

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 575 155**

51 Int. Cl.:

G06F 11/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.08.2009 E 11009559 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.03.2016 EP 2426605**

54 Título: **Suministro de programas de ejecución con acceso fiable al almacenamiento de datos a nivel de bloque no local**

30 Prioridad:

08.08.2008 US 188949
08.08.2008 US 188943

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.06.2016

73 Titular/es:

AMAZON TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)
P.O. Box 8102
Reno, NV 89507, US

72 Inventor/es:

DESANTES, PETER, N.;
GARMEN, MATTHEW, S.;
JORGENSEN, ATLE, NORMANN;
PATERSON-JONES, ROLAND y
CERTAIN, TATE, ANDREW

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 575 155 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Suministro de programas de ejecución con acceso fiable al almacenamiento de datos a nivel de bloque no local

5 ANTECEDENTES

Muchas compañías y otras organizaciones operan redes informáticas que interconectan numerosos sistemas informáticos para dar apoyo a sus operaciones como, por ejemplo, con los sistemas informáticos que están co-localizados (Por ejemplo, como parte de una red local) o que, en cambio, están situados en múltiples ubicaciones geográficas diferentes (Por ejemplo, conectados mediante una o más redes intermedias privadas o públicas). Por ejemplo, los centros de datos que alojan números significativos de sistemas informáticos interconectados co-localizados se han convertido en algo común y ordinario como, por ejemplo, los centros de datos privados que son operados por y en nombre de una única organización, y los centros de datos públicos que son operados por entidades como empresas. Algunos operadores de centros de datos públicos proporcionan acceso a la red, energía eléctrica, y servicios de instalación seguros para el hardware que poseen varios clientes, mientras otros operadores de centros de datos públicos proporcionan "servicios completos" que incluyen también recursos de hardware disponibles para su uso por parte de sus clientes. Sin embargo, mientras la escala y el alcance de los centros de datos y de las redes informáticas típicas han aumentado, la tarea de proporcionar, administrar, y gestionar los recursos informáticos físicos asociados se ha vuelto cada vez más complicada.

El advenimiento de las tecnologías de virtualización para hardware básico ha proporcionado algunos beneficios con respecto a la administración de recursos informáticos a gran escala para muchos clientes con necesidades diferentes, permitiendo que varios recursos informáticos sean compartidos de forma eficiente y segura entre múltiples clientes. Por ejemplo, las tecnologías de virtualización tales como aquellas proporcionadas por XEN, VMWare, o User-Mode Linux pueden permitir que un único sistema informático físico sea compartido entre múltiples usuarios proporcionando a cada usuario una o más máquinas virtuales hospedadas por el único sistema informático físico, y cada una de dichas máquinas virtuales es una simulación de software que actúa como un sistema informático lógico diferente que proporciona a los usuarios la ilusión de que son los únicos operadores y administradores de determinado recurso informático de hardware, mientras que también proporciona aislamiento de aplicación y seguridad entre las diferentes máquinas virtuales. Además, algunas tecnologías de virtualización proporcionan recursos virtuales que abarcan uno o más recursos físicos como, por ejemplo, una única máquina virtual con múltiples procesadores virtuales que en realidad abarca múltiples sistemas informáticos físicos diferentes.

El documento "Resumen de Red Hat Cluster Suite: Red Hat Cluster Suite para Red Hat Enterprise Linux 5", de fecha 1 de enero de 2007, páginas 1-67, Raleigh, NC 27606-2072 Estados Unidos, se refiere a un sistema y un método basados en clústeres de almacenamiento para proporcionar una imagen del sistema de ficheros coherente en todos los servidores de un clúster, y permitir que los servidores lean y escriban simultáneamente a un único sistema de ficheros compartido. Un clúster de almacenamiento simplifica la administración del almacenamiento limitando la instalación y la aplicación de parches de aplicaciones a un sistema de ficheros. Asimismo, con un sistema de ficheros a nivel clúster, un clúster de almacenamiento elimina la necesidad de copias redundantes de datos de aplicaciones y simplifica la copia de seguridad y la recuperación de desastres. El Red Hat Cluster Suite proporciona el agrupamiento en clúster del almacenamiento a través de Red Hat GFS. En particular, este documento de la técnica anterior describe una administración de servicio de alta disponibilidad que proporciona la capacidad de crear y administrar servicios de clúster de alta disponibilidad en un clúster Red Hat.

El presente documento describe una conmutación por error ante el fallo de un servicio que se ejecuta en un nodo primario y que accede a un sistema de almacenamiento a nivel de bloque compartido remoto a un nodo secundario en el que se inicia una segunda instancia de servicio después de detectar el fallo de la primera instancia de servicio.

El documento US 2008/189468 A1 se refiere a un sistema que incluye: (a) sistemas plurales de virtualización configurados en un clúster; (b) almacenamiento accesible para cada sistema de virtualización del clúster, en donde para cada máquina virtual operativa en un sistema de virtualización del clúster, el almacenamiento mantiene una representación del estado de máquina virtual que incluye al menos una descripción de un sistema de hardware virtualizado y una imagen del estado de memoria virtualizada para la máquina virtual; y (c) un sistema de conmutación por error que, en respuesta a una interrupción de, o en, un sistema particular de los sistemas de virtualización, convierte al menos una máquina virtual afectada en otro sistema de virtualización del clúster y continúa con los cálculos de la máquina virtual convertida según el estado codificado mediante un estado correspondiente de los estados de máquina virtual representados en el almacenamiento.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es un diagrama de red que ilustra una realización a modo de ejemplo en la cual múltiples sistemas informáticos ejecutan programas y acceden al almacenamiento de datos a nivel de bloque no local fiable.

