

Contrato Interadministrativo Nro. 3021063 De 2021
Suscrito Entre la Empresa de Telecomunicaciones de Bogotá y el Fondo Financiero
Distrital de Salud - Secretaría Distrital de Salud

Fase 3 del Proyecto
Grupo de Entregables E20 – Infraestructura, Soporte, Mantenimiento y Operación

Plan Para la Ampliación de Infraestructura de SISEM

Código:
SISEM-3-E20-2

Bogotá, 25 de agosto de 2025

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO

Título del Documento	Plan Para la Ampliación de Infraestructura de SISEM	
Resumen	Este documento contiene una definición inicial de la ampliación de infraestructura para 2023.	
Código	SISEM-3-E20-2	
Autor	ETB	
Estado	Versión Final	25/08/2025
Revisado por		
Aprobado por		

CONTROL DE CAMBIOS

Versión	Causa del Cambio	Responsable del Cambio	Fecha del Cambio
V1	Versión inicial	Fernando Rocha	22/11/2023
Final	Versión final	Carlos Caicedo	25/08/2025

DERECHOS DE AUTOR

Derechos de autor
ETB. Todo el material de este entregable puede ser utilizado libremente por la SDS y las personas a quienes está asigne en el marco del convenio citado.

CRÉDITOS

Créditos
Grupo de Infraestructura de ETB.

Tabla de Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. OBJETIVO	6
3. ALCANCE.....	7
4. AUDIENCIA	8
5. COMPONENTES DE AMPLIACIÓN	9
5.1. IMPLEMENTACIÓN DE CONTENEDORES	9
5.2. ESCALAMIENTO AUTOMÁTICO.....	10
5.2.1. ESCALAMIENTO	10
5.2.2. MONITOREO	11
5.3. BASE DE DATOS.....	11
5.4. DATOS GEOESPACIALES	12
5.5. ANALÍTICA DE DATOS.....	13
5.6. DIRECCIONAMIENTO IPV6	13
5.7. EMERGENCIAS.SALUDCAPITAL.GOV.CO (DOMINIO).....	14
5.7.1. DOMINIO	14
5.7.2. CLOUDFLARE	16
5.8. TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO	16
5.8.1. CRONOGRAMA TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO	17

Tabla de Ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1 DIAGRAMA LÓGICO DE BALANCEADOR IPV6	14
ILUSTRACIÓN 2 DIRECCIONAMIENTO IPV6	14
ILUSTRACIÓN 3 CONFIGURACIÓN DE DOMINIO CLOUDFLARE.....	15
ILUSTRACIÓN 4 CONFIGURACIÓN DE WAF CLOUDFLARE.....	15

1. Introducción

El propósito de esta ampliación es abordar los desafíos actuales y futuros en términos de escalabilidad, rendimiento y disponibilidad del sistema, garantizando así una operación eficiente y confiable. A medida que el proyecto continúa creciendo en tamaño y alcance, se requiere una infraestructura más robusta y flexible que permita satisfacer las demandas en constante evolución de los usuarios finales.

2. Objetivo

Este documento tiene como objetivo presentar un plan para la ampliación de la infraestructura de SISEM (Sistema de Seguimiento y Monitoreo) en el año 2023. El proyecto se encuentra actualmente desplegado en Google Cloud Platform (GCP) utilizando contenedores como parte de su arquitectura.

3. Alcance

El alcance de este documento es informar el plan para la ampliación de la infraestructura de SISEM (Sistema de Seguimiento y Monitoreo) en el año 2023 y describe los recursos usados para el despliegue del proyecto en Google Cloud Platform (GCP).

4. Audiencia

Este documento esta dirigido a los funcionarios de la Secretaria Distrital de Salud de Bogotá que supervisan el proyecto SISEM.

