ANEXO 1.
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MÍNIMAS REQUERIDAS

Este anexo técnico tiene como objeto la "ADQUISICION DE INFRAESTRUCTURA DE HARDWARE DE ALTO RENDIMIENTO PARA FORTALECER LAS CAPACIDADES DE PROCESAMIENTO DEL MODELO NUMERICO WRF DEL SISTEMA DE INFORMACION METEOROLOGICA DE LA FUERZA AEREA COLOMBIANA Y AVIACION DE ESTADO."

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS REQUERIDAS

REQUERIMIENTO

La Fuerza Aérea Colombiana, requiere adelantar el proceso para la Adquisición de una Plataforma Tecnológica de alto rendimiento (HPC) que permita la ejecución del modelamiento numérico WRF generando menores tiempos en la predicción meteorológica.

El proveedor debe suministrar los siguientes elementos mínimos requeridos:

ITEM	ARTÍCULO	NOC (CATALOGACIÓN OTAN)
1	Tres (03) Nodos de alto performance	NO ESTÁ CATALOGADO
2	Un (01) Servidor Almacenamiento	NO ESTÁ CATALOGADO
3	Un (01) Switch de alta velocidad	NO ESTÁ CATALOGADO

ESPECIFICACIONES MÍNIMAS REQUERIDAS

INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA PARA EL CENTRO DE FUSIÓN DE LA FAC

CONDICIONES GENERALES

- Todos los equipos del clúster HPC deberán ser del mismo fabricante (MONOMARCA) y on premise (excepto el swicth de alta velocidad).
- Todos los equipos activos deben soportar IPv6 en caso de contemplar una migración.
- Todos los quipos deberán ser nuevos de fábrica; no se aceptarán equipos remanufacturados o reparados.
- Los equipos ofertados NO deben estar en anuncio de fin de vida (end of life) y/o fin de venta (end of sale) por parte del fabricante.
- Los equipos deben ser entregados con la última actualización de parches, fix recomendados por el fabricante.
- Los equipos deberán ser entregados con sus respectivas cajas, debidamente empacados sin abolladuras ni golpes que garanticen el adecuado estado de las partes.
- Los equipos requeridos para conformar el clúster HPC ofrecido, deberán quedar totalmente instalados, parametrizados y configurados por parte del fabricante con el sistema WRF instalado.
- Cada nodo que conforma el clúster HPC deberá poder ser administrado y monitoreado a través de una consola con interfaz gráfica que permita visualizar alertas de pre-falla sobre Procesadores, memoria y discos, entre otros parámetros.
- La infraestructura permitirá crecer de manera vertical sin costos de licenciamiento de adicional (Agregar más discos o memoria a cada uno de los nodos).
- Se debe poder crecer de manera horizontal (Agregar nuevos nodos).
- La conectividad entre los nodos se realizará a través de un Switch de alta velocidad administrable mínimo a 100 Gbps.