Las Figuras 2A-2F ilustran ejemplos del suministro de la funcionalidad de almacenamiento de datos a nivel de bloque no local fiable a clientes.

La Figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra sistemas informáticos a modo de ejemplo apropiados para

administrar el suministro a y el uso por parte de los clientes de la funcionalidad de almacenamiento de datos a nivel de bloque no local fiable.

La Figura 4 ilustra un diagrama de flujo de una realización a modo de ejemplo de una rutina de Administrador de Sistema de Almacenamiento de Datos a nivel de Bloque.

5 La Figura 5 ilustra un diagrama de flujo de una realización a modo de ejemplo de una rutina de Administrador de Nodo.

La Figura 6 ilustra un diagrama de flujo de una realización a modo de ejemplo de una rutina de Servidor de Almacenamiento de Datos a nivel de Bloque.

10 Las Figuras 7A-7B ilustran un diagrama de flujo de una realización a modo de ejemplo de una rutina de Administrador de Sistema de Servicios de Ejecución de Programas.

La Figura 8 ilustra un diagrama de flujo de una realización a modo de ejemplo de una rutina de Administrador de Archivado de Almacenamiento de Datos a nivel de Bloque.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

15 El objeto de la presente invención es proporcionar técnicas para administrar el acceso de programas en ejecución al almacenamiento de datos a nivel de bloque no local.

El presente objeto es resuelto por la invención según se reivindica en las reivindicaciones independientes.

20 Las realizaciones preferidas son definidas por las reivindicaciones dependientes.

Se describen técnicas para administrar el acceso de programas en ejecución al almacenamiento de datos a nivel de bloque no local. En al menos algunas realizaciones, las técnicas incluyen proporcionar un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque que usa múltiples sistemas de almacenamiento en servidor para almacenar de modo fiable datos a nivel de bloque a los que se puede acceder y que pueden ser usados en una o más redes por programas que se ejecutan en otros sistemas informáticos físicos. Los usuarios del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque pueden, cada uno, crear uno o más volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque que tengan, cada uno, una cantidad determinada de espacio de almacenamiento de datos a nivel de bloque, y pueden iniciar el uso de dicho volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (al que también se hace referencia como un "volumen" en la presente) mediante uno o más programas en ejecución, teniendo al menos algunos de dichos volúmenes copias almacenadas por dos o más de los múltiples sistemas de almacenamiento en servidor para mejorar la fiabilidad y disponibilidad del volumen para los programas en ejecución. A modo de ejemplo, los múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor que almacenan datos a nivel de bloque pueden, en algunas realizaciones, estar organizados en uno o más conjuntos u otros grupos que tienen, cada uno, múltiples sistemas físicos de almacenamiento en servidor co-localizados en una ubicación geográfica como, por ejemplo, en cada uno del único o más centros de datos distribuidos geográficamente, y el/los programa(s) que usa(n) un volumen almacenado en un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor en un centro de datos puede(n) ejecutarse en uno o más sistemas informáticos físicos diferentes en dicho centro de datos. A continuación se incluyen detalles adicionales relativos a las realizaciones de un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque, y al menos algunas de las técnicas descritas para proporcionar un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque pueden ser realizadas automáticamente por las realizaciones de un módulo de Administrador de Sistema de Almacenamiento de Datos a nivel de Bloque ("BDS", por sus siglas en inglés).

45 Además, en al menos algunas realizaciones, los programas en ejecución que acceden a y usan uno o más de dichos volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque no locales en una o más redes pueden tener, cada uno, un administrador de nodo asociado que administra el acceso a dichos volúmenes no locales por parte del programa como, por ejemplo, un módulo de administrador de nodo que es proporcionado por el servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque y/o que opera en conjunto con uno o más módulos de Administrador de Sistema de BDS. Por ejemplo, un primer usuario que es un cliente del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque puede crear un primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, y ejecutar una o más copias de programa en uno o más nodos informáticos a los que se les ordena acceder a y usar el primer volumen (Por ejemplo, de una manera seriada, de manera simultánea o de otra manera superpuesta, etc.). Cuando un programa que se está ejecutando en un nodo informático inicia el uso de un volumen no local, el programa se puede montar o de otra forma se le puede proporcionar un dispositivo de almacenamiento de datos a nivel de bloque lógico que es local al nodo informático y que representa el volumen no local como, por ejemplo, para permitir que el programa en ejecución interactúe con el dispositivo de almacenamiento de datos a nivel de bloque lógico local de la misma manera que cualquier otro disco duro local u otro dispositivo de almacenamiento de datos a nivel de bloque físico que esté conectado al nodo informático (Por ejemplo, para realizar peticiones de acceso de lectura y escritura de datos, para implementar un sistema de ficheros o base de datos u otra estructura de datos de nivel superior en el volumen, etc.). Por ejemplo, en al menos algunas realizaciones, un dispositivo de almacenamiento de datos a nivel de bloque lógico, local y representativo puede estar disponible para un programa en ejecución mediante el uso de tecnología GNBD ("Dispositivo de Bloque de Red Global"). Además, según lo mencionado en mayor detalle más abajo, cuando el programa en ejecución interactúa con el dispositivo de almacenamiento de datos a nivel de bloque lógico, local y representativo, el administrador de nodo asociado puede administrar dichas interacciones

comunicándose en una o más redes con al menos uno de los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor que almacena una copia del volumen no local asociado (Por ejemplo, de manera transparente para el programa en ejecución y/o el nodo informático) para realizar las interacciones en dicha copia de volumen almacenada en nombre del programa en ejecución. Además, en al menos algunas realizaciones, al menos algunas de las técnicas descritas para administrar el acceso de programas en ejecución a volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque no locales son realizadas automáticamente por realizaciones de un módulo de Administrador de Nodo.

