producto 1: Modelo Numérico WRF actualizado

Comprenderá la configuración inicial de los equipos, la configuración y optimización del modelo, la implementación del numérico WRF actualizado y la validación y ajustes del modelo. El entregable de este producto es el Modelo Numérico WRF actualizado.

Producto 2: Horizonte de Pronósticos ampliado a 7 días

Corresponde a la ampliación del horizonte de pronósticos, de los actuales 3 días al objetivo de 7 días de pronóstico. El entregable de este producto es el Horizonte de Pronósticos ampliado a 7 días.

Componente II: Desarrollo e Implementación de la Plataforma

En el Componente II se realizará el trabajo de desarrollo e implementación de la Plataforma de Modelación Numérica en base a los Productos entregados en el Componente I, y cuenta con un único producto:

Producto 3: Plataforma Web de Generación de Pronósticos implementada

Abarca todo el proceso de desarrollo e implementación de la plataforma, empezando por el desarrollo de la plataforma web, la automatización de los procesos que actualmente son manuales, la integración de la plataforma a sistemas existentes en la DMH y finalmente, la redacción del Manual de Usuario de la plataforma. El entregable de este Producto es la Plataforma Web desarrollada e implementada en la DMH.

Componente III: Capacitación a Usuarios

En el Componente III, ya con el Componente I y II completados, se procederá a realizar las capacitaciones a los usuarios, se tiene previsto 2 productos con 2 entregables definidos:

Producto 4: Usuarios Capacitados

Comprende al Desarrollo de los Materiales de Capacitación y a la Capacitación de los Usuarios en el uso del Modelo WRF y la Plataforma desarrollada e implementada. El entregable de este producto son los Usuarios capacitados.

Producto 5: Manual de Usuario de la Plataforma

Corresponde a la redacción del Manual de Usuario de la Plataforma, y el entregable de este producto es el Manual de Usuario.

Administración del Proyecto

El Proyecto será ejecutado por la Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil y se prevé recursos para la financiación del equipo clave de la Unidad Ejecutora de Proyecto conformado por el Coordinador de Proyecto, el Especialista Financiero, el Especialista en Adquisiciones y un Especialista Técnico, además de los gastos operativos requeridos y la auditoría externa.

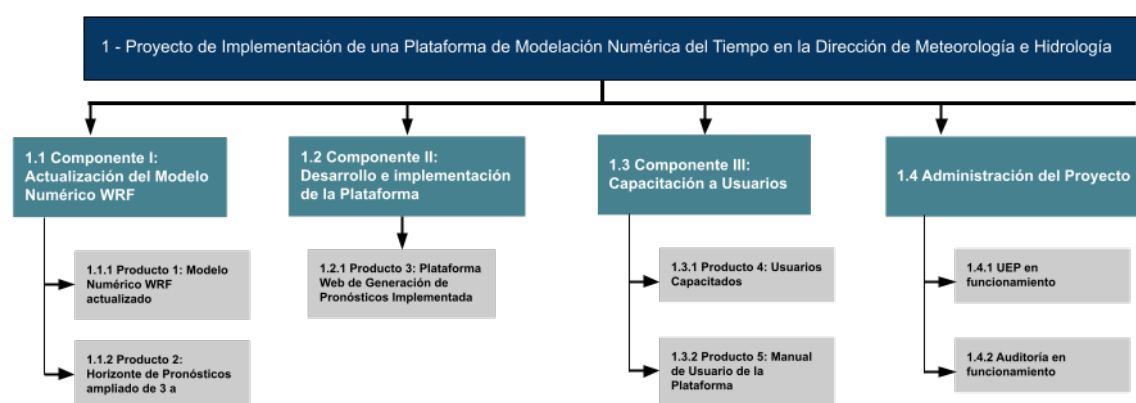


Figura 2 Estructura de Desglose de Trabajo - Elaboración Propia

Gestión del Tiempo

La Gestión del Tiempo se inicia con el establecimiento de la Unidad Ejecutora del Proyecto (UEP) al inicio del proyecto. Con la UEP ya en funcionamiento, se planificaron 175 días para el desarrollo del Componente I, 158 días para el desarrollo del Componente II, 162 días para el desarrollo del Componente III y 164 días para el desarrollo de la Auditoría.

Unidad Ejecutora del Proyecto

Para el establecimiento de la UEP, se planificaron 97 días para la etapa de contratación, al final de la cual, la misma estará en funcionamiento con un Coordinador del Proyecto, un Especialista Financiero y un Especialista en Adquisiciones.

Componente I: Actualización del Modelo Numérico WRF

Los 175 días planificados para el Componente I corresponden a los dos productos definidos dentro de este Componente:

Producto 1: Modelo Numérico WRF actualizado

El Producto 1 requiere de la contratación de dos expertos en diferentes áreas, 1 Experto en Modelación Numérica y 1 Experto en Devops (Instalación de Equipos). El Producto se planificó de la siguiente forma:

- Contratación de un Experto en Modelado Numérico: 175 días
 - 97 días para la Etapa de Contratación
 - 50 días para la Ejecución del Contrato y los Pagos
- Contratación de un Devops
 - 97 días para la Etapa de Contratación
 - 5 días para la Ejecución del Contrato y los Pagos

Producto 2: Horizonte de Pronósticos ampliado de 3 a 7 días

El Experto en Modelado Numérico contratado dentro de este Componente tendrá a su cargo la entrega del Producto 2, por lo que únicamente se planificó 3 días para la Ejecución del Contrato y para los Pagos.

La Etapa de Contratación para este experto ya está planificada dentro del Producto 1.

Componente II: Desarrollo e Implementación de la Plataforma

El Componente II cuenta con un solo producto definido y se planificaron 158 días para su desarrollo.

Producto 3: Plataforma Web de Generación de Pronósticos Implementada

El Producto 3 requiere de la contratación de un Desarrollador Web, se planificó de esta forma:

- Contratación de un Desarrollador Web: 158 días
 - 97 días para la Etapa de Contratación
 - 38 días para la Ejecución del Contrato y los Pagos

Componente III: Capacitación a Usuarios

El Componente III cuenta con dos productos definidos y se planificaron 162 días para su desarrollo.

Producto 4: Usuarios Capacitados

El Producto 4 requiere de la contratación de un Experto en Modelado Numérico y se planificó de esta forma:

- Contratación de un Experto en Modelado Numérico: 162 días

- 97 días para la Etapa de Contratación
- 50 días para la Ejecución del Contrato y los Pagos

Producto 5: Manual de Usuario de la Plataforma

El Experto en Modelado Numérico contratado dentro de este Componente tendrá a su cargo la entrega del Producto 5, por lo que únicamente se planificaron 5 días para la Ejecución del Contrato y los Pagos.

Auditoría

Se planificaron 164 días para la Auditoría del Proyecto, detallados de la siguiente forma:

- 164 días para la Contratación de Auditores Externos
 - 97 días para la Etapa de Contratación
 - 44 días para la Ejecución del Contrato y los Pagos

La Auditoría del Proyecto fue planificada de tal forma que las actividades de los Auditores puedan concluir al mismo tiempo que finaliza el Proyecto.

A continuación, se incluye un Cronograma resumido del Proyecto y el detalle completo del Cronograma del Proyecto se encuentra como “Anexo 1 - Matriz de gestión de tiempo” y “Anexo 2 – Diagrama de Gantt del Proyecto”.

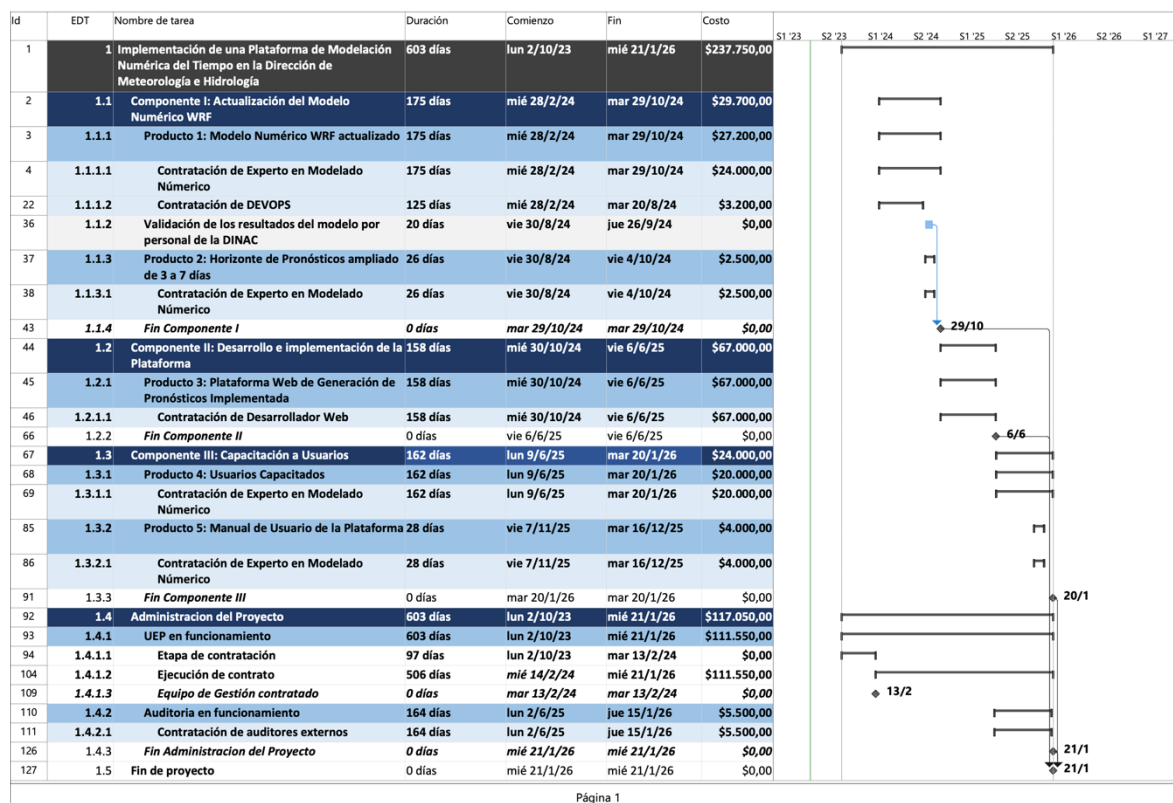


Figura 3 Diagrama de Gantt resumido del Proyecto. Elaboración propia

Gestión de Costos

Con el fin de poder gestionar los Costos, se definieron los costos asociados a cada Componente, Producto e Hito dentro del Proyecto.