1. **03 Nodos**

- Marca: El fabricante del hardware deberá ser reconocido mundialmente y se debe ofertar con alguna de las marcas en las que actualmente se encuentra la infraestructura de TI de la FAC, para garantizar un único punto de soporte. Las marcas en las cuales se encuentra la infraestructura de TI de la FAC son: IBM, HPE, DELL y LENOVO.
- Cantidad: (03) Tres. Los tres nodos serán distribuidos como 01 nodo master y 02 nodos workers.
- Formato: Tipo Servidor Rack de máximo Dos (02) unidades de Rack o sistemas densos.
- Sistema Operativo: Rocky Linux compatible con WRF
- Procesador: Dos (02) procesadores AMD de última generación, es decir, procesadores mas recientes lanzados al mercado que brinden las mejores opciones de velocidad y rendimiento para procesamiento HPC.
- El procesador deberá contar con capacidad Hyperthreading.
- La refrigeración deberá ser por aire.
- Caché del procesador: Mínimo 256MB L3 (mínimo o superior)
- Núcleos del procesador: 32 Núcleos (mínimo o superior)
- Frecuencia reloj: 3.25 GHz o superior
- Tipo de memoria: DDR5 4800MHz o superior.
- Memoria RAM: Mínimo 384 GB o superior.
- Capacidad de Almacenamiento: Se deberá contar con mínimo 01 disco de capacidad de 3.84TB HotSwap y/o capacidad de arranque desde almacenamiento de alto rendimiento en red
- Conectividad: Deberá contar como mínimo con la siguiente conexión en alta disponibilidad:
    - Mínimo Dos (02) puertos de 100GbE o equivalente a 200GbE, con su cable de conexión de DAC
    - Mínimo un (01) puerto 1GbE para administración remota.
- Fuentes de Poder: Cada nodo de procesamiento deberá contar con al menos dos fuentes de poder redundantes, intercambiables en caliente, que cuenten con la potencia suficiente y necesaria para soportar la configuración total de almacenamiento, RAM y/o procesamiento que puede llegar a soportar cada nodo.
- Ventiladores: Cada nodo deberá contar con ventiladores redundantes, intercambiables en caliente
- Desde el Nodo Master, se debe incluir programa de Administración Gráfica de todos los componentes del Clúster, incluyendo el Master y los Nodos de Procesamiento, con capacidad de manejo de cambio de sistema operativo en el momento que se solicite, y monitoreo de todos los conceptos de rendimiento en CPU´s, Memoria Ram, ventiladores dentro de los Chasis para enfriamiento, y estatus y performance de Discos Duros.

- **Sistema WRF**

- Actualmente la FAC tiene instalado el sistema de modelamiento numérico WRF en una infraestructura tecnológica con las siguientes características:
    - 02 nodos de procesamiento
    - Cada uno con 02 procesadores (Intel(R) Xeon(R) Gold 6248 CPU @ 2.50GHz)
    - Cada uno con 40 VCPU
    - Cada uno con 01 TB de almacenamiento
    - Cada uno con 720 GB RAM
    - WRF versión 4.1
    - Sistema Operativo CentOS 7
    - 02 dominios 9km y 3km (D01. un dominio principal que cubre Colombia y san Andrés con una resolución de 9km. puntos de grilla west_east = 299 ; south_north = 325 ; D02. nested que cubre solo Colombia en la parte continental con una resolución de 3 km. puntos de grilla west_east = 531 ; south_north = 660 ;)
    - 42 niveles altura y 4 superficie
    - Todas las variables disponibles en el Core incluyendo las de AFWA (air Force weather agency) para diagnóstico, en total cerca de 240 variables.
    - Se ejecutan 04 corridas diarias con un tiempo de aproximadamente 6:30 hrs.

- El contratista deberá entregar el sistema de modelamiento WRF instalado y operando en los nodos ofrecidos (clúster HPC) ofrecido, teniendo en cuenta como mínimo las siguientes consideraciones:
    - Instalación, configuración y puesta en marcha del WRF por parte del fabricante.
    - El sistema WRF instalado deberá corresponder a la última versión estable disponible de su fuente oficial https://github.com/wrf-model/WRF/releases.

- La instalación de WRF corresponde a sistema para generación de pronósticos operacionales (WRF-ARW) debe incluir instalación de los componentes del flujo de trabajo WPS-WRFDA-WRF-POSTPROCESS. Los detalles específicos se suministran en ejecución del contrato.
- El WRF instalado deberá estar compilado y optimizado para ejecución en paralelo acorde a la infraestructura ofrecida por el contratista.
- El sistema WRF instalado en el clúster HPC deberá permitir su administración y gestión al personal de la FAC, con el fin de poder realizar ajustes en namelist, recompilación de módulos (eje. WRFDA) y adaptación de los componentes personalizados del modelo operativo de la Entidad, que actualmente permite la asimilación de datos Radar, datos GOES16, METAR, SPECI, SYNOP, radio sondeo, radiómetros. Es decir, no deberá estar cerrado.
- El sistema WRF instalado en el clúster HPC deberá tener habilitado la generación de salidas diagnosticas AFWA (Air Force Weather Agency).
- El cluster HPC ofrecido, deberá permitir que el sistema WRF instalado ejecute 03 dominios (9km, 3km y 1km) y que el horizonte de pronóstico sea de aproximadamente 96 horas. Los parámetros de los namelist serán proporcionados por la FAC durante la ejecución del contrato. Donde el proveedor deberá buscar la mayor eficiencia para la ejecución posible de la carga de trabajo del sistema WRF en la infraestructura ofrecida.
- El contratista deberá entregar implementado el mecanismo de automatización de ejecuciones del WRF.
- El clúster HPC deberá permitir un almacenamiento histórico de las salidas del WRF dentro de la capacidad del sistema de almacenamiento ofrecido.