Además, en al menos algunas realizaciones, al menos algunos volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque (o porciones de dichos volúmenes) pueden además almacenarse en uno o más sistemas de almacenamiento de archivado remotos que son distintos de los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor usados para almacenar copias de volumen. En varias realizaciones, uno o más sistemas de almacenamiento de archivado remoto pueden ser proporcionados por el servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque (Por ejemplo, en un lugar remoto respecto de un centro de datos u otra ubicación geográfica que tiene un conjunto de sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor co-localizados) o, en su lugar, pueden ser proporcionados por un servicio de almacenamiento a largo plazo remoto y usado por el almacenamiento de datos a nivel de bloque y, en al menos algunas realizaciones, el sistema de almacenamiento de archivado puede almacenar datos en un formato diferente a los datos a nivel de bloque (Por ejemplo, puede almacenar uno o más fragmentos o porciones de un volumen como objetos distintos). Dichos sistemas de almacenamiento de archivado pueden usarse de varias maneras en varias realizaciones para proporcionar varios beneficios, según lo mencionado en mayor detalle más abajo. En algunas realizaciones en las que un servicio de almacenamiento a largo plazo remoto proporciona los sistemas de almacenamiento de archivado, los usuarios del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque (Por ejemplo, clientes del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque que pagan tarifas para usar el servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque) que son también usuarios del servicio de almacenamiento a largo plazo remoto (Por ejemplo, clientes del servicio de almacenamiento a largo plazo remoto que pagan tarifas para usar el servicio de almacenamiento a largo plazo remoto) pueden tener al menos porciones de sus volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque almacenadas por los sistemas de almacenamiento de archivado, como por ejemplo en respuesta a instrucciones de dichos clientes. En otras realizaciones, una única organización puede proporcionar al menos algunas de las capacidades del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque y de las capacidades del servicio de almacenamiento a largo plazo remoto (Por ejemplo, de manera integrada como, por ejemplo, parte de un único servicio), mientras que en aun otras realizaciones el servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque se puede brindar en entornos que no incluyen el uso de sistemas de almacenamiento de datos de archivado. Además, en al menos algunas realizaciones, el uso de los sistemas de almacenamiento de archivado es realizado automáticamente bajo el control de uno o más módulos de administrador de archivado como, por ejemplo, un módulo de administrador de archivado proporcionado por el servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque o de otra forma proporcionado para operar en conjunto con módulos de servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque (Por ejemplo, proporcionado por el servicio de almacenamiento a largo plazo remoto para interactuar con el servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque).

En algunas realizaciones, al menos algunas de las técnicas descritas son realizadas en nombre de un servicio de ejecución de programas que administra la ejecución de múltiples programas en nombre de múltiples usuarios del servicio de ejecución de programas. En algunas realizaciones, el servicio de ejecución de programas puede tener grupos de múltiples sistemas informáticos anfitriones físicos co-localizados en uno o más ubicaciones geográficas como, por ejemplo, en uno o más centros de datos distribuidos geográficamente, y puede ejecutar programas de usuarios en dichos sistemas informáticos anfitriones físicos como, por ejemplo, bajo el control de un administrador de sistema de servicio de ejecución de programas ("PES", por sus siglas en inglés), según lo mencionado en mayor detalle más abajo. En dichas realizaciones, los usuarios del servicio de ejecución de programas (Por ejemplo, clientes del servicio de ejecución de programas que pagan tarifas para usar el servicio de ejecución de programas) que son también usuarios del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque pueden ejecutar programas que acceden a y usan volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque no locales proporcionados mediante el servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque. En otras realizaciones, una única organización puede proporcionar al menos algunas de las capacidades del servicio de ejecución de programas y de las capacidades del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque (Por ejemplo, de manera integrada como, por ejemplo, parte de un único servicio), mientras que en aun otras realizaciones el servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque puede ser proporcionado en entornos que no incluyen un servicio de ejecución de programas (Por ejemplo, internamente a un negocio u otra organización para dar apoyo a operaciones de la organización).