5. Componentes de Ampliación

Se describe a continuación los componentes principales de la arquitectura

5.1. Implementación de Contenedores

La implementación de contenedores se utilizará como enfoque para el despliegue de los nuevos módulos del sistema, brindando ventajas en términos de portabilidad, escalabilidad y administración simplificada. Cada uno de los módulos se empaquetará en contenedores independientes, lo que permitirá su fácil distribución y ejecución en la infraestructura de Google Cloud Platform (GCP). A continuación, se enuncian algunos en los que se está validando una ampliación necesaria:

- **LMS (Learning Management System):** El módulo LMS se desarrollará y empaquetará en un contenedor separado. Este contenedor contendrá todos los componentes necesarios para el funcionamiento del sistema de gestión del aprendizaje, como el servidor de aplicaciones, la base de datos y los archivos estáticos. Al utilizar contenedores, será más fácil desplegar nuevas instancias del módulo LMS para admitir un mayor número de usuarios o adaptarse a los picos de carga.
- **Referencia y Contrarreferencia:** Estos módulos se implementarán en contenedores independientes que contendrán las aplicaciones y servicios necesarios para gestionar las referencias y contrarreferencias de los pacientes. Al utilizar contenedores, se podrán escalar automáticamente los servicios en función de la demanda, asegurando una respuesta rápida y eficiente.
- **Mapas:** El módulo también se implementará en un contenedor, que contendrá los servicios de mapas y la lógica necesaria para mostrar y procesar la información geográfica relevante para el sistema. La modularidad de los contenedores permitirá una fácil integración con otros módulos del sistema, como la referencia y contra referencia, para visualizar la ubicación de los pacientes y los recursos médicos.
- **Alertas y Notificaciones:** Este módulo se desarrollará y empaquetará en un contenedor separado, lo que permitirá la gestión eficiente de las alertas y notificaciones del sistema, así como la integración con otras plataformas para el manejo de SMS y WhatsApp. Los contenedores proporcionan un entorno aislado y seguro para ejecutar los servicios de envío de alertas y notificaciones, asegurando su disponibilidad y confiabilidad.
- **Aplicación Móvil:** La aplicación se implementará en cluster de Kubernetes utilizando contenedores. El contenedor contendrá tanto el código de la aplicación móvil como los servicios de backend necesarios para su funcionamiento. Esto permitirá una fácil distribución de la aplicación en diferentes plataformas móviles y facilitará las actualizaciones y mejoras futuras.
- **Direccionamiento IPv6:** Se implementará balanceador de carga a clúster de Kubernetes, esto permite que el backend aparezcan como aplicaciones IPv6 para los clientes IPv6, la comunicación IPv6 terminara la conexión en el balanceador y este servirá de proxy para la conexión IPv4 en donde se encuentran las instancias de backend.

Al utilizar contenedores para cada uno de estos módulos, se logrará una mayor flexibilidad en el despliegue y administración del sistema. Además, la orquestación de contenedores, como

Kubernetes, puede utilizarse para gestionar y escalar automáticamente los contenedores según las necesidades del sistema.

Es importante tener en cuenta que se deben establecer políticas de seguridad adecuadas para proteger los contenedores y garantizar la integridad de los datos sensibles. También se recomienda implementar prácticas de monitorización y registro de contenedores para facilitar el seguimiento del rendimiento y la resolución de problemas.

5.2. Escalamiento Automático.

Se describe a continuación el escalamiento automático para proyecto SISEM

5.2.1. Escalamiento

Para mejorar el escalado automático del sistema dentro de Google Cloud Platform (GCP), existen varias opciones y servicios que se pueden utilizar en función de las necesidades específicas del proyecto. Aquí hay algunas mejoras que se pueden implementar a nivel de infraestructura en GCP:

- **Utilización de Instancias Administradas de Google Kubernetes Engine (GKE):** GKE es un servicio de orquestación de contenedores completamente administrado que permite el despliegue y la administración de contenedores en un clúster de GCP. Con GKE, se puede aprovechar la escalabilidad automática tanto vertical (aumento de los recursos de la instancia) como horizontal (adición o eliminación de instancias) según la carga de trabajo y la demanda del sistema. Esto asegura una distribución eficiente de la carga y un rendimiento óptimo.
- **Implementación de Grupos de Instancias Administradas de Compute Engine:** Los grupos de instancias administradas de Compute Engine permitirán en el proyecto SISEM crear y administrar automáticamente grupos de instancias similares que pueden escalar horizontalmente según las necesidades del sistema. Se pueden configurar políticas de escalado automático basadas en el uso de la CPU, la carga de red u otras métricas relevantes. Esto garantiza que el sistema pueda manejar picos de tráfico y ajustar los recursos automáticamente para mantener un rendimiento estable.
- **Uso de Balanceadores de Carga de GCP:** Los balanceadores de carga de GCP pueden ayudar a distribuir el tráfico de manera equitativa entre las instancias de la aplicación y redirigir el tráfico según las reglas configuradas. Los balanceadores de carga pueden ajustarse automáticamente para escalar horizontalmente y garantizar un alto rendimiento y disponibilidad. Se ampliarán los balanceadores de carga HTTP(S) o TCP/UDP, según las necesidades.
- **Uso de Cloud Pub/Sub y Cloud Functions:** Se validará el uso de Cloud Pub/Sub y Cloud Functions para crear una arquitectura de eventos escalable. Cloud Pub/Sub proporciona una forma confiable de enviar y recibir mensajes entre componentes del sistema, y Cloud Functions permite ejecutar código de forma serverless en respuesta a esos mensajes. Se puede aprovechar esta arquitectura para escalar automáticamente componentes específicos del sistema (Ej. Aplicación móvil) en función de los eventos recibidos.