2. 01 Servidor Almacenamiento

- Cantidad: Uno (1)
- La refrigeración deberá ser por aire.
- Formato: Tipo Servidor Rack de máximo dos (02) unidades de Rack.
- Procesador: Dos (02) procesadores AMD de última generación.
- El procesador deberá contar con capacidad Hyperthreading.
- Caché del procesador: Mínimo 256MB L3 (mínimo o superior)
- Núcleos del procesador: 16 Núcleos o superior
- Frecuencia reloj: 2.0GHz o superior
- Tipo de memoria: DDR5 4800MHz o superior.
- Memoria RAM: mínimo 192GB o superior.
- Sistema Operativo: Rocky Linux compatible con sistema de archivos NFS para almacenamiento.
- Discos: Se deberá contar con mínimo 24 bahías para alojar discos, los cuales deberán soportar discos de 1.92TB RAW SSD, soportando crecimientos a futuro con cajas externas.
- El servidor de Almacenamiento deberá entregar en esta fase un mínimo de 17.28 TB RAW, usando tecnología de agrupaciones de discos dinámicos que ayude a mejorar el rendimiento y la disponibilidad con un tiempo de reconstrucción significativamente más rápido y una menor exposición a fallas de varias unidades al permitir que los datos y la capacidad de reserva incorporada se distribuyan en todas las unidades físicas en la agrupación de almacenamiento. La capacidad considerada no requiere de ningún mecanismo de reducción de datos como: compresión, de duplicación y similares.
- El servidor de almacenamiento deberá contar con todo el licenciamiento necesario para el total de la capacidad soportada por la misma para todas las funcionalidades antes requeridas, así como protección de datos, administración de la solución y encripción de la información.
- Conectividad: Deberá contar como mínimo con la siguiente conexión en alta disponibilidad:
  - Mínimo Dos (02) puertos de 100GbE o equivalente a 200GbE, con su cable de conexión de DAC
  - Mínimo un (01) puerto 1GbE para administración remota.
- Fuentes de Poder: EL servidor de Almacenamiento deberá contar con al menos dos fuentes de poder redundantes, intercambiables en caliente, que cuenten con la potencia suficiente y necesaria para soportar la configuración total de almacenamiento,

3. Un (01) Switch de alta velocidad

- Cantidad: Uno (01)
- Formato: Una (1) unidad de Rack
- De montaje en Rack de 19”