Además, los sistemas informáticos anfitriones en los que se ejecutan los programas pueden tener varias formas en varias realizaciones. Dichos múltiples sistemas informáticos anfitriones pueden, por ejemplo, estar co-localizados en un lugar físico (Por ejemplo, un centro de datos), y pueden ser administrados por múltiples módulos de administrador de nodo que están asociados, cada uno, a un subconjunto de uno o más de los sistemas informáticos anfitriones. Al menos algunos de los sistemas informáticos anfitriones pueden, cada uno, incluir suficientes recursos informáticos (Por ejemplo, memoria no permanente, ciclos de CPU u otra medida de uso de CPU, ancho de banda de red, espacio de intercambio, etc.) para ejecutar múltiples programas simultáneamente y, en al menos algunas

realizaciones, algunos o todos los sistemas informáticos pueden, cada uno, tener uno o más dispositivos de almacenamiento de datos a nivel de bloque locales físicamente conectados (Por ejemplo, discos duros, unidades de cinta magnética, etc.) que se pueden usar para almacenar copias locales de programas que se ejecutarán y/o datos usados por dichos programas. Además, al menos algunos de los sistemas informáticos anfitriones en algunas de dichas realizaciones pueden, cada uno, alojar múltiples nodos informáticos de máquina virtual que pueden, cada uno, ejecutar uno o más programas en nombre de un usuario distinto, teniendo cada sistema informático anfitrión un hipervisor en ejecución u otro monitor de máquina virtual que administra las máquinas virtuales para dicho sistema informático anfitrión. Para los sistemas informáticos anfitriones que ejecutan múltiples máquinas virtuales, el módulo de administrador de nodo asociado para el sistema informático anfitrión puede, en algunas realizaciones, ejecutarse en al menos una de múltiples máquinas virtuales hospedadas (Por ejemplo, como parte de o en conjunto con el monitor de máquina virtual para el sistema informático anfitrión), mientras que en otras situaciones un administrador de nodo puede ejecutarse en un sistema informático físico diferente de uno o más sistemas informáticos anfitriones distintos que están siendo administrados.

Los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor en los que se almacenan los volúmenes pueden tener también varias formas en varias realizaciones. Según lo mencionado previamente, múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor pueden, por ejemplo, estar co-localizados en un lugar físico (Por ejemplo, un centro de datos), y pueden ser administrados por uno o más módulos de Administrador de Sistema de BDS. En al menos algunas realizaciones, algunos o todos los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor pueden ser sistemas informáticos físicos similares a los sistemas informáticos anfitriones que ejecutan programas, y en algunas de dichas realizaciones pueden, cada uno, ejecutar software del sistema de almacenamiento en servidor para colaborar en el suministro y el mantenimiento de volúmenes en dichos sistemas de almacenamiento en servidor. Por ejemplo, en al menos algunas realizaciones, uno o más de dichos sistemas informáticos de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor pueden ejecutar al menos parte del Administrador de Sistema de BDS, como si, por ejemplo, uno o más módulos de Administrador de Sistema de BDS fueran proporcionados de forma distribuida entre pares (*peer-to-peer*) por múltiples sistemas informáticos de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor que interactúan. En otras realizaciones, al menos algunos de los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor pueden ser dispositivos de almacenamiento en red que pueden carecer de algunos componentes E/S y/u otros componentes de sistemas informáticos físicos, como si, por ejemplo, al menos parte del suministro y el mantenimiento de volúmenes en dichos sistemas de almacenamiento en servidor fuera realizada por otros sistemas informáticos físicos remotos (Por ejemplo, por un módulo de Administrador de Sistema de BDS que se ejecuta en uno o más sistemas informáticos diferentes). Además, en algunas realizaciones, al menos algunos sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor mantienen, cada uno, múltiples discos duros locales, y crean bandas en al menos algunos volúmenes a lo largo de una porción de cada uno de algunos o todos los discos duros locales. Además, se pueden usar varios tipos de técnicas para crear y usar volúmenes, incluido, en algunas realizaciones, el uso de tecnología LVM ("Administrador de Volúmenes Lógicos").

Según lo mencionado previamente, en al menos algunas realizaciones, algunos o todos los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque tienen, cada uno, copias almacenadas en dos o más sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor distintos, como, por ejemplo, para mejorar la fiabilidad y disponibilidad de los volúmenes. Mediante dicha acción, el fallo de un único sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor puede no hacer que el acceso de programas en ejecución a un volumen se pierda, ya que el uso de dicho volumen por dichos programas en ejecución puede cambiar a otro sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor disponible que tenga una copia de dicho volumen. En dichas realizaciones, se puede mantener la coherencia entre las múltiples copias de un volumen en los múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor de varias maneras. Por ejemplo, en algunas realizaciones, uno de los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor es designado como un sistema que almacena la copia primaria del volumen, y el otro o los otros sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor son designados como sistemas que almacenan copias espejo del volumen - en dichas realizaciones, el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor que tiene la copia primaria de volumen (al que se hace referencia como el "sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor primario" para el volumen) puede recibir y manejar peticiones de acceso a datos para el volumen, y en algunas de dichas realizaciones puede además actuar para mantener la coherencia de las otras copias espejo de volumen (Por ejemplo, mediante el envío de mensajes de actualización a los otros sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor que proporcionan las copias espejo de volumen cuando los datos en la copia primaria de volumen son modificados, como, por ejemplo, en la forma de una relación informática patrón-esclavo). Se pueden utilizar varios tipos de técnicas de coherencia de volúmenes, con detalles adicionales incluidos más abajo.