Durante el primer Semestre del Proyecto, no se previó la erogación de fondos ya que la Unidad Ejecutora de Proyecto se encontraría en proceso de conformación durante este tiempo. Recién en el Segundo Semestre se prevén costos con el cumplimiento del Hito “UEP en funcionamiento”.

En el Tercer Semestre se planificó la entrega de los Productos 1 y 2 del Componente I, en el Cuarto Semestre el Producto 3 del Componente II y finalmente en el Quinto y Sexto Semestres, los Productos 4 y 5 del Componente III.

Finalmente, en el Sexto Semestre se prevé el cumplimiento del Hito “Auditoría en funcionamiento”.

A continuación, se incluye una Tabla resumida de los costos y un Resumen de la Matriz de Costos se encuentra como “Anexo 3 – Cuadro de costo detallado”. En el “Anexo 4 - Matriz de gestión de costos” se incluye la tabla completa y más abajo, se incluye la Curva S.

	Estructura de la EDT	Costo estimado
1.1	Componente I: Actualización del Modelo Numérico WRF	\$29.700
1.2	Componente II: Desarrollo e implementación de la Plataforma	\$67.000
1.3	Componente III: Capacitación a Usuarios	\$24.000
1.4	Administración del Proyecto	\$117.050
Total		\$237.750

Tabla 2 Tabla resumida de costos. Elaboración propia.

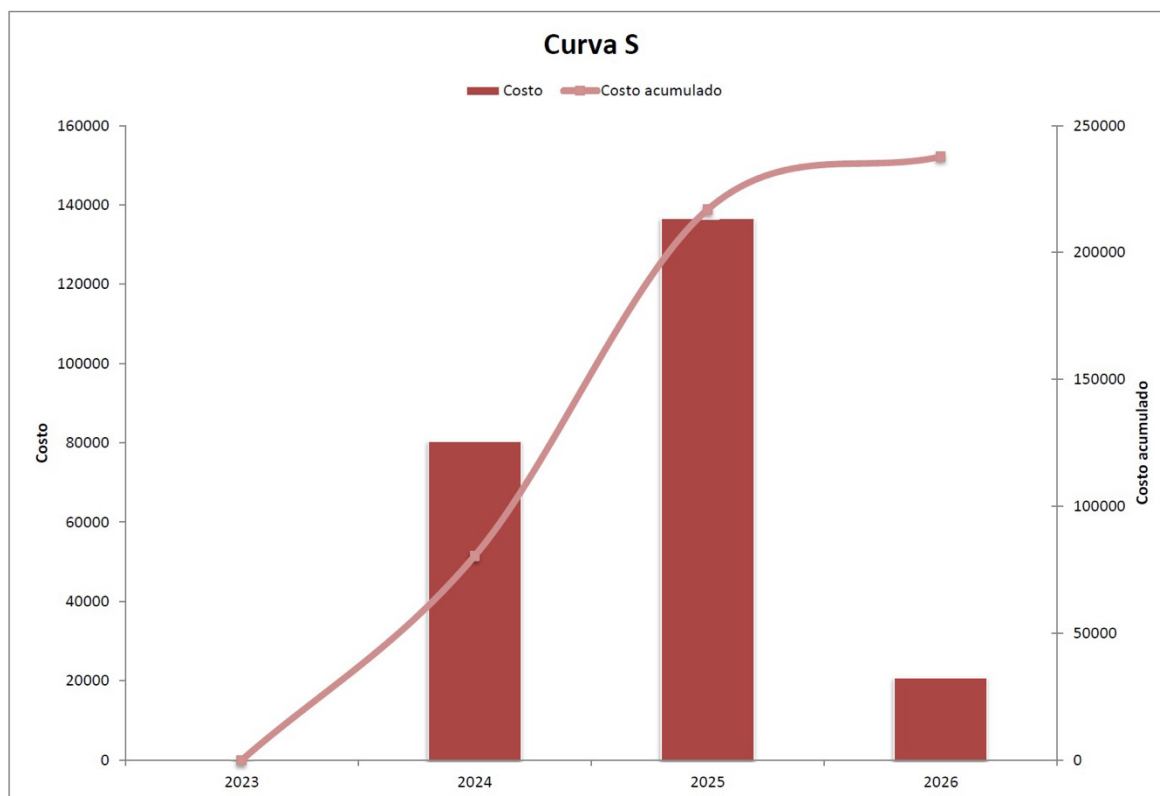


Figura 4 Curva S. Elaboración propia.

Gestión de Comunicaciones

Para la Gestión de las Comunicaciones, se identificaron varias informaciones del Proyecto relacionadas a cada Componente, que requieren de una comunicación con los interesados.

Para el efecto se identificaron las informaciones, las razones por la que es necesario comunicar, los interesados, el método de comunicación, quién es el responsable de preparar las comunicaciones y quién es el responsable de enviarlas, y a partir de qué momento y con qué frecuencia.

En el “Anexo 5 - Matriz de comunicación” se aprecia en detalle todas las comunicaciones previstas con los interesados, a continuación, un breve resumen.

Componente I: Actualización del Modelo Numérico WRF**Producto 1: Modelo Numérico WRF actualizado**

Dentro del Producto 1 se identificaron tres informaciones que requieren de comunicación a dos interesados distintos: el Equipo de Pronosticadores, el Equipo de Informática y la Dirección de la DMH. El Coordinador del Proyecto es el responsable de iniciar las comunicaciones en coordinación con el Experto en Modelado Numérico y el Experto en Devops.

Producto 2: Horizonte de Pronósticos ampliado de 3 a 7 días

Para este producto sólo se identificó una información que requiere de comunicación a la Dirección de la DMH, el Coordinador del Proyecto es el responsable de iniciarlo en coordinación con el Experto en Modelado Numérico.

Componente II: Desarrollo e Implementación de la Plataforma**Producto 3: Plataforma Web de Generación de Pronósticos Implementada**

En el Producto 3 se identificaron tres informaciones que requieren comunicación a dos interesados distintos: el Equipo de Pronosticadores y el Equipo de Informática de la DMH. Dos de las informaciones requieren que el Coordinador del Proyecto sea el responsable de iniciar las comunicaciones en coordinación con el Desarrollador Web, mientras que en uno es el Desarrollador Web directamente con el Equipo de Pronosticadores y el Equipo de Informática de la DMH.

Componente III: Capacitación a Usuarios**Producto 4: Usuarios Capacitados**

Para este producto se identificaron dos informaciones que requieren de comunicación tanto con el Equipo de Pronosticadores como con la Dirección de la DMH, el Coordinador del

Proyecto es el responsable de iniciarlo en coordinación con el Experto en Modelado Numérico.

Producto 5: Manual de Usuario de la Plataforma

Para este producto se identificó una información que requiere de comunicación con la Dirección de la DMH, el Coordinador del Proyecto es el responsable de iniciarlo en coordinación con el Experto en Modelado Numérico.

Cierre del Proyecto

Al final del Proyecto, se planificó una comunicación final con el Informe Final del Proyecto, con los resultados obtenidos y lecciones aprendidas que debe ser comunicado a todo el Equipo de la DMH. El responsable es el Coordinador del Proyecto.

Gestión de Adquisiciones

Para la Gestión de las Adquisiciones en el Proyecto, se identificaron y establecieron los requerimientos para cada uno de los Componentes del Proyecto, como así también, se identificaron los procesos requeridos para las contrataciones.

Proceso de Contratación y Adquisición

Se identificaron tres etapas con actividades bien definidas para el proceso de Contratación y Adquisición:

Etapa 1: Contratación

Dentro de esta etapa se identificaron las siguientes actividades:

1. Preparación de Nota Solicitud de Términos de Referencia
2. Elaboración de los Términos de Referencia de los diferentes profesionales

3. Envío por Nota para Revisión antes de la Publicación
4. Publicación en el Portal de la Dirección Nacional de Contrataciones Públicas
5. Recepción de Currículum de los Profesionales
6. Proceso de Evaluación
7. Comunicación a Profesionales Adjudicados
8. Firma de Contrato

Etapa 2: Ejecución de Contrato

En esta etapa se verifica la ejecución del Contrato según los entregables definidos en los Términos de Referencia.