5.2.2. Monitoreo

Se describe a continuación el monitoreo para proyecto SISEM haciendo uso de Stackdriver (Servicios integrados administrados de monitoreo, registro y seguimiento para aplicaciones y sistemas que se ejecutan en Google Cloud)

- **Google Cloud Monitoring:** Google Cloud Monitoring es un servicio de monitoreo integral que permitirá supervisar y recopilar métricas, eventos y registros de tus recursos en GCP. Se revisarán y optimizarán las alertas personalizadas basadas en umbrales de métricas, y se crearán paneles de control personalizados y utilizar funciones avanzadas como la detección de anomalías para identificar y solucionar problemas de rendimiento.
- **Cloud Logging:** es un servicio totalmente administrado que funciona a escala y puede ingerir datos de registro de aplicaciones y plataformas, así como datos de registro personalizados de entornos de GKE, máquinas virtuales
- **ELK Stack (Elasticsearch, Logstash, Kibana):** GCP es compatible con esta herramienta de monitoreo. ELK permitirá agregar registros de todos los sistemas y aplicaciones, analizará registros y creará visualizaciones para el monitoreo de las aplicaciones y la infraestructura de SISEM.

Al implementar estrategias de monitoreo adecuadas y utilizar las herramientas y servicios mencionados, se tendrá una visibilidad completa sobre el rendimiento y la salud de la infraestructura en GCP. Esto permitirá identificar y solucionar problemas de manera proactiva, optimizar el rendimiento, garantizar una operación eficiente y confiable del sistema.

5.3. Base de Datos

Se describe a continuación el modelo para la ampliación de la infraestructura en el entorno de base de datos para proyecto SISEM

- **Evaluación de la Base de Datos Actual:** Realizar una evaluación de las bases de datos actuales alojada en contenedores. Analizando su rendimiento actual, carga de trabajo, requisitos de almacenamiento y cualquier limitación. Esta evaluación proporcionará una base sólida para el plan de migración y mejoras.
- **Diseño de la arquitectura de Cloud SQL:** Se diseñará la arquitectura de Cloud SQL que se ajuste a los requisitos de la base de datos. Considera factores como el tamaño de la instancia, las opciones de alta disponibilidad y los requisitos de seguridad. Definiendo las mejores prácticas para la configuración de Cloud SQL, incluidos los parámetros de rendimiento, las copias de seguridad y las políticas de retención.
- **Migración de Datos:** Desarrollar un plan detallado para migrar los datos desde la base de datos en contenedores a Cloud SQL. Utilizando herramientas Cloud SQL for PostgreSQL para facilitar la migración de manera eficiente y segura. Realizar las pruebas para garantizar la integridad de los datos migrados y su coherencia con la base de datos original.
- **Mejoras de Rendimiento:** Se optimizará el rendimiento de la base de datos en Cloud SQL utilizando las herramientas y configuraciones adecuadas. Se ajustarán los parámetros de

configuración, optimizar las consultas y utilizar índices adecuados para mejorar la eficiencia y velocidad de respuesta de las consultas.