En al menos algunas realizaciones, las técnicas descritas incluyen brindar acceso fiable y disponible de un programa en ejecución en un nodo informático a un volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque mediante la administración del uso de las copias primaria y espejo del volumen. Por ejemplo, el administrador de nodo para el programa en ejecución puede, en algunas realizaciones, interactuar solamente con la copia primaria de volumen mediante el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor primario como, por ejemplo, si la copia primaria de volumen fuera responsable de mantener las copias espejo de volumen o si se utilizara otro

5 mecanismo de replicación. En dichas realizaciones, si el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor primario falla al responder a una petición enviada por el administrador de nodo (Por ejemplo, una petición de acceso a datos iniciada por el programa en ejecución, un mensaje *ping* u otra petición iniciada por el administrador de nodo para corroborar periódicamente que el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor primario está disponible, etc.) dentro de un período de tiempo predeterminado, o si el administrador de nodo es de otra forma alertado de que la copia primaria de volumen no está disponible (Por ejemplo, mediante un mensaje del Administrador de Sistema de BDS), el administrador de nodo puede cambiar automáticamente sus interacciones a una de las copias espejo de volumen en un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor espejo (Por ejemplo, el programa en ejecución ignora dicho cambio, aparte de esperar posiblemente un tiempo ligeramente mayor para obtener una respuesta a una petición de acceso a datos realizada por el programa en ejecución si fuera dicha petición de acceso a datos la que hubiera caducado e iniciado el cambio a la copia espejo de volumen). La copia espejo de volumen puede ser seleccionada de varias maneras, como, por ejemplo, si fuera la única, si una orden en la que acceder a múltiples copias espejo de volumen fuera previamente indicada, interactuando con el Administrador de Sistema de BDS para solicitar una indicación de qué copia espejo de volumen se promueve para actuar como la copia primaria de volumen, etc. En otras realizaciones, al menos algunos volúmenes pueden tener múltiples copias primarias, como si, por ejemplo, un volumen está disponible para el acceso de lectura simultánea por múltiples programas en ejecución y la carga de acceso de datos resultante es distribuida a lo largo de múltiples copias primarias del volumen - en dichas realizaciones, un administrador de nodo puede seleccionar una de las múltiples copias primarias de volumen con la que interactuar de varias formas (Por ejemplo, de manera aleatoria, según una instrucción de un módulo de Administrador de Sistema de BDS, etc.).

25 Además, el Administrador de Sistema de BDS puede llevar a cabo varias acciones en varias realizaciones para mantener el acceso fiable y disponible de un programa en ejecución en un nodo informático a un volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque. En particular, si el Administrador de Sistema de BDS se da cuenta de que un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor particular (o un volumen particular en un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor particular) deja de estar disponible, el Administrador de Sistema de BDS puede llevar a cabo varias acciones para algunos o todos los volúmenes almacenados por dicho sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor (o para el volumen no disponible particular) para mantener su disponibilidad. Por ejemplo, para cada copia primaria de volumen almacenada en el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor no disponible, el Administrador de Sistema de BDS puede promover una de las copias espejo de volumen existentes para que sea la nueva copia primaria de volumen, y notificar opcionalmente a uno o más administradores de nodo del cambio (Por ejemplo, los administradores de nodo para cualquier programa en ejecución que está usando actualmente el volumen). Además, para cada copia de volumen almacenada, el Administrador de Sistema de BDS puede iniciar la creación de al menos otra copia espejo nueva del volumen en un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor diferente como, por ejemplo, mediante la replicación de una copia existente del volumen en otro sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor disponible que tiene una copia existente (Por ejemplo, mediante la replicación de la copia primaria de volumen). Además, en al menos algunas realizaciones, se pueden alcanzar otros beneficios en al menos algunas situaciones usando al menos porciones de un volumen que están almacenadas en sistemas de almacenamiento de archivado remotos para colaborar en la replicación de una nueva copia espejo del volumen (Por ejemplo, mayor fiabilidad de datos, capacidad de minimizar una cantidad de almacenamiento usado para copias espejo de volumen y/o poder de procesamiento continuo para mantener copias espejo completas de volúmenes, etc.), según lo mencionado en mayor detalle más abajo.

45 El Administrador de Sistema de BDS puede darse cuenta de la no disponibilidad de un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor de varias maneras como, por ejemplo según un mensaje de un administrador de nodo que no puede contactar al sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor, según un mensaje del sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor (Por ejemplo, para indicar que ha sufrido una condición de error, ha iniciado una operación de modo apagado o fallo, etc.), según una incapacidad para contactar al sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor (Por ejemplo, según un monitoreo periódico o constante de algunos o todos los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor), etc. Además, la no disponibilidad de un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor puede ser causada por varios episodios en varias realizaciones, tales como el fallo de uno o más discos duros u otros medios de almacenamiento en los que el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor almacena al menos una porción de uno o más volúmenes, el fallo de uno o más componentes diferentes del sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor (Por ejemplo, la memoria de la CPU, un ventilador, etc.), un fallo de energía eléctrica en el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor (Por ejemplo, un fallo de energía en un único sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor, en un bastidor de múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor, en todo un centro de datos, etc.), un fallo de red u otra comunicación que evita que el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor se comunique con un administrador de nodo y/o con el Administrador de Sistema de BDS, etc. En algunas realizaciones, el fallo de o los problemas con cualquier componente de un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor pueden ser considerados una condición de no disponibilidad para todo el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor (Por ejemplo, en realizaciones en las que un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor mantiene múltiples discos duros locales, el fallo de o los

problemas con cualquiera de los discos duros locales pueden ser considerados una condición de no disponibilidad para todo el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor), mientras que en otras realizaciones un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor no será considerado no disponible siempre que pueda responder a peticiones de acceso a datos.