- Descripción: Este equipo se requiere con capacidad mínima de 200 GB´s por puerto en switch, y compuesta cada canal de comunicación por 2 conexiones de 100 GB´s, con su respectivo medio de conexión por cobre o fibra óptica con sus cables y o transceivers. Con el fin de contar con un equipo activo de red que permita una comunicación a nivel HPC / Cómputo de Alto rendimiento, contemplando alta velocidad y baja latencia con su capa de switcheo inteligente, para manejo de paquetes y no solo un switch ethernet de alta gama para TCP/IP tradicional.
- Switch con mínimo 32 Puertos Non_Blocking 200 Gb/s
- Administración: 1 modulo Ethernet 1 GB RJ45
- Cada equipo debe incluir mínimo: 32 puertos 200Gb y Un (1) puerto consola de dual (RJ-45/RS232 o USB).
- Consola: con al menos un (1) interfaz serial RJ45.
- Acceso y configuración: al menos línea serial de comandos (CLI), Telnet, SSHv2, TACACS+, SNMP 1, SNMP 2
- Rendimiento: mínimo 100 GBPS con Capacidad de utilizar 2 puertos para 200 GBPS
- Se deberá contemplar todos los componentes o elementos requeridos para la conexión a las velocidades mencionadas (cables, fibras, sfp, etc).
- Capacidad de conmutación: mínimo 200 GBPS
- El sistema operativo debe incluir la última versión completa (con todos los protocolos, servicios y funcionalidades que el equipo sea capaz de realizar) liberada por el fabricante a la fecha de la compra.
- Calidad de servicio: Prioritización y Proceso de Control de Paquetes a nivel HPC, Direccionamiento estático, Direccionamiento adaptable, control de congestión, tecnología de protocolo de agregación jerárquica escalable
- Contar con Su Stack de Administración y manejo en WEB y CLI, con capacidad de interconexión a plataformas de Monitoreo.
- Deberá incluir el licenciamiento necesario para gestionar, monitorear y administrar el equipo.

OTRAS ESPECIFICACIONES

- Todos los elementos (Hardware y software) adquiridos deberán ser Instalados, configurados, parametrizados y puesta en operación en el Data Center de la FAC, ubicado en CATAM, en la ciudad de Bogotá D.C.
- Todos los gastos del personal que el proveedor disponga para realizar las actividades de instalación y configuración como: desplazamiento, alojamiento y demás actividades deberán ser asumidos por el Contratista.
  Nota: La Fuerza Aérea Colombiana no se hará cargo de las acreencias laborales.
- El contratista deberá cumplir a cabalidad, para el desarrollo de las actividades que se deriven de la ejecución del presente proceso, con todas y cada una de las políticas, normas y procedimientos fijados por la Fuerza Aérea; así como con los niveles de servicio, cronogramas y horarios previamente aprobados por el Supervisor del contrato.
- Los equipos deberán ser probados y puestos en funcionamiento en su totalidad cumpliendo con los requerimientos solicitados en los presentes términos.
- Para la instalación y puesta en funcionamiento de los nodos que conformaran el clúster HPC y el Switch de alta velocidad, se deberán incluir todos los componentes pasivos que se requieran como patch cord de fibra óptica, patch cord de cobre, cables de poder, gbic, etc. Teniendo en cuenta, que por parte de la FAC se cuenta con PDU con conectores C13-C14.
- Todos los equipos entregados por parte del contratista se deberán instalar en un mismo rack.
- El contratista deberá incluir una transferencia de conocimiento a través de una capacitación dirigida a mínimo 3 funcionarios de la entidad, la cual debe incluir como mínimo temas de administración, automatización, troubleshoting, configuración y afinamiento del cluster HPC ofrecido. La duración de la transferencia de conocimiento debe ser de mínimo 30 horas en sesiones de máximo 5 horas en las instalaciones de la Entidad.
- La transferencia debe ser dictada por personal certificado por el fabricante.
- Se debe entregar las memorias de la transferencia y certificados de asistencia de cada una de las personas.
- El Contratista deberá entregar certificación de pruebas directa del fabricante con resultados óptimos (desempeño especificado) en esquema Benchmark de cada nodo, una vez sea instalada la infraestructura HPC ofrecida.

PERSONAL MÍNIMO ASIGNADO POR PARTE DEL PROVEEDOR

- El proveedor que salga favorecido deberá con un plazo máximo de diez (10) días hábiles posterior a la firma del acta de inicio, enviar toda la documentación requerida por la Fuerza Aérea Colombiana para elaborar los correspondientes estudios de seguridad del personal propuesto para la ejecución.
- El proveedor será responsable de la seguridad física y de los riesgos laborales del personal que requiera durante la implementación de los equipos en las instalaciones de la FAC. Adicionalmente tendrá que estar dotado con todos los elementos de seguridad industrial necesarios que protejan su condición física. La FAC no se hará responsable de las acreencias laborales.