Etapa 3: Pagos

En esta etapa se gestionan los pagos en base a los entregables de cada Producto.

En base a los Componentes, Productos e Hitos definidos en el Proyecto, a continuación, se hace un breve resumen de la Matriz de Adquisiciones:

Componente I: Actualización del Modelo Numérico WRF

Producto 1: Modelo Numérico WRF actualizado

Para el Producto 1 se requiere de la Contratación de:

1. Experto en Modelado Numérico

Tipo de Adquisición: Servicios Consultoría Individual

Modalidad de Adquisición: Terna Competitiva

2. Experto en Devops

Tipo de Adquisición: Servicios Consultoría Individual

Modalidad de Adquisición: Terna Competitiva

Producto 2: Horizonte de Pronósticos ampliado de 3 a 7 días

El Producto 2 será desarrollado por el Experto en Modelado Numérico contratado para el Producto 1.

Componente II: Desarrollo e Implementación de la Plataforma

Producto 3: Plataforma Web de Generación de Pronósticos Implementada

El Producto 3 requiere de la Contratación de:

1. Desarrollador Web

Tipo de Adquisición: Servicios Consultoría Individual

Modalidad de Adquisición: Contratación Directa

Componente III: Capacitación a Usuarios

Producto 4: Usuarios Capacitados

El Producto 4 requiere de la Contratación de:

1. Experto en Modelado Numérico

Tipo de Adquisición: Servicios Consultoría Individual

Modalidad de Adquisición: Terna Competitiva

Producto 5: Manual de Usuario de la Plataforma

El Producto 5 será desarrollado por el Experto en Modelado Numérico contratado para el Producto 4.

Administración del Proyecto

UEP en funcionamiento

Este hito requiere de la Contratación de:

1. Coordinador del Proyecto

Tipo de Adquisición: Servicios Consultoría Individual

Modalidad de Adquisición: Terna Competitiva

2. Especialista Financiero

Tipo de Adquisición: Servicios Consultoría Individual

Modalidad de Adquisición: Terna Competitiva

3. Especialista en Adquisiciones

Tipo de Adquisición: Servicios Consultoría Individual

Modalidad de Adquisición: Terna Competitiva

4. Especialista Técnico

Tipo de Adquisición: Servicios Consultoría Individual

Modalidad de Adquisición: Terna Competitiva

Auditoría en funcionamiento

Este hito requiere de la Contratación de:

1. Auditores Externos

Tipo de Adquisición: Servicio de Auditoría

Modalidad de Adquisición: Contratación Directa

A continuación, se incluye la Matriz de Adquisiciones:

Estructura de la EDT	Fechas Estimadas		
----------------------	------------------	--	--

	Inicio	Fin	Presupuest o Estimado	Observacione s
Componente I: Actualización del Modelo Numérico WRF			\$29.700	
Producto 1: Modelo Numérico WRF actualizado				
Contratación de Experto en Modelado Numérico	28-02-2024	2024-10-30	\$26.500	9,4% corresponde al producto 2
Contratación de DEVOPS	15-03-2024	29-08-2024	\$3.200	
Componente II: Desarrollo e implementación de la Plataforma			\$67.000	
Producto 3: Plataforma Web de Generación de Pronósticos Implementada				
Contratación de Desarrollador Web	32/10/2024	09-06-2025	\$67.000	
Componente III: Capacitación a Usuarios			\$24.000	
Producto 4: Usuarios Capacitados				
Contratación de Experto en Modelado Numérico	10-06-2025	21-01-2026	\$24.000	16,7% corresponde al producto 5
Administración del Proyecto			\$117.050	
UEP en funcionamiento				
Coordinador de Proyecto	14-02-2024	21-01-2026	\$32.200	
Especialista Financiero	14-02-2024	21-01-2026	\$27.600	
Especialista en Adquisiciones	14-02-2024	21-01-2026	\$23.000	
Especialista en Adquisiciones	14-02-2024	21-01-2026	\$28.750	
Auditoria en funcionamiento				
Contratación de auditores externos	02-06-2025	15-01-2026	\$5.500	
		Total	\$237.750	

Tabla 3 Matriz de adquisiciones. Elaboración propia.

Gestión de Riesgos

Se realizó un análisis de los riesgos asociados al Proyecto que están detallados en la Matriz de Riesgo, y por cada Riesgo identificado, se definió su taxonomía, su alcance, su causa, su evento y su impacto. En base a estos datos, se asignó un nivel de probabilidad y un nivel de impacto, y luego se calculó su nivel de riesgo.

De esta forma, se identificaron 3 riesgos de nivel alto, 4 de nivel medio alto y 1 de nivel medio bajo, y se procedió a implementar un Plan de Respuesta para todos los riesgos identificados de nivel alto y nivel medio alto.

En el Plan de Respuesta se define la estrategia de la respuesta (Mitigar/Prevenir/Evitar/Aceptar), una acción, el responsable y finalmente el disparador de la respuesta.

En el “Anexo 6 - Matriz de gestión de riesgos” se incluye el detalle completo y en el “Anexo 7 - Plan de respuesta” el detalle del Plan.

Gestión de los Interesados

A fin de Gestionar adecuadamente a los Interesados del Proyecto, se han identificado a cuatro personas (internas) y un grupo (externo) los cuales serán impactados por el proyecto y sus resultados.

Para cada persona y grupo, se asignó su rol dentro del proyecto (beneficiario, cliente o patrocinante), su nivel de interés (alto, medio, bajo), su nivel de influencia (alto, medio,

bajo), sus requisitos y expectativas, y en base a estos parámetros, se definió una clasificación (interna/externa y partidario/neutral/reticente).

En base a esto, se prepararon acciones posibles para cada persona y grupo, identificando los impactos positivos o negativos que puede tener en el proyecto y se definieron estrategias de cómo gestionar cada interesado.

A continuación, se muestra la Matriz de Interesados, y en el “Anexo 8 - Matrices de descripción de interesados” se incluye el detalle de cada interesado.

Matriz de Interesados

Interesado	Cargo	Rol en Proyecto	Nivel de Interés	Nivel de Influencia	Requisitos	Expectativas	Clasificación	
		Beneficiario / Cliente / Patrocinante	Alto / Medio / Bajo	Alto / Medio / Bajo			Interno / Externo	Partidario / Neutral / Reticente
Eduardo Mingo	Director de Meteorología e Hidrología	Patrocinante	Alto	Alta	Proyecto concluido con éxito	Pronóstico meteorológico más precisos a nivel de distritos	Interno	P
Julio Ayala	Gerente de Pronósticos Meteorológicos	Beneficiario	Alto	Alta	1. Meteorólogos capacitados y motivados 2. Equipo de sistemas y desarrollo capacitados e involucrados en el proyecto 3. Pronosticadores dispuestos a utilizar la plataforma	Generar herramientas y datos para mejorar el pronóstico horario	Interno	P
Carlos R. Salinas R.	Gerente de Climatología	Beneficiario	Medio	Alta	Base de datos meteorológica	Generar datos para estudios climáticos	Interno	N
Wilson Caballero	Jefe Departamento de Sistemas y Desarrollo	Beneficiario	Alto	Alta	1. Capacitación del equipo técnico 2. Mantenimiento de los sistemas necesarios	Obtener incremento de presupuesto para mantenimiento y soporte	Interno	P
Ciudadanos		Beneficiario	Medio	Bajo		Pronóstico meteorológico para su ciudad / distrito	Externo	P

Tabla 4 Matriz de interesados. Elaboración propia.

Conclusión

El propósito principal de este proyecto es mejorar e incrementar la cobertura de pronósticos meteorológicos para la Dirección de Meteorología e Hidrología, y para poder lograr este objetivo, es necesario desarrollar e implementar una plataforma de modelación numérica avanzada para el pronóstico del tiempo, basada en el reconocido modelo numérico Weather Research and Forecasting (WRF). Esta plataforma revolucionará las capacidades actuales de predicción meteorológica y cobertura de pronósticos en el Departamento de Pronóstico Meteorológico de la Dirección de Meteorología e Hidrología.

Hemos detectado que, aunque el Departamento de Pronóstico Meteorológico de la DMH dispone de un modelo numérico local, su limitada eficiencia y precisión le obligan a depender de modelos numéricos de pronóstico del tiempo de otros países. Esta dependencia genera inexactitudes en la predicción y retrasos en los procesos de generación de pronósticos, debido a la ausencia de personalización y adaptación a las condiciones particulares de nuestro país.

La culminación de este proyecto proporcionará una herramienta sofisticada que facilitará la ampliación de los servicios meteorológicos a lo largo y ancho del país, alcanzando a los 250 distritos y extendiendo el horizonte de los pronósticos a 7 días. Esta implementación permitirá a los pronosticadores de la Dirección de Meteorología e Hidrología automatizar ciertos procesos de generación de pronósticos que actualmente se realizan manualmente. Además, tendrán la posibilidad de ofrecer servicios meteorológicos personalizados y precisos, beneficiando así a la población paraguaya en su conjunto y mejorando la capacidad de preparación y respuesta ante eventos meteorológicos extremos.