5 Además, aparte de mover uno o más volúmenes desde un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor existente cuando dicho sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor deja de estar disponible, el Administrador de Sistema de BDS puede, en algunas realizaciones, decidir mover uno o más volúmenes de un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor existente a un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor diferente y/o decidir crear una copia nueva de uno o más volúmenes en varios momentos diferentes y por distintas razones. Dicho movimiento o creación de una copia nueva de un volumen puede realizarse de manera similar a la mencionada en mayor detalle en otra parte de este documento (Por ejemplo, mediante la replicación de la copia primaria del volumen para crear una copia nueva, y mediante la eliminación opcional de la copia anterior del volumen en al menos algunas situaciones como, por ejemplo, cuando la copia de volumen se está moviendo). Las situaciones que pueden provocar un movimiento de volumen o la creación de una nueva copia de volumen incluyen, por ejemplo, la siguiente lista no excluyente: un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor particular puede volverse sobreutilizado (Por ejemplo, según el uso de la CPU, el ancho de banda de red, el acceso E/S, la capacidad de almacenamiento, etc.) como, por ejemplo, para desencadenar el movimiento de uno o más volúmenes desde dicho sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor; un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor particular puede carecer de suficientes recursos para una modificación deseada de un volumen existente (Por ejemplo, puede carecer de suficiente espacio de almacenamiento disponible si se requiere que el tamaño de un volumen existente sea ampliado) como, por ejemplo, para desencadenar el movimiento de uno o más volúmenes desde dicho sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor; un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor particular puede requerir mantenimiento o actualizaciones que harán que éste no esté disponible por un período de tiempo como, por ejemplo, para desencadenar el movimiento temporal o permanente de uno o más volúmenes desde dicho sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor; según el reconocimiento de que los patrones de uso para un volumen particular u otras características de un volumen pueden estar mejor alojados en otros sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor como, por ejemplo, otro sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor con capacidades adicionales (Por ejemplo, para volúmenes que tienen modificaciones de datos frecuentes, usar un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor primario con capacidades de escritura de disco superiores a las capacidades promedio, y/o para volúmenes que son muy grandes de tamaño, usar un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor primario con una capacidad de almacenamiento superior a la capacidad promedio); en respuesta a una petición de un usuario que ha creado o que de otra forma está asociado a un volumen (Por ejemplo, en respuesta a la compra del usuario de acceso *premium* a un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor que tiene capacidades mejoradas); para proporcionar al menos una copia nueva de un volumen en una ubicación geográfica diferente (Por ejemplo, otro centro de datos) en el cual los programas se ejecutan como, por ejemplo, para desencadenar el movimiento y/o el copiado del volumen desde un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor en una primera ubicación geográfica cuando se solicita el uso de un volumen por un programa en ejecución en otra ubicación geográfica; etc.

Además, después de que se ha movido un volumen o se ha creado una nueva copia, el Administrador de Sistema de BDS puede, en algunas realizaciones y situaciones, actualizar uno o más administradores de nodo, según corresponda (Por ejemplo, solo administradores de nodo para programas en ejecución que están usando actualmente el volumen, todos los administradores de nodo, etc.). En otras realizaciones, se puede mantener información distinta sobre los volúmenes de otra manera como, por ejemplo, mediante una o más copias de una base de datos de información de volumen que es accesible en red para administradores de nodo y/o para el Administrador de Sistema de BDS. Una lista no excluyente de tipos de información sobre volúmenes que pueden mantenerse incluye lo siguiente: un identificador para un volumen como, por ejemplo, un identificador que es único para los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor que almacenan copias del volumen o que es universalmente único para el servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque; información de acceso restringido para un volumen como, por ejemplo, contraseñas o claves de cifrado, o listas u otras indicaciones de usuarios autorizados para el volumen; información sobre el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor primario para el volumen como, por ejemplo, una dirección de red y/u otra información de acceso; información sobre uno o más sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor espejo para el volumen como, por ejemplo, información sobre una orden que indica qué sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor espejo será promovido para ser el sistema primario si el sistema de almacenamiento en servidor primario existente deja de estar disponible, una dirección de red y/u otra información de acceso, etc.; información sobre cualquier copia instantánea de volumen que hubiera sido creada para el volumen, según lo descrito en mayor detalle más abajo; información sobre si el volumen estará o no disponible para los usuarios diferentes al creador del volumen, y, en dicho caso, bajo qué circunstancias (Por ejemplo, para acceso de solo lectura, para que otros usuarios realicen sus propios volúmenes que son copias de este volumen, información de precios para que otros usuarios reciban varios tipos de acceso al volumen); etc.