- **Seguridad y Copias de Seguridad:** Implementar prácticas sólidas de seguridad en Cloud SQL. Hay que asegurar que se habilite el cifrado en reposo y en tránsito, configurar políticas de acceso adecuadas, y utilizar roles y permisos de forma apropiada. Además, configurar un plan de copias de seguridad regular y automatizado para garantizar la disponibilidad y la recuperación ante desastres. Se considerarán opciones como las copias de seguridad automatizadas de Cloud SQL y el almacenamiento de copias de seguridad en Cloud Storage.
- **Configuración de Alta Disponibilidad:** Habilitar las opciones de alta disponibilidad (HA) de Cloud SQL para garantizar la continuidad del servicio y minimizar los tiempos de inactividad. Se configurará réplicas para garantizar un HA de la base de datos.
- **Monitoreo y Optimización Continua:** Establecer un sistema de monitoreo proactivo para supervisar el rendimiento, la disponibilidad y la integridad de la base de datos en Cloud SQL. Utilizar herramientas como Cloud Monitoring y Cloud Logging para recopilar métricas y registros relevantes. Realizar ajustes y optimizaciones continuas según los resultados del monitoreo para mantener un rendimiento óptimo y una alta disponibilidad.

5.4. Datos Geoespaciales

Se describe a continuación el modelo de adopción de datos geoespaciales para proyecto SISEM

- **Evaluación de Requisitos:** Evaluar los requisitos específicos de SISEM en términos de datos geoespaciales. Determinar qué tipos de datos geográficos se necesitarán manejar, como capas vectoriales, capas ráster, datos de ubicación GPS, etc. Además, identificar las funcionalidades necesarias, como visualización de mapas, consultas espaciales, enrutamiento, geo codificación, entre otros.
- **Bases de Datos Geoespaciales:** La base de datos se utilizará como soporte para datos geoespaciales. PostgreSQL con la extensión PostGIS, MongoDB con su funcionalidad geoespacial y SQLite con el módulo de extensión SpatiaLite. Estas bases de datos ofrecen capacidades de almacenamiento y consulta de datos geoespaciales.
- **Diseño del Esquema de Base de Datos:** Definir el esquema de base de datos que se adapte a SISEM. Crear las tablas para almacenar las capas geoespaciales y considerar el uso de índices espaciales para optimizar las consultas espaciales. Diseñar relaciones y estructuras adecuadas para relacionar los datos geoespaciales con otros datos relevantes dentro del CORE y los demás módulos.
- **Integración Con la Aplicación Web y Móvil:** Desarrollar la lógica de SISEM para interactuar con la base de datos geoespaciales. Utiliza bibliotecas o frameworks geoespaciales (Mapbox, Google Maps) para visualizar y manipular los datos geoespaciales en la aplicación. Asegurar la implementación de consultas y operaciones espaciales adecuadas para realizar análisis o búsquedas geoespaciales.
- **Mantenimiento y Actualización:** Establecer un plan de mantenimiento regular para

asegurarte que los datos geoespaciales se mantengan actualizados y se realicen copias de seguridad periódicas de la base de datos.

5.5. Analítica de Datos

Se describe a continuación el modelo de analítica de datos para proyecto SISEM

- **Almacenamiento de Datos:** Configurar una infraestructura adecuada para el almacenamiento de datos. Utilizar soluciones de almacenamiento en la nube, como Google BigQuery, que ofrecen una escalabilidad y rendimiento adecuados para analítica de datos. Diseñar una estructura de almacenamiento eficiente y optimizada para consultas rápidas y precisas.
- **Extracción, Transformación y Carga (ETL):** Implementar un proceso de ETL para extraer datos de diferentes fuentes, transformarlos según tus requisitos y cargarlos en el almacenamiento de datos.
- **Desarrollo de Dashboards y Visualizaciones:** Establecer la plataforma de analítica de datos seleccionada para crear dashboards interactivos y visualizaciones relevantes para el análisis dentro de SISEM. Configurar las conexiones de datos, elegir las visualizaciones adecuadas (gráficos, tablas, mapas, etc.) y organizar la información de manera clara y comprensible. Establecer como utilizar filtros, segmentaciones y otros controles interactivos para permitir a los usuarios explorar los datos de manera efectiva.
- **Configuración de Videowalls:** Validar un sistema de gestión de videowalls y la configuración de la visualización en tiempo real de los dashboards en las pantallas.