Es importante destacar que los beneficios de esta implementación trascenderán a la institución misma, proporcionando valor a la sociedad en general. Con pronósticos más precisos y confiables, diversos sectores económicos y recreativos de Paraguay se verán significativamente beneficiados. Además, esta plataforma podría influir positivamente en la toma de decisiones en áreas críticas, como la planificación urbana, la gestión de recursos hídricos, la producción de energía y la respuesta a emergencias.

Por último, este proyecto destaca la importancia de una adecuada gestión de proyectos, combinada con la implementación de tecnologías avanzadas, en la generación de resultados significativos que benefician a toda una nación. El éxito de este proyecto refuerza la idea de que la aplicación de buenas prácticas de gestión de proyectos y el uso de tecnologías innovadoras pueden generar un impacto profundo y beneficioso para un país entero.

Referencias Bibliográficas

- Calderón de la Barca, M. (2015). *Breve Historia de la Meteorología*. Agencia Estatal de Meteorología: https://www.aemet.es/es/conocenos/nuestra_historia
- Campbell, R., Beardsley, D., & Tokar, S. (2018). Predicciones y avisos que tienen en cuenta los impactos: naciones preparadas para el tiempo. *World Meteorological Organization Bulletin*, 67.
- Dirección Nacional de Aeronáutica Civil. (2016). *Manual de Organización y Funciones*. Dirección de Meteorología e Hidrología: <https://www.meteorologia.gov.py/wp-content/uploads/2023/05/Organigrama-DMH-2016.pdf>
- Dirección de Meteorología e Hidrología. (Mayo de 2023). *Pronósticos Meteorológicos*. Dirección de Meteorología e Hidrología: <https://www.meteorologia.gov.py/pronostico/>
- Instituto Nacional de Estadística. (2012). *Instituto Nacional de Estadística*. Códigos geográficos de Distritos del Paraguay: https://www.ine.gov.py/microdatos/register/localidades/Distritos_Paraguay_Codigos_DGEEC.xlsx
- García-Herrera, R. (2018). Perspectiva histórica de la predicción meteorológica antes del siglo XX (Cuando la predicción meteorológica no tenía una base científica). En C. Santos Burguete, *Física del caos en la predicción meteorológica*. AEMET.
- Skamarock, W., Klemp, J., Dudhia, J., Gill, D., Liu, Z., Berner, J., . . . Huang, X.-y. (2021). *A Description of the Advanced Research WRF Model Version 4.3*. NCAR/UCAR.
- NCAR. (2018). *Advanced Research WRF (ARW) Modeling System User Guide*. NCAR/UCAR.

Anexos

Anexo 1 - Matriz de gestión de tiempo

Estructura de la EDT		Duración	Predecesora	Costo estimado
1.1	Componente I: Actualización del Modelo Numérico WRF	176 días		\$ 29.700
1.1.1	Producto 1: Modelo Numérico WRF actualizado	176 días		\$ 27.200
1.1.1.1	Contratación de Experto en Modelado Numérico	176 días		\$ 24.000
1.1.1.1.1	Etapas de contratación	97 días		
1.1.1.1.2	Ejecución de contrato	44 días		
1.1.1.1.3	Calendario de pago	30 días		\$ 24.000
1.1.1.2	Contratación de DEVOPS	120 días		\$ 3.200
1.1.1.2.1	Etapas de contratación	92 días		
1.1.1.2.2	Ejecución de contrato	5 días		
1.1.1.2.3	Calendario de pago	1 día		\$ 3.200
1.1.2	Validación de los resultados del modelo por personal de la DINAC	20 días	1.1.1.2.3[CC]	
1.1.3	Producto 2: Horizonte de Pronósticos ampliado de 3 a 7 días	26 días		\$ 2.500
1.1.3.1	Contratación de Experto en Modelado Numérico	26 días		\$ 2.500
1.1.3.1.1	Ejecución de contrato	3 días		
1.1.3.1.2	Calendario de pago	1 día		\$ 2.500
1.1.4	Fin Componente I	0 días	1.1.1.1.3.3;1.1.1.2.3.1;1.1.1.2.3;1.1.2;1.1.1.2.2.1	
1.2	Componente II: Desarrollo e implementación de la Plataforma	158 días		\$ 67.000
1.2.1	Producto 3: Plataforma Web de Generación de Pronósticos Implementada	158 días		\$ 67.000
1.2.1.1	Contratación de Desarrollador Web	158 días		\$ 67.000
1.2.1.1.1	Etapas de contratación	97 días		
1.2.1.1.2	Ejecución de contrato	38 días		
1.2.1.1.3	Calendario de pago	24 días		\$ 67.000
1.2.2	Fin Componente II	0 días	1.2.1.1.3.4;1.2.1.1.2.4	
1.3	Componente III: Capacitación a Usuarios	162 días		\$ 24.000
1.3.1	Producto 4: Usuarios Capacitados	162 días		\$ 20.000
1.3.1.1	Contratación de Experto en Modelado Numérico	162 días		\$ 20.000
1.3.1.1.1	Etapas de contratación	97 días		
1.3.1.1.2	Ejecución de contrato	42 días		
1.3.1.1.3	Calendario de pago	31 días		\$ 20.000

1.3.2	Producto 5: Manual de Usuario de la Plataforma	28 días		\$ 4.000
1.3.2.1	Contratación de Experto en Modelado Numérico	28 días		\$ 4.000
1.3.2.1.1	Ejecución de contrato	5 días		
1.3.2.1.2	Calendario de pago	1 día		\$ 4.000
1.3.3	Fin Componente III	0 días	1.3.1.1.2.2;1.3.1.1.3.2	
1.4	Administración del Proyecto	603 días		\$ 117.050
1.4.1	UEP en funcionamiento	603 días		\$ 111.550
1.4.1.1	Etapas de contratación	97 días		\$ 111.550
1.4.1.1.1	Preparación de nota de solicitud de TDRs	5 días		
1.4.1.1.2	Elaboración de los TDRs de los diferentes profesionales	30 días	1.4.1.1.1	
1.4.1.1.3	Enviar por nota para revisión ante de publicación	2 días	1.4.1.1.2	
1.4.1.1.4	Publicación en la DNCP	10 días	1.4.1.1.3	
1.4.1.1.5	Recepción de curriculum de profesionales	30 días	1.4.1.1.4	
1.4.1.1.6	Proceso de evaluación	10 días	1.4.1.1.5	
1.4.1.1.7	Comunicación a profesionales adjudicados	5 días	1.4.1.1.6	
1.4.1.1.8	Firma de contrato	5 días	1.4.1.1.7	
1.4.1.1.9	UEP contratado	0 días	1.4.1.1.8	
1.4.1.2	Ejecución de contrato	506 días		\$ 111.550
1.4.1.2.1	Coordinador de Proyecto	23 mss	1.4.1.1.8	\$ 32.200
1.4.1.2.2	Especialista Financiero	23 mss	1.4.1.1.8	\$ 27.600
1.4.1.2.3	Especialista en Adquisiciones	23 mss	1.4.1.1.8	\$ 23.000
1.4.1.2.4	Especialista en Adquisiciones	23 mss	1.4.1.1.8	\$ 28.750
1.4.1.3	Equipo de Gestión contratado	0 días	1.4.1.1.9	
1.4.2	Auditoria en funcionamiento	164 días		\$ 5.500
1.4.2.1	Contratación de auditores externos	164 días		\$ 5.500
1.4.2.1.1	Etapas de contratación	97 días		
1.4.2.1.2	Ejecución de contrato	44 días		
1.4.2.1.3	Calendario de pago	1 día		\$ 5.500
1.4.3	Fin de Administración del Proyecto	0 días	1.4.2.1.3.1;1.4.1.3	
1.5	Fin de proyecto	0 días	1.1.4;1.2.2;1.3.3;1.4.3	
			Total	\$ 237.750

Tabla 5 Matriz de gestión de tiempo. Elaboración propia.