65

Además de mantener el acceso fiable y disponible de los programas en ejecución para los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque mediante el movimiento o la replicación de copias de volumen cuando los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor dejan de estar disponibles, el servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque puede realizar otras acciones en otras situaciones para mantener el acceso de los programas en ejecución a los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque. Por ejemplo, si un primer programa en ejecución deja de estar disponible inesperadamente, en algunas realizaciones el servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque y/o el servicio de ejecución de programas pueden llevar a cabo acciones para que un segundo programa en ejecución diferente (Por ejemplo, una segunda copia del mismo programa que se está ejecutando en un sistema informático anfitrión diferente) se conecte a algunos o todos los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque que estaban en uso por parte del primer programa no disponible, de modo que el segundo programa pueda rápidamente asumir al menos algunas operaciones del primer programa no disponible. El segundo programa puede, en algunas situaciones, ser un nuevo programa cuya ejecución se inicia a raíz de la no disponibilidad del primer programa existente, mientras que en otras situaciones el segundo programa puede ya estar ejecutándose (Por ejemplo, si múltiples copias del programa son ejecutadas simultáneamente para compartir una carga total de trabajo como, por ejemplo, múltiples programas en servidor Web que reciben diferentes peticiones entrantes de clientes con mediación de un equilibrador de carga, con una de las múltiples copias de programa seleccionada para ser el segundo programa; si el segundo programa es una copia en espera del programa que se está ejecutando para permitir un intercambio "en caliente" desde el primer programa existente en caso de no disponibilidad como, por ejemplo, sin que la copia en espera del programa se esté utilizando activamente hasta que ocurra la no disponibilidad del primer programa existente; etc.). Además, en algunas realizaciones, un segundo programa en el cual la conexión y el uso continuado de un volumen existente están cambiados puede estar en otro sistema informático físico anfitrión en la misma ubicación geográfica (Por ejemplo, el mismo centro de datos) como primer programa, mientras que en otras realizaciones el segundo programa puede estar en una ubicación geográfica diferente (Por ejemplo, un centro de datos diferente como, por ejemplo, en conjunto con una copia del volumen que se ha movido previamente o simultáneamente a dicho otro centro de datos y que será utilizada por dicho segundo programa). Además, en algunas realizaciones, se pueden llevar a cabo otras acciones relacionadas para facilitar además el cambio al segundo programa como, por ejemplo, la redirección de algunas comunicaciones dirigidas al primer programa no disponible hacia el segundo programa.

Además, en al menos algunas realizaciones, se pueden utilizar otras técnicas para proporcionar acceso fiable y disponible a volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque, así como otros beneficios como, por ejemplo, para permitir que una copia de un volumen indicado sea guardada para uno o más sistemas de almacenamiento de archivado remoto (Por ejemplo, en una segunda ubicación geográfica que es remota respecto de una primera ubicación geográfica en la que los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor almacenan las copias primaria y espejo activas del volumen y/o que es remota respecto de los sistemas informáticos físicos anfitriones que ejecutan los programas que usan el volumen) como, por ejemplo, para copias de seguridad a largo plazo y/u otros propósitos. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los sistemas de almacenamiento de archivado pueden ser proporcionados por un servicio de almacenamiento remoto accesible en red. Además, las copias de un volumen que son guardadas para los sistemas de almacenamiento de archivado pueden, en al menos algunas situaciones, ser copias instantáneas del volumen en un punto particular en el tiempo, pero no actualizadas automáticamente ya que el uso continuado del volumen hace que sus contenidos de datos a nivel de bloque almacenados cambien, y/o que no estén disponibles para ser conectados a y usados por programas en ejecución de la misma manera que los volúmenes. De esta manera, a modo de ejemplo, una copia instantánea a largo plazo de un volumen puede ser usada, por ejemplo, como una copia de seguridad de un volumen, y puede además, en algunas realizaciones, servir como la base de uno o más volúmenes nuevos que son creados a partir de la copia instantánea (Por ejemplo, de modo que los nuevos volúmenes comiencen con los mismos contenidos de almacenamiento de datos a nivel de bloque que la copia instantánea).

Además, las copias instantáneas de un volumen en los sistemas de almacenamiento de archivado pueden ser almacenadas de varias maneras como, por ejemplo, para representar fragmentos más pequeños de un volumen (Por ejemplo, si los sistemas de almacenamiento de archivado almacenan datos como objetos más pequeños en lugar de un bloque de datos secuencial, lineal y de gran tamaño). Por ejemplo, un volumen puede estar representado como una serie de múltiples fragmentos más pequeños (con un volumen que tiene un tamaño de, por ejemplo, un gigabyte o un terabyte, y con un fragmento que tiene un tamaño que es, por ejemplo, de unos pocos megabytes), y la información sobre algunos o todos los fragmentos (Por ejemplo, cada fragmento que es modificado) puede ser almacenada de modo separado en los sistemas de almacenamiento de archivado como, por ejemplo, tratando a cada fragmento como un objeto almacenado distinto. Además, en al menos algunas realizaciones, una segunda copia instantánea posterior de un volumen particular puede ser creada de forma tal que se almacenen solamente los cambios incrementales a partir de una copia instantánea anterior del volumen como, por ejemplo, mediante la inclusión de copias almacenadas de nuevos fragmentos de almacenamiento que han sido creados o modificados desde la copia instantánea anterior, pero compartiendo copias almacenadas de algunos fragmentos previamente existentes con la copia instantánea anterior si dichos fragmentos no han cambiado. En dichas realizaciones, si una copia instantánea anterior es borrada posteriormente, los fragmentos previamente existentes almacenados por dicha copia instantánea anterior que sean compartidos por copias instantáneas posteriores pueden retenerse para ser utilizados por parte de dichas copias instantáneas posteriores, mientras que los fragmentos

previamente existentes no compartidos almacenados por dicha copia instantánea anterior pueden borrarse.