5.6. Direccionamiento IPv6

La adopción de protocolo IPv6 requiere la implementación de un balanceador de carga que permita el tráfico de direccionamiento IPv6, Google Cloud Platform (GCP) dispone de dicho balanceador de carga, ver ilustración 1.

Cuando un usuario se conecta al balanceador de cargas mediante IPv6, ocurre lo siguiente:

- El balanceador de cargas, con su dirección IPv6 y la regla de reenvío, espera las conexiones del usuario
- Un cliente IPv6 se conecta al balanceador de cargas a través de IPv6
- El balanceador de cargas actúa como un proxy inverso y finaliza la conexión del cliente IPv6. Coloca la solicitud en una conexión IPv4 a un backend
- En la ruta de acceso inversa, el balanceador de cargas recibe la respuesta IPv4 del backend y luego la sitúa a conexión IPv6 de regreso al cliente original

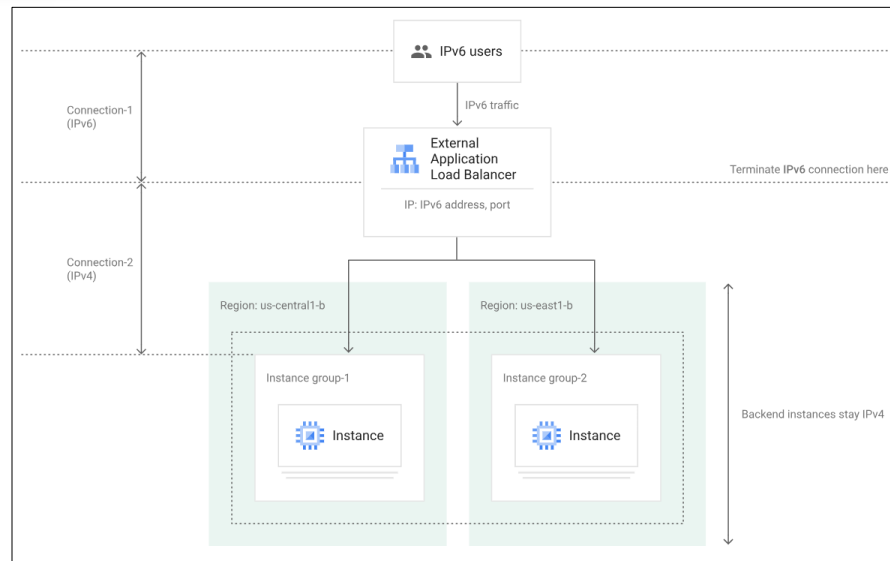


Ilustración 1 Diagrama lógico de balanceador IPv6

- El direccionamiento IPv6 se reservado es 2600:1901:0:279f: ver ilustración 2.

Google Cloud

Sisem - Prod

Buscar (/) recursos, documentos, productos y más

Direcciones IP

RESERVAR DIRECCIÓN IP EXTERNA ESTÁTICA

RESERVAR DIRECCIÓN IP INTERNA ESTÁTICA

ACTUALIZAR

LIB

TODOS

DIRECCIONES IP INTERNAS

DIRECCIONES IP EXTERNAS

DIRECCIONES IPV4

DIRECCIONES IPV6

Filtro

Ingresar el nombre o el valor de la propiedad

☒	Nombre	Dirección IP	Tipo de acceso	Tipo ↓	Versión	En uso por	Nivel de red ?
☒	gke-cluster-1-load-balancer	2600:1901:0:279f::	Externo	Estática	IPv6	 Ninguno	Premium

Ilustración 2 Direccionamiento IPv6

5.7. emergencias.saludcapital.gov.co (Dominio)

Se describe a continuación como se transferirá el dominio actual sisem.co al dominio de producción emergencias.saludcapital.gov.co

5.7.1. Dominio

El DNS (Domain Name System) es un protocolo de Internet cuya función principal es la resolución de nombres de dominio sisem.co y subdominios emergencias, admin, api console.s3, sisem.co se han desplegado para sisem core. Para la aplicación móvil se ha dispuesto del dominio emergencias-sisem, los cuales se encuentran alojados en Cloudflare como se evidencia en la ilustración 3, las reglas de WAF se evidencian en la ilustración 3.