Anexo 2 – Diagrama de Gantt del Proyecto

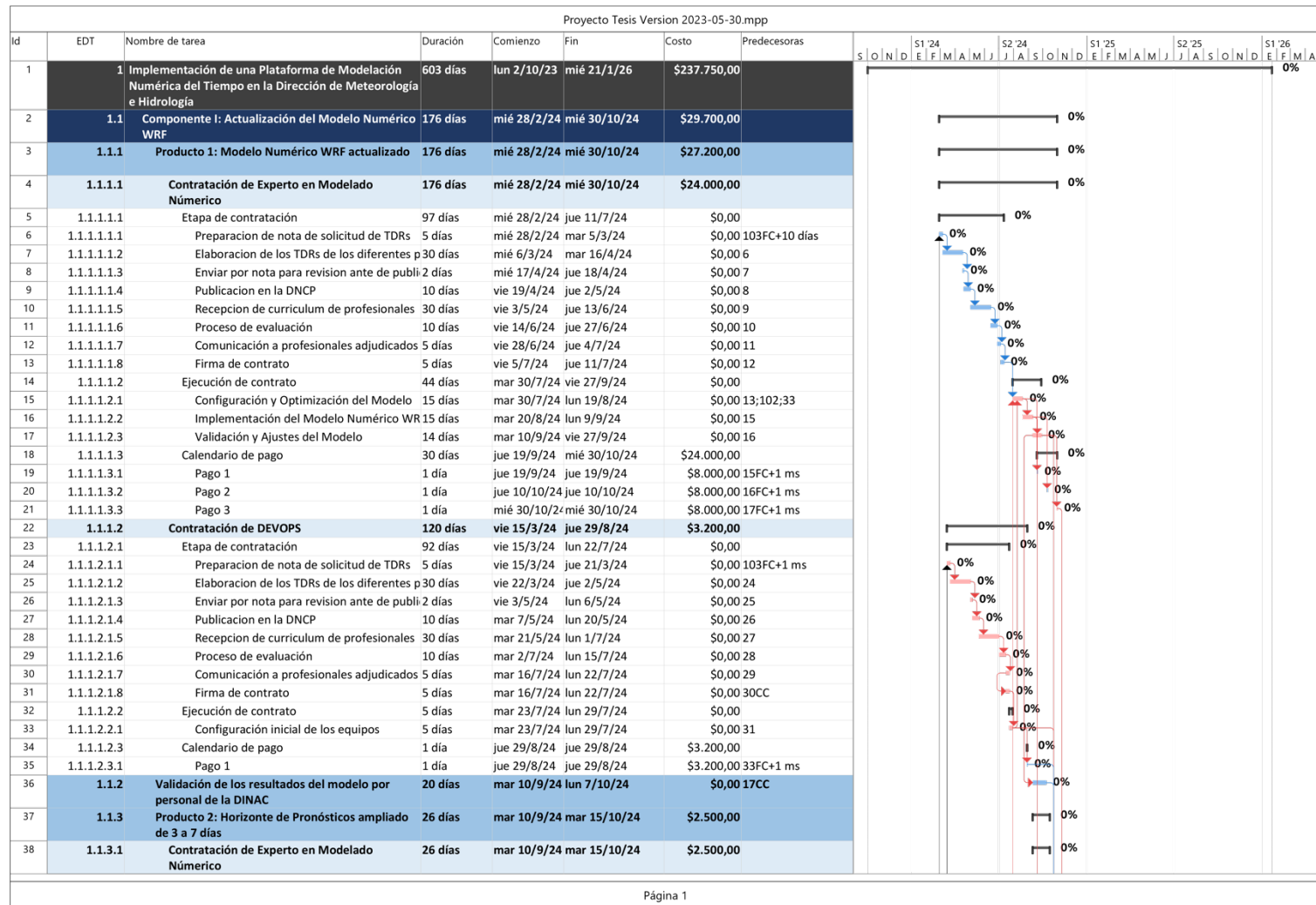


Figura 5 Diagrama de Gantt – Página 1. Elaboración propia.

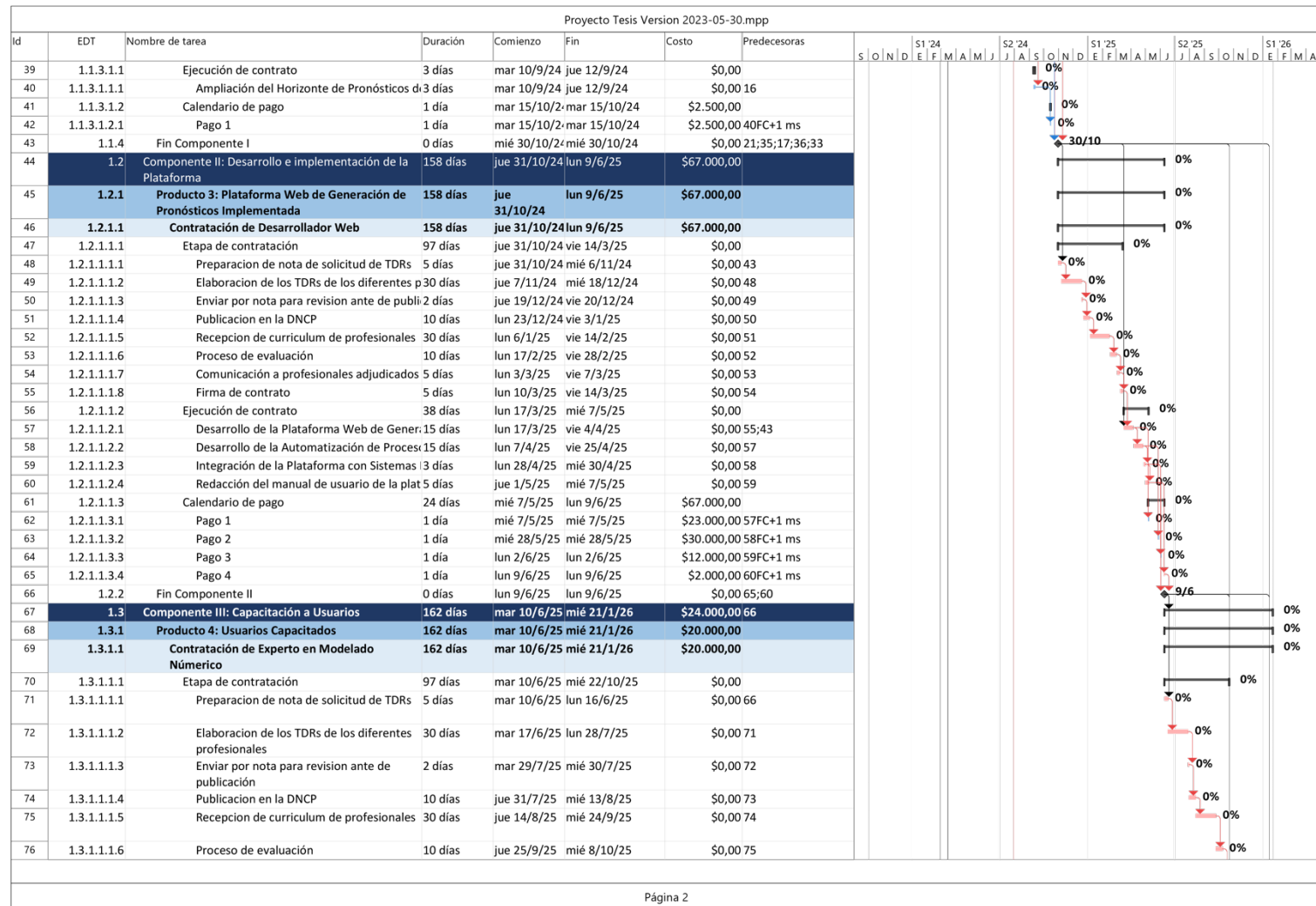


Figura 6 Diagrama de Gantt - Página 2. Elaboración propia.

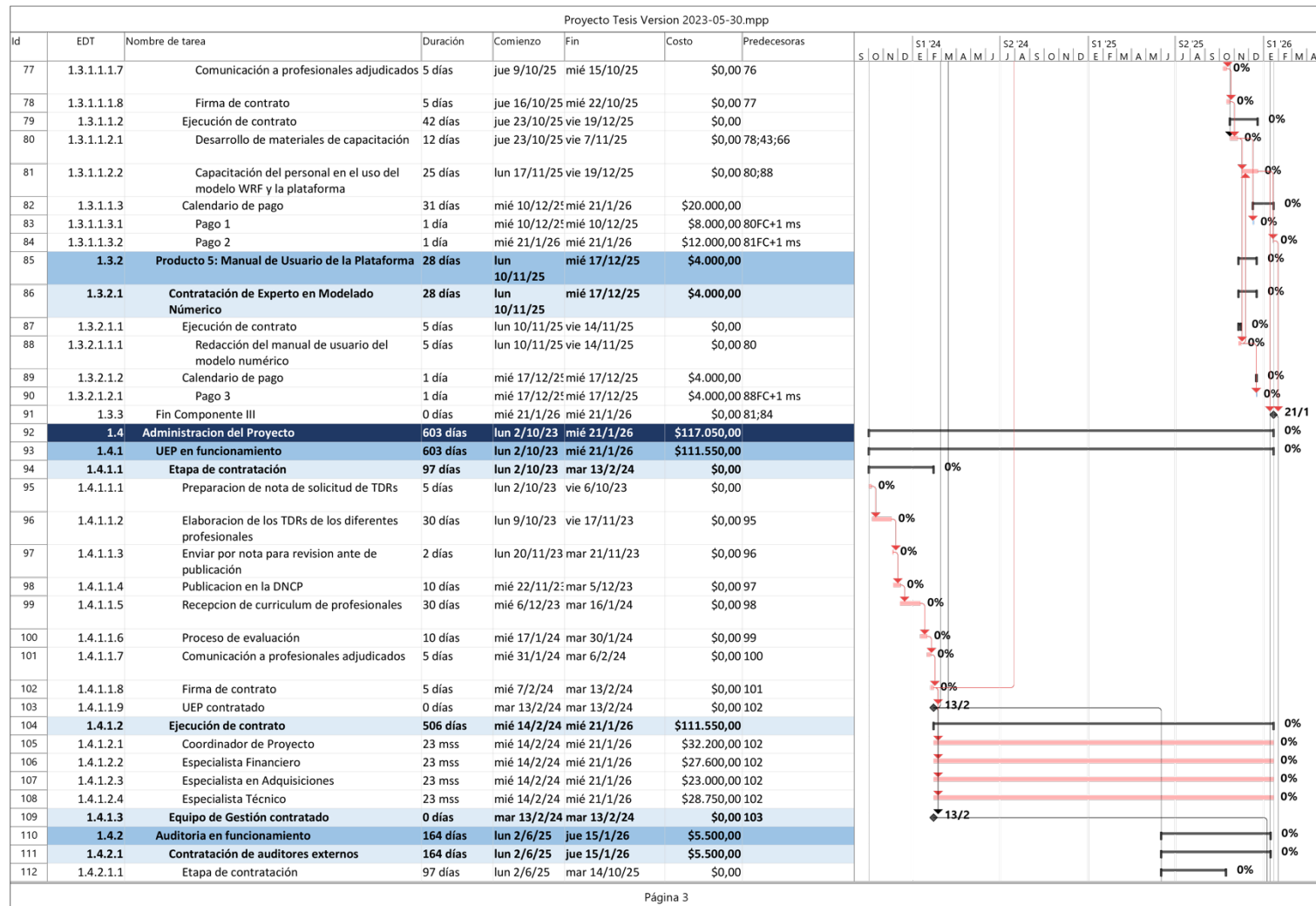


Figura 7 Diagrama de Gantt - Página 3. Elaboración propia.