Además, en al menos algunas realizaciones, cuando se crea una copia instantánea de un volumen en un punto en el tiempo, se puede permitir que el acceso a la copia primaria de volumen por programas en ejecución continúe, incluido el permiso de modificaciones a los datos almacenados en la copia primaria de volumen, pero sin que dichas modificaciones de datos continuos sean reflejadas en la copia instantánea como, por ejemplo, si la copia instantánea se basara en fragmentos de volumen almacenados en los sistemas de almacenamiento de archivado que no son actualizados una vez que la creación de la copia instantánea hubiera comenzado hasta que la creación de la copia instantánea hubiera finalizado. Por ejemplo, en al menos algunas realizaciones, las técnicas de copia en escritura se usan cuando se inicia la creación de una copia instantánea de un volumen y un fragmento del volumen se modifica posteriormente como, por ejemplo, para mantener inicialmente copias almacenadas del fragmento no modificado y del fragmento modificado en el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor primario que almacena la copia primaria de volumen (y, opcionalmente, también en los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor espejo que almacenan una o más copias espejo del volumen). Cuando se recibe confirmación de que los sistemas de almacenamiento de archivado han almacenado con éxito la copia instantánea del volumen (incluida una copia del fragmento no modificado), la copia del fragmento no modificado en el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor primario (y, opcionalmente, en los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor espejo) puede borrarse.

Además, dichos fragmentos de volumen u otros datos de volumen almacenados en los sistemas de almacenamiento de archivado se pueden usar de otras formas en al menos algunas realizaciones como, por ejemplo, para usar los sistemas de almacenamiento de archivado como un almacén de respaldo para las copias primaria y/o espejo de algunos o todos los volúmenes. Por ejemplo, los datos de volumen almacenados en los sistemas de almacenamiento de archivado se pueden usar para ayudar a mantener la coherencia entre múltiples copias de un volumen en múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor en al menos algunas situaciones. A modo de ejemplo, una o más copias espejo de un volumen pueden ser creadas o actualizadas según, al menos parcialmente, fragmentos de volumen almacenados en los sistemas de almacenamiento de archivado como, por ejemplo, para minimizar o eliminar una necesidad de acceder a la copia primaria de volumen para obtener al menos algunos de los fragmentos de volumen. Por ejemplo, si la copia primaria de volumen es actualizada más rápidamente o más fiablemente que los fragmentos modificados en los sistemas de almacenamiento de archivado, una nueva copia espejo de volumen puede ser creada usando al menos algunos fragmentos de volumen almacenados en los sistemas de almacenamiento de archivado que se conocen por ser precisos (Por ejemplo, a partir de una copia instantánea de volumen reciente), y accediendo a la copia primaria de volumen únicamente para obtener porciones del volumen que correspondan a fragmentos que pueden haber sido modificados después de la creación de la copia instantánea de volumen. De manera similar, si los fragmentos modificados en los sistemas de almacenamiento de archivado reflejan, de modo fiable, un estado actual de una copia primaria de volumen, una copia espejo de volumen puede ser actualizada usando aquellos fragmentos modificados en lugar de mediante interacciones por parte de o con la copia primaria de volumen.

Además, en algunas realizaciones, la cantidad de datos que es almacenada en una copia espejo de volumen (y el tamaño resultante de la copia espejo de volumen) puede ser mucho menor que la de la copia primaria del volumen como, por ejemplo, si la información de volumen en los sistemas de almacenamiento de archivado fuera usada en lugar de al menos algunos datos que de otra forma serían almacenados en dicha copia espejo mínima de volumen. A modo de ejemplo, una vez que una copia instantánea de un volumen es creada en uno o más sistemas de almacenamiento de archivado, una copia espejo mínima de un volumen no necesita, en dichas realizaciones, almacenar los datos de volumen que están presentes en la copia instantánea de volumen. Mientras las modificaciones se realizan en la copia primaria de volumen después de la creación de la copia instantánea, algunas o todas las modificaciones en los datos también pueden realizarse en la copia espejo mínima de volumen (Por ejemplo, todas las modificaciones de datos, solamente las modificaciones de datos que no están reflejadas en fragmentos de volumen modificados almacenados en los sistemas de almacenamiento de archivado, etc.); entonces, si el acceso a la copia espejo mínima de volumen es luego necesario como, por ejemplo, si la copia espejo mínima de volumen se promueve para ser la copia primaria de volumen, los otros datos que faltan de la copia espejo mínima de volumen (Por ejemplo, las porciones no modificadas del volumen) pueden ser almacenados recuperándolos desde los sistemas de almacenamiento de archivado (Por ejemplo, a partir de la copia instantánea de volumen anterior). De esta manera, la fiabilidad del volumen puede ser mejorada, mientras también se minimiza la cantidad de espacio de almacenamiento usado en los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor para las copias espejo de volumen.

Incluso en otras realizaciones, la copia definitiva o maestra de un volumen puede ser mantenida en los sistemas de almacenamiento de archivado, y las copias primaria y espejo del volumen pueden reflejar un caché u otro subconjunto del volumen (Por ejemplo, un subconjunto al que se ha accedido recientemente y/o al que se espera acceder pronto); en dichas realizaciones, el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque no local del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque puede ser usado para proporcionar una fuente de datos de volumen más próxima para el acceso por parte de los programas en ejecución que los sistemas de almacenamiento de archivado remotos. Además, en al menos algunas de dichas realizaciones, un volumen se puede describir de

5 cara a los usuarios como que tiene un tamaño particular que corresponde a la copia maestra mantenida en los sistemas de almacenamiento de archivado, pero con las copias primaria y espejo de un tamaño más pequeño. Además, en al menos algunas de dichas realizaciones, las técnicas de actualización diferida pueden ser usadas para actualizar de manera inmediata una copia de datos en un primer almacén de datos (Por ejemplo, una copia
10 primaria de volumen en un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor) pero para actualizar la copia de los mismos datos en un