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

- El proveedor deberá presentar junto con la oferta, carta y/o certificación expedida directamente por el fabricante del clúster, en la cual se indique de forma clara, que es un canal autorizado y con alguno de los tres (03) niveles de membresía más altos por parte del fabricante:(HPE: Platinum, Gold, Silver. DELL: Titanium, Platinum, Gold, Lenovo: Titanium, Platinum, Gold el cual puede ofrecer clúster de HPC. Dicho certificado deberá estar vigente durante la validez de la propuesta y su fecha de expedición no deberá ser mayor a 60 días.

El Oferente seleccionado deberá proveer la siguiente documentación una vez concluida la instalación de los equipos:

- Ficha técnica de cada equipo, donde relacione el hardware y el software, esta ficha debe incluir los números de seriales y versiones de todo el software instalado.
- Documento explicativo en donde se informe al final del Proyecto los datos exactos de la configuración, implementación y operación de los equipos.
- Topología de la red.
- Planos detallados
- Registro fotográfico
- Toda la documentación solicitada deberá ser enviada al correo electrónico del supervisor del contrato.

El proveedor al finalizar una actividad debe entregar un informe u orden de servicio de todas las actividades realizadas por el personal incluyendo:

- Actividades realizadas por cada especialista, recomendaciones, aplicación de mejores prácticas, y toda la documentación relevante para mantener la gestión de la plataforma.

Durante la ejecución del contrato el último día hábil de cada mes el Gerente de Proyecto del proveedor deberá entregar un informe detallado de todas las actividades realizadas las cuales deben estar soportadas por sus respectivas actas o documentos que las evidencien.

GARANTÍA TÉCNICA Y SOPORTE

- Se requiere Garantía mínima por (tres) 3 años directamente con el fabricante de la solución.
- Se requiere que la garantía sea 7x24 con reemplazo de partes a más tardar dentro de las siguientes 24 horas siguientes, una vez confirmado el daño para los equipos en software y hardware por (tres) 3 años. Este servicio debe ser prestado directamente por el fabricante. Se debe anexar certificación del fabricante que avale el tiempo y nivel de garantía requerido.
- Actualización del Software: Durante el tiempo de vigencia de la garantía de todos los equipos del presente proceso, se debe tener acceso a las actualizaciones del software, incluyendo la última versión publicada por el fabricante.
- Los equipos que presenten fallas recurrentes (dos o más veces), o daños irreparables, que no estén cubiertos por los servicios del fabricante, deberán ser reemplazados de manera definitiva por equipos nuevos del mismo modelo o con características superiores en un plazo que no supere los 15 días calendario.

- El proponente deberá ofrecer el servicio de soporte técnico en sitio, remoto, telefónico o por correo electrónico, según se requiera en modalidad 8x5 NBD (Next Business Day); por mínimo tres (3) años contados a partir del recibo a satisfacción por parte del supervisor de la Fuerza Aérea y entregado por parte del proveedor.

- El proponente deberá garantizar el correcto funcionamiento de WRF para lo cual debe ofrecer el servicio de soporte técnico en sitio, remoto, telefónico o por correo electrónico, según se requiera en modalidad 8x5 NBD (Next Business Day); por mínimo tres (3) años contados a partir del recibo a satisfacción por parte del supervisor de la Fuerza Aérea y entregado por parte del proveedor.

Glosario de términos

WRF - "Weather Research and Forecasting", es un modelo numérico de simulación atmosférico diseñado para proveer pronósticos del tiempo. El modelo incluye módulos para el preprocesamiento de los datos de entrada y postprocesamiento de las salidas. WRF es un modelo regional que realiza todos los cálculos sobre una grilla cúbica. Cada nivel del cubo se compone de una grilla horizontal donde los puntos de grilla son equidistantes mientras la distancia entre los niveles es variable. Por ser un modelo regional requiere de datos de entrada externos que se deben descargar antes de cada ejecución del modelo. El conjunto de estos datos suma varios Gigabytes.