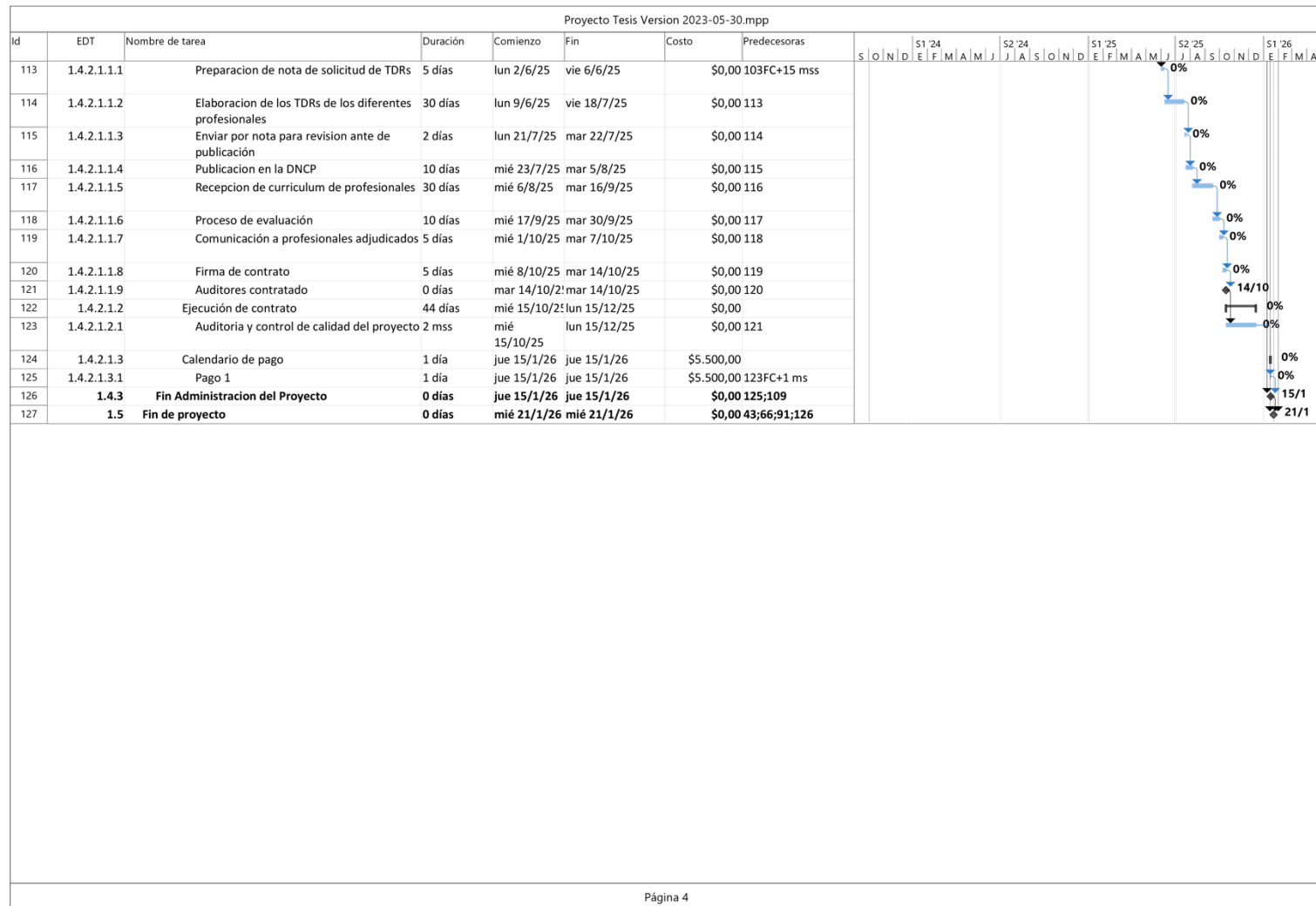


Figura 8 Diagrama de Gantt - Página 4. Elaboración propia.

Anexo 3 – Cuadro de costo detallado

Estructura de la EDT		Unidad	Tiempo	Costo Unitario	Costo estimado
1.1	Componente I: Actualización del Modelo Numérico WRF				\$ 29.700
1.1.1	Producto 1: Modelo Numérico WRF actualizado				
1.1.1.1	Contratación de Experto en Modelado Numérico	1		24000	\$ 24.000
1.1.1.2	Contratación de DEVOPS	1		3200	\$ 3.200
1.1.3	Producto 2: Horizonte de Pronósticos ampliado de 3 a 7 días				
1.1.3.1	Contratación de Experto en Modelado Numérico	1		2500	\$ 2.500
1.2	Componente II: Desarrollo e implementación de la Plataforma				\$ 67.000
1.2.1	Producto 3: Plataforma Web de Generación de Pronósticos Implementada				
1.2.1.1	Contratación de Desarrollador Web	1		67000	\$ 67.000
1.3	Componente III: Capacitación a Usuarios				\$ 24.000
1.3.1	Producto 4: Usuarios Capacitados				
1.3.1.1	Contratación de Experto en Modelado Numérico	1		20000	\$ 20.000
1.3.2	Producto 5: Manual de Usuario de la Plataforma				
1.3.2.1	Contratación de Experto en Modelado Numérico	1		4000	\$ 4.000
1.4	Administración del Proyecto	603 días			\$ 117.050
1.4.1	UEP en funcionamiento	603 días			\$ 111.550
1.4.1.1	Etapa de contratación	97 días			\$ 111.550
1.4.1.2.1	Coordinador de Proyecto	1	23	1.400	\$ 32.200
1.4.1.2.2	Especialista Financiero	1	23	1.200	\$ 27.600
1.4.1.2.3	Especialista en Adquisiciones	1	23	1.000	\$ 23.000
1.4.1.2.4	Especialista Técnico	1	23	1.250	\$ 28.750
1.4.2	Auditoria en funcionamiento				\$ 5.500
1.4.2.1	Contratación de auditores externos	1		5.500	\$ 5.500
	Total	164 días			\$ 237.750

Tabla 6 Cuadro de costo detallado. Elaboración propia.

Anexo 4 - Matriz de gestión de costos

Estructura de Trabajo	2023			2024												Costo estimado Año 2023 y 2024
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Componente I: Actualización del Modelo Numérico WRF	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 3.200	\$ 8.000	\$ 18.500	\$ -	\$ -	\$ 29.700
Producto 1: Modelo Numérico WRF actualizado	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 3.200	\$ 8.000	\$ 16.000	\$ -	\$ -	\$ 27.200
Contratación de Experto en Modelado Numérico	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 8.000	\$ 16.000	\$ -	\$ -	\$ 24.000
Contratación de DEVOPS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 3.200	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 3.200
Producto 2: Horizonte de Pronósticos ampliado de 3 a 7 días	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.500	\$ -	\$ -	\$ 2.500
Contratación de Experto en Modelado Numérico	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.500	\$ -	\$ -	\$ 2.500
Componente II: Desarrollo e implementación de la Plataforma	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Producto 3: Plataforma Web de Generación de Pronósticos Implementada	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Contratación de Desarrollador Web	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Componente III: Capacitación a Usuarios	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Producto 4: Usuarios Capacitados	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Contratación de Experto en Modelado Numérico	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Producto 5: Manual de Usuario de la Plataforma	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Contratación de Experto en Modelado Numérico	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Administración del Proyecto	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.645	\$ 4.630	\$ 4.850	\$ 5.070	\$ 4.409	\$ 5.070	\$ 4.850	\$ 4.630	\$ 5.070	\$ 4.630	\$ 4.850	\$ 50.705
UEP en funcionamiento	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.645	\$ 4.630	\$ 4.850	\$ 5.070	\$ 4.409	\$ 5.070	\$ 4.850	\$ 4.630	\$ 5.070	\$ 4.630	\$ 4.850	\$ 50.705
Coordinador de Proyecto	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 764	\$ 1.336	\$ 1.400	\$ 1.464	\$ 1.273	\$ 1.464	\$ 1.400	\$ 1.336	\$ 1.464	\$ 1.336	\$ 1.400	\$ 14.636
Especialista Financiero	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 655	\$ 1.145	\$ 1.200	\$ 1.255	\$ 1.091	\$ 1.255	\$ 1.200	\$ 1.145	\$ 1.255	\$ 1.145	\$ 1.200	\$ 12.545
Especialista en Adquisiciones	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 545	\$ 955	\$ 1.000	\$ 1.045	\$ 909	\$ 1.045	\$ 1.000	\$ 955	\$ 1.045	\$ 955	\$ 1.000	\$ 10.455
Especialista Técnico	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 682	\$ 1.193	\$ 1.250	\$ 1.307	\$ 1.136	\$ 1.307	\$ 1.250	\$ 1.193	\$ 1.307	\$ 1.193	\$ 1.250	\$ 13.068
Auditoría en funcionamiento	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Contratación de auditores externos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Total	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.645	\$ 4.630	\$ 4.850	\$ 5.070	\$ 4.409	\$ 5.070	\$ 8.050	\$ 12.630	\$ 23.570	\$ 4.630	\$ 4.850	\$ 80.405

Tabla 7 Matriz de gestión de costos - Años 2023 y 2024. Elaboración propia.