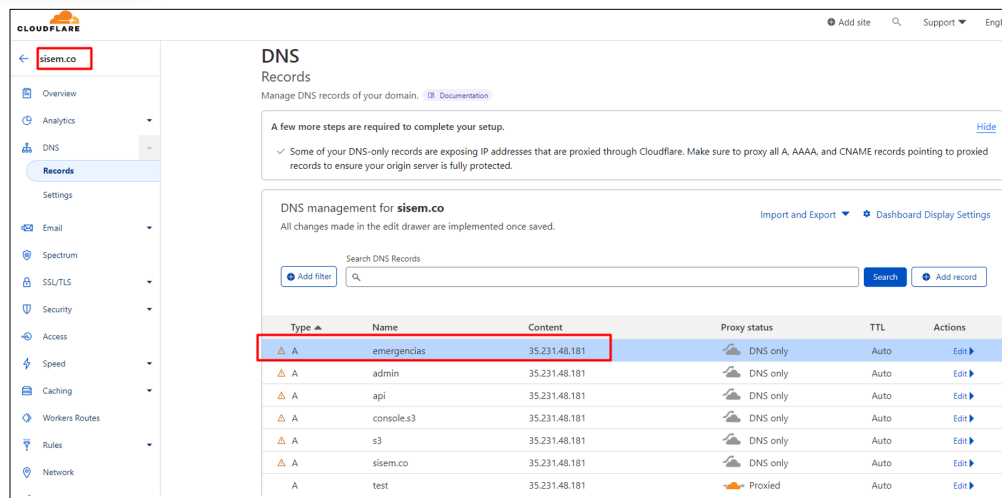


Ilustración 3 Configuración de Dominio Cloudflare

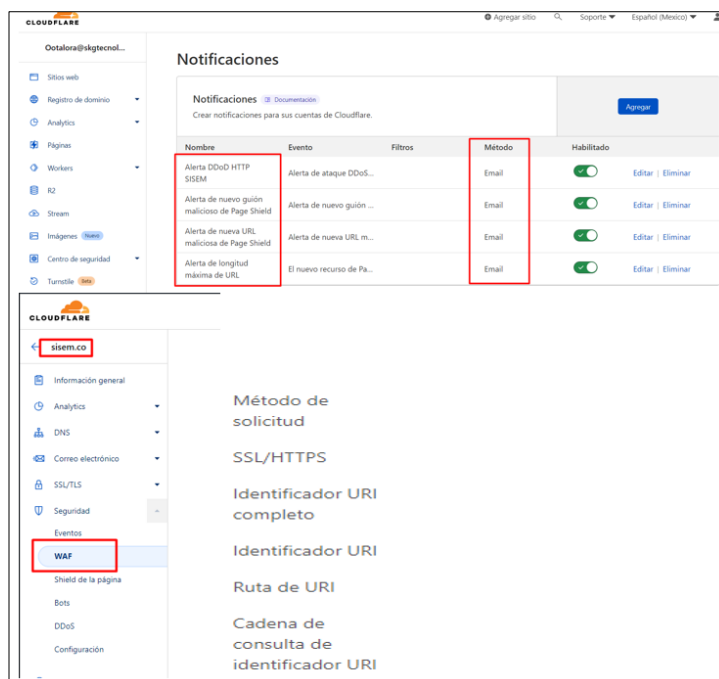


Ilustración 4 Configuración de WAF Cloudflare

El dominio para proyecto SISEM será **emergencias.saludcapital.gov.co** para esto se deben crear por parte del administrador de dominio de la Secretaría Distrital De Salud los siguientes subdominios:

- Main domain: **emergencias.saludcapital.gov.co**
- Admin domain: **admin.emergencias.saludcapital.gov.co**
- S3 API domain: **s3.emergencias.saludcapital.gov.co**
- S3 Console Domain: **console.s3.emergencias.saludcapital.gov.co**
- API Domain: **api.emergencias.saludcapital.gov.co**

5.7.2. Cloudflare

En proyecto SISEM se ha dispuesto de Cloudflare como ICANN acreditado y como registrar, en el servicio registrar se han publicado los dominios y subdominios del proyecto, también se ha dispuesto de una capa de seguridad (WAF) la cumple con el objetivo de brindar una capa adicional a la infraestructura.