WRF-ARW - uno de los dos núcleos que provee WRF, Advanced Research WRF (ARW – Skamarock et al. 2005), desarrollado por la National Center for Atmospheric Research (NCAR)

WPS - Preprocesamiento, Es un conjunto de programas cuyo objetivo es generar las condiciones iniciales para el modelo WRF

WRFDA - Sistema de asimilación de datos meteorológicos.

WRF-POSTPROCESS - Herramientas y/o programas para la generación de visualizaciones de los resultados de WRF

DOMINIO - Área de estudio para la simulación con WRF. Hace referencia a la extensión horizontal de la grilla tridimensional (cubo) que utiliza el modelo WRF. Es el área que cubre el modelo WRF. Para aumentar la resolución espacial gradualmente el modelo WRF utiliza varias grillas insertadas ("nested"), mediante una metodología llamada "Nesting". Una grilla de menor extensión y mayor resolución dentro de otra grilla de mayor extensión y menor resolución donde la grilla de menor resolución presta las condiciones de frontera a la grilla insertada. La extensión de cada dominio en X y Y se indica en número de puntos de grilla "west_east" y "south_north".

GRILLA - Cada área de estudio o dominio se encuentra divido en una rejilla o grilla, donde cada cuadricula es la base de una columna vertical de la atmosfera la cual a su vez se encuentra dividida en varias capas generando una cuadricula tridimensional de cajas atmosféricas

Puntos de Grilla - punto o ubicación donde convergen las cuadriculas de la grilla, la cantidad de puntos de grilla contenidos en un dominio inciden en la cantidad de cálculos de las variables meteorológicas que deben ser resueltas en la simulacion, lo cual es un valor importante en el cálculo del procesamiento.

Resolución - Corresponde a la resolución espacial de la grilla en la horizontal. Se indica mediante la distancia horizontal entre puntos de grilla vecinos. Es el ancho de una cuadrícula que tiene la grilla bidimensional de cada nivel.

AFWA Air Force Weather Agency

CORRIDA – Es el conjunto de procesos a ejecutar para crear un pronóstico, es decir es el procesamiento del modelo y de todos sus componentes que se ejecutan en el cluster HPC. Diferentes corridas se pueden distinguir por el tiempo inicial del pronóstico, el horizonte o la configuración del modelo.

NAMELIST - Los archivos namelists contienen las configuraciones con las que se van a ejecutar los programas (en cada caso, WPS, WRFDA, WRF).

ASIMILACION - proceso realizado por el componente WRFDA (sistema de asimilacion de datos)

GOES16 - Geostationary Operational Environmental Satellite East

METAR - es el estándar internacional en aviación del formato del código utilizado para emitir periódicamente informes de las observaciones meteorológicas en los aeródromos. (METeorological Aerodrome Report)

SPECI Es el nombre de la clave correspondiente a un informe meteorológico especial de aeródromo.

SYNOP - (surface synoptic observations traducido observaciones sinópticas en superficie) es un código numérico (llamado FM-12 por la OMM), usado para reportar observaciones meteorológicas hechas por estaciones meteorológicas en superficie tanto, así como por estaciones meteorológicas automáticas.

RADIOSONDEO - Un radiosondeo meteorológico consiste en el lanzamiento de una sonda que, impulsada por un globo, asciende hasta unos 25 km de altitud, prolongándose este ascenso entre hora y hora y media.

RADIOMETROS - Los radiómetros de microondas (RMO) son instrumentos pasivos que proveen mediciones continuas de temperatura, vapor de agua y agua líquida en la atmósfera. La señal de la atmósfera recibida en el rango de las microondas se convierte en perfiles en altura de temperatura, humedad y agua líquida.

0



T1 PANTOJA CLAVIJO JULIÁN
Comité Técnico Estructurador