Estructura de Trabajo	Costos estimados Año 2023 y 2024	2025												2026	Costo estimados final
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	
Componente I: Actualización del Modelo Numérico WRF	\$ 29.700	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 29.700
Producto 1: Modelo Numérico WRF actualizado	\$ 27.200	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 27.200
Contratación de Experto en Modelado Numérico	\$ 24.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 24.000
Contratación de DEVOPS	\$ 3.200	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 3.200
Producto 2: Horizonte de Pronósticos ampliado de 3 a 7 días	\$ 2.500	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.500
Contratación de Experto en Modelado Numérico	\$ 2.500	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.500
Componente II: Desarrollo e implementación de la Plataforma	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 65.000	\$ 2.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 67.000
Producto 3: Plataforma Web de Generación de Pronósticos Implementada	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 65.000	\$ 2.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 67.000
Contratación de Desarrollador Web	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 65.000	\$ 2.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 67.000
Componente III: Capacitación a Usuarios	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 12.000	\$ 12.000	\$ 24.000
Producto 4: Usuarios Capacitados	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 8.000	\$ 12.000	\$ 20.000
Contratación de Experto en Modelado Numérico	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 8.000	\$ 12.000	\$ 20.000
Producto 5: Manual de Usuario de la Plataforma	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 4.000	\$ -	\$ 4.000
Contratación de Experto en Modelado Numérico	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 4.000	\$ -	\$ 4.000
Administración del Proyecto	\$ 50.705	\$ 5.070	\$ 4.409	\$ 4.630	\$ 4.850	\$ 4.850	\$ 4.630	\$ 5.070	\$ 4.630	\$ 4.850	\$ 5.070	\$ 4.409	\$ 5.070	\$ 8.807	\$ 117.050
UEP en funcionamiento	\$ 50.705	\$ 5.070	\$ 4.409	\$ 4.630	\$ 4.850	\$ 4.850	\$ 4.630	\$ 5.070	\$ 4.630	\$ 4.850	\$ 5.070	\$ 4.409	\$ 5.070	\$ 3.307	\$ 111.550
Coordinador de Proyecto	\$ 14.636	\$ 1.464	\$ 1.273	\$ 1.336	\$ 1.400	\$ 1.400	\$ 1.336	\$ 1.464	\$ 1.336	\$ 1.400	\$ 1.464	\$ 1.273	\$ 1.464	\$ 955	\$ 32.200
Especialista Financiero	\$ 12.545	\$ 1.255	\$ 1.091	\$ 1.145	\$ 1.200	\$ 1.200	\$ 1.145	\$ 1.255	\$ 1.145	\$ 1.200	\$ 1.255	\$ 1.091	\$ 1.255	\$ 818	\$ 27.600
Especialista en Adquisiciones	\$ 10.455	\$ 1.045	\$ 909	\$ 955	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 955	\$ 1.045	\$ 955	\$ 1.000	\$ 1.045	\$ 909	\$ 1.045	\$ 682	\$ 23.000
Especialista Técnico	\$ 13.068	\$ 1.307	\$ 1.136	\$ 1.193	\$ 1.250	\$ 1.250	\$ 1.193	\$ 1.307	\$ 1.193	\$ 1.250	\$ 1.307	\$ 1.136	\$ 1.307	\$ 852	\$ 28.750
Auditoría en funcionamiento	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5.500	\$ 5.500
Contratación de auditores externos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5.500	\$ 5.500
Total	\$ 80.405	\$ 5.070	\$ 4.409	\$ 4.630	\$ 4.850	\$ 69.850	\$ 6.630	\$ 5.070	\$ 4.630	\$ 4.850	\$ 5.070	\$ 4.409	\$ 17.070	\$ 20.807	\$ 237.750

Tabla 8 Matriz de gestión de costos - Años 2025 y 2026. Elaboración propia.

Anexo 5 - Matriz de comunicación

Elemento de la EDT	Objetivo	Usuario	Responsabilidad		Tiempo	
	¿Qué comunicamos?	Método de Comunicación	Preparación	Envío	Fecha inicial	Frecuencia
1.1.1.1.2.1	Configuración del modelo numérico	Correo electrónico	Experto en modelación numérica	Experto en modelación numérica	30-07-2024	Al inicio del proyecto
1.1.1.1.2.2	Avances de la Implementación del modelo numérico	Correo electrónico	Experto en modelación numérica	Experto en modelación numérica	20-08-2024	Semanalmente después del inicio de la tarea
1.1.1.2.2.1	Recursos necesarios	Reunión presencial, informe escrito	DevOps	Gerente de proyecto	23-07-2024	Al inicio de la tarea
1.1.3.1.1.1	Avances de la Ampliación del pronóstico de 3 a 5 días	Correo electrónico, reuniones de demostración	Experto en modelación numérica	Experto en modelación numérica	10-09-2024	Semanalmente después del inicio de la tarea
1.2.1.1.2.1	Avances del Desarrollo de la plataforma web de generación de pronósticos	Correo electrónico, reuniones de demostración	Desarrollador web	Gerente de proyecto	17-03-2025	Semanalmente después del inicio de la tarea

1.2.1.1.2.2	Avances del Desarrollo de las Automatizaciones	Correo electrónico	Desarrollador web	Gerente de proyecto	07-04-2025	Semanalmente después del inicio de la tarea
1.2.1.1.2.3	Avances de la Integración con Sistemas Existentes	Correo electrónico, reunión	Desarrollador web	Gerente de proyecto	28-04-2025	Al finalizar la tarea
1.3.1.1.2.1	Distribución de los materiales	Reunión	Experto en modelación numérica	Gerente de proyecto	23-10-2025	Al finalizar la tarea
1.3.1.1.2.2	Fechas de capacitación	Correo electrónico	Experto en modelación numérica	Gerente de proyecto	17-11-2025	Al finalizar los materiales
1.3.2.1.1.1	Disponibilidad del manual de usuario del modelo numérico	Correo electrónico, reuniones	Experto en modelación numérica	Gerente de proyecto	10-11-2025	Al final del proyecto
1.5	Presentación de informe final del proyecto	Reunión presencial, informe escrito	Gerente de proyecto	Gerente de proyecto	21-01-2026	Al final del proyecto

Tabla 9 Matriz de comunicación. Elaboración propia.

Anexo 6 - Matriz de gestión de riesgos

Registro de riesgos						Análisis cualitativo de riesgos		
ID Riesgo	Taxonomía del riesgo	Productos o resultados afectados	Causa	Evento	Impacto	Nivel de probabilidad	Nivel de impacto	Nivel de riesgo
1	Entorno político	Proyecto	Si debido a los cambios de autoridades en el DINAC por el cambio de gobierno	se podría ver comprometido el inicio del proyecto	lo que ocasionaría atrasos en el proyecto desde mes 1.	3	4	12
2	Entorno político	Componente 1	Si no se logra la asignación del equipamiento informático al inicio de las actividades del Componente I	se podría ver comprometido el inicio y la ejecución del Componente I	lo que ocasionaría demoras en la ruta crítica del proyecto desde mes 1.	2	4	8
3	Recursos humanos	Proyecto	Si hay escasez de personal cualificado disponible para operar y mantener la plataforma	se podría comprometer la continuidad del proyecto y la capacidad para proporcionar resultados confiables	lo que podría causar retrasos y pérdida de confianza en el servicio de la Dirección de Meteorología e Hidrología.	3	3	9
4	Recursos tecnológicos	Componente 1 y 2	Si hay un fallo o ciberataque en los sistemas informáticos que soportan la plataforma	se podría interrumpir la funcionalidad de la plataforma de modelación numérica	lo que podría ocasionar una interrupción en el servicio y pérdida de datos valiosos.	4	4	16
5	Finanzas	Proyecto	Si no se logra la asignación de los fondos necesarios para la implementación y mantenimiento de la plataforma	se podría comprometer la implementación del proyecto	lo que podría resultar en la cancelación del proyecto.	2	4	8
6	Recursos humanos	Componente 3	Si el personal clave del proyecto deja la Dirección por cualquier motivo	se podría comprometer la continuidad y éxito del proyecto	lo que resultaría en la necesidad de contratar y capacitar nuevo personal, provocando retrasos.	2	3	6
7	Finanzas	Proyecto	Si hay fluctuaciones en las tasas de cambio	el costo de las contrataciones para el	lo que ocasionaría un aumento en los costos del proyecto,	2	3	6

				proyecto podría incrementar	posiblemente excediendo el presupuesto.			
8	Tecnología	Producto 3	Si hay fallas en la implementación de la Plataforma Web de Generación de Pronósticos	se podría afectar la capacidad de los usuarios para acceder y utilizar la plataforma	lo que podría resultar en una menor adopción de la plataforma y pérdida de eficiencia en la generación de pronósticos.	3	4	12

Tabla 10 Matriz de gestión de riesgos. Elaboración propia.