5.8. Transferencia de Conocimiento

Se realizarán transferencias de conocimiento sobre los temas clave de infraestructura. Se desarrollarán materiales de capacitación personalizados, como presentaciones y grabación de las sesiones, para ser utilizados en sesiones interactivas. Durante estas sesiones, se realizarán demostraciones prácticas y se fomentará la participación de los asistentes. Además, se proporcionará material de referencia adicional y se ofrecerá soporte posterior para resolver cualquier duda o inquietud. Estas transferencias de conocimiento permitirán mostrar el alcance de los temas de infraestructura y garantizarán que el personal tenga las habilidades necesarias para aprovechar al máximo la infraestructura del proyecto.

En las transferencias de conocimiento, también se aprovechará para aclarar las dudas surgidas durante las sesiones anteriores, que cubrieron las siguientes temáticas:

- **Capacitación Sobre el Plan de Recuperación de Desastres (DRP):** Se dedicará tiempo para abordar las consultas y dudas relacionadas con el DRP. Esto incluirá aspectos como la identificación de riesgos, la definición de procesos de respaldo y recuperación, y la implementación de medidas de contingencia.
- **Modelo de Bases de Datos:** Se brindará la oportunidad de resolver dudas relacionadas con el modelo de bases de datos utilizado en el proyecto. En esta sesión se habló de conceptos clave y se proporcionaron las actividades realizadas para mejorar el rendimiento y la eficiencia del sistema de bases de datos.
- **Orquestación de Infraestructura en Google Cloud Platform (GCP):** Se responderán las inquietudes relacionadas con la orquestación de la infraestructura en GCP. Esto incluye aspectos como el despliegue automatizado de recursos, el uso de herramientas como Google Cloud Deployment Manager o Helm, y la gestión eficiente de la infraestructura como código. Se aclararán dudas específicas sobre cómo orquestar los componentes de infraestructura necesarios para el proyecto.
- **Sincronización de Código Fuente:** Se dedicará tiempo a responder las dudas relacionadas con la sincronización del código fuente en el entorno de desarrollo. Se abordaron temas como la gestión de repositorios de código, la integración continua (CI) y la entrega continua (CD).
- **(Dominio DNS):** Se responderá a las inquietudes relacionadas con el uso de dominio y subdominios en cloudflare, se abordarán el impacto de migrar el dominio sisem.co hacia el dominio oficial emergencias.saludcapital.gov.co
- **Transferencia de dominio DNS:** El dominio sisem.co se liberará de cloudflare

- **Transferencia de subdominio DNS:** los subdominios emergencias, admin, api, console.s3 sisem.co se liberaran de cloudflare.
- **Tiempo de liberación de dominio y subdominio de cloudflare:** Cloudflare liberara el dominio 48 hrs después de la solicitud de liberación.
- Implementación de dominio y subdominio DNS en dominio dispuesto por secretaria Se responderá a las inquietudes relacionadas con el uso de dominio y subdominios en cloudflare, se abordarán el impacto de migrar el dominio sisem.co hacia el dominio oficial emergencias.saludcapital.gov.co el administrador de dominio de SDS debe publicar los registros tipo A de dominio y subdominio y realizar apuntamiento hacia dirección IP de balanceador de carga.

5.8.1. Cronograma Transferencia de Conocimiento

Nombre	Descripción	Fecha Propuesta	Duración	Responsable
Capacitación sobre el Plan de Recuperación de Desastres (DRP)	Recibir información acerca de la propuesta del DRP presentada a la SDS	16-nov-2023	1 Sesión 1 Hora	Infraestructura
Modelo de Bases de Datos	Se informará modelo de base de datos	15-nov-2023	1 Sesión 2 Horas	Base de Datos
Orquestación de infraestructura en Google Cloud Platform (GCP)	Se informará el proceso de orquestación de infraestructura desplegada para proyecto SISEM	15-nov-2023	1 sesión 2 Horas	Infraestructura
Sincronización de código fuente	Se informará el proceso de sincronización de código fuente desplegada para proyecto SISEM	15-nov-2023	1 Sesión 2 Horas	Desarrollo

Nota: la transferencia de Dominio DNS y de direccionamiento IPv6 dependen de la entrega del dominio y certificados por parte de la SDS, dado que no se nos ha suministrado no es posible realizar la configuración ni transferencia de conocimiento.

Fin del documento.