Anexo 7 - Plan de respuesta

Registro de riesgos				Análisis cualitativo	Plan de respuesta			
ID Riesgo	Causa	Evento	Impacto	Nivel de riesgo	Estrategia de respuesta	Acción de respuesta	Responsable	Disparador de la respuesta o fecha oportuna de la implementación
1	Si debido a los cambios de autoridades en el DINAC por el cambio de gobierno	se podría ver comprometido el inicio del proyecto	lo que ocasionaría atrasos en el proyecto desde mes 1.	12	Mitigar	Presentación del proyecto a las nuevas autoridades	DINAC	Desde la incorporación del equipo de transición
2	Si no se logra la asignación del equipamiento informático al inicio de las actividades del Componente I	se podría ver comprometido el inicio y la ejecución del Componente 1	lo que ocasionaría demoras en la ruta crítica del proyecto desde mes 1.	8	Mitigar	Gestionar ante el Dpto. de Informática de la DINAC la provisión de los equipos	Coordinador del Proyecto	Desde el inicio del proyecto
3	Si hay escasez de personal cualificado disponible para operar y mantener la plataforma	se podría comprometer la continuidad del proyecto y la capacidad para proporcionar resultados confiables	lo que podría causar retrasos y pérdida de confianza en el servicio de la Dirección de Meteorología e Hidrología.	9	Mitigar	Plan de formación y contratación para asegurar personal cualificado	Coordinador del Proyecto	Antes del inicio de la implementación de la plataforma
4	Si hay un fallo o ciberataque en los sistemas informáticos que soportan la plataforma	se podría interrumpir la funcionalidad de la plataforma de modelación numérica	lo que podría ocasionar una interrupción en el servicio y pérdida de datos valiosos.	16	Prevenir	Implementación de medidas de seguridad informática robustas y un plan de recuperación de desastres	Departamento de Informática de la DINAC	Durante la fase de desarrollo de la plataforma
5	Si no se logra la asignación de los fondos necesarios	se podría comprometer la	lo que podría resultar en la cancelación del proyecto.	8	Evitar	Asegurar la financiación completa antes	Coordinador del Proyecto / DINAC	Antes del inicio del proyecto

	para la implementación y mantenimiento de la plataforma	implementación del proyecto				del inicio del proyecto.		
6	Si el personal clave del proyecto deja la Dirección por cualquier motivo	se podría comprometer la continuidad y éxito del proyecto	lo que resultaría en la necesidad de contratar y capacitar nuevo personal, provocando retrasos.	6	Mitigar	Desarrollo de un plan de sucesión y retención del personal clave del proyecto	Coordinador del Proyecto	Durante la fase de planificación del proyecto y revisión anual
7	Si hay fluctuaciones en las tasas de cambio	el costo de las contrataciones para el proyecto podría incrementar	lo que ocasionaría un aumento en los costos del proyecto, posiblemente excediendo el presupuesto.	6	Aceptar	Creación de un fondo de contingencia en el presupuesto para afrontar las fluctuaciones de las tasas de cambio.	DINAC / Coordinador del Proyecto	Desde la fase de planificación del presupuesto
8	Si hay fallas en la implementación de la Plataforma Web de Generación de Pronósticos	se podría afectar la capacidad de los usuarios para acceder y utilizar la plataforma	lo que podría resultar en una menor adopción de la plataforma y pérdida de eficiencia en la generación de pronósticos.	12	Prevenir	Involucrar a los usuarios finales en la fase de pruebas para asegurar la funcionalidad de la plataforma.	Departamento de Informática de la DINAC	Durante la fase de desarrollo y prueba de la plataforma

Tabla 11 Plan de respuesta. Elaboración propia.

Anexo 8 - Matrices de descripción de interesados

Proyecto:	Implementación de una Plataforma de Modelación Numérica del Tiempo en el Servicio Meteorológico Nacional				
Fecha de Inicio:	02 octubre 2023				
Stakeholder:	Director de Meteorología e Hidrología				
Tipo:	Interno				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Influencia	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
Implementación de una Plataforma de Modelación Numérica del Tiempo	Alto	Alta	- Comprende las necesidades de la institución	- Cargo político, puede cambiar eventualmente	- Correos semanales de avances
			- Dejar un legado de alto impacto		- Generación de gráficos/informes de alcance del producto una vez implementado
Conclusiones:	Es un actor interno clave debido al nivel de influencia que puede ejercer sobre el éxito del proyecto; es importante manejar plazo de cambio de gobierno para que el mismo no afecte la continuidad o la implementación				

Tabla 12 Matriz de descripción de interesado - Director de Meteorología e Hidrología. Elaboración propia.

Proyecto:	Implementación de una Plataforma de Modelación Numérica del Tiempo en el Servicio Meteorológico Nacional				
Fecha de Inicio:	02 octubre 2023				
Stakeholder:	Gerente de Climatología				
Tipo:	Interno				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Influencia	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
* Implementación de una Plataforma de Modelación Numérica del Tiempo	Medio	Alta	* Apoya la implementación	* Escéptico a los datos generados por modelo numérico	* Mantener informado sobre los parámetros que se utilizan para correr el modelo numérico y lo que deben modificarse
			* Interés en la utilización de datos	* El lapso de datos para climatología es de mínimo 30 años lo que conlleva a un alto volumen de almacenamiento	* Mantener informado sobre los procesos de control de calidad de los datos de salida del modelo
Conclusiones:	Es un actor interno con un interés medio, pero con mucha influencia; es bueno mantenerle informado de parámetros que son utilizados en las corridas de modelo, así como en la forma que el personal de climatología puede hacer uso de los datos				

Tabla 13 Matriz de descripción de interesado – Gerente de Climatología. Elaboración propia.

Proyecto:	Implementación de una Plataforma de Modelación Numérica del Tiempo en el Servicio Meteorológico Nacional				
Fecha de Inicio:	02 octubre 2023				
Stakeholder:	Gerente de Pronósticos Meteorológicos				
Tipo:	Interno				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Influencia	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
* Generación de Pronósticos para 250 Distritos * Capacitación a Usuarios	Alto	Alta	* Comprende el interés de los funcionarios	* Funcionarios con resistencia a los cambios de estructura	* Correos semanales comentando los avances
			* Promueve la utilización de tecnología		* Reuniones de demostración de resultados
			* Incremente los recursos humanos para atender la demanda		* Comunicación constante para resolver dudas o modificaciones
Conclusiones:	Es un actor interno clave; trabaja muy de cerca con los pronosticadores y podrá ayudar a que los mismos no sean tan reacios a la utilización de tecnología				

Tabla 14 Matriz de descripción de interesado – Gerente de Pronósticos Meteorológicos. Elaboración propia.

Proyecto:	Implementación de una Plataforma de Modelación Numérica del Tiempo en el Servicio Meteorológico Nacional				
Fecha de Inicio:	02 octubre 2023				
Stakeholder:	Jefe Departamento de Sistemas y Desarrollo				
Tipo:	Interno				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Influencia	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
* Desarrollo e implementación de la Plataforma * Capacitación a Usuarios	Alto	Alta	* Alta disponibilidad de infraestructura	* Falta de personal para el mantenimiento de todos los servicios	* Mantener involucrado en todo avance del proyecto, en especial, en cambios y riesgos
			* Alto interés en aprendizaje		* Coordinar capacitaciones constantes para que puedan mantener la plataforma
			* Disposición para colaborar en cada paso de la implementación	* Falta de personal para helpdesk	* Utilizar lenguajes de programación de mayor dominio en la institución para ejemplos de productos
Conclusiones:	Actor interno clave; Es necesario mantener en constante capacitación tanto al jefe como a sus funcionarios ya que en manos de ellos quedará el mantenimiento de todos los sistemas implementados.				

Tabla 15 Matriz de descripción de interesado – Jefe Departamento de Sistemas y Desarrollo. Elaboración propia.

Proyecto:	Implementación de una Plataforma de Modelación Numérica del Tiempo en el Servicio Meteorológico Nacional				
Fecha de Inicio:	02 octubre 2023				
Stakeholder:	Ciudadanos				
Tipo:	Externo				
Objetivo o Resultados	Nivel de Interés	Nivel de Influencia	Acciones Posibles		Estrategias
			De impacto positivo	De impacto negativo	
Pronósticos más precisos para su localidad	Medio	Bajo	* Apoyo en la mejora del servicio	* Quejas por falta de profesionales entendidos	* Organizar un evento de lanzamiento de la herramienta donde se explique las ventajas de su utilización
				* Desconfianza en el uso de boletines / pronósticos emitidos por la DMH	
			* Apoyo en la capacitación de los pronosticadores	* Protesta por la imprecisión de los anuncios / boletines que emite la DMH	
Conclusiones:	Actores de baja influencia pero que pueden llegar a ejercer mucha presión si se organizan. Es importante poder mostrarles las ventajas que tiene la implementación y las mejoras en los pronósticos				

Tabla 16 Matriz de descripción de interesado - Ciudadanos. Elaboración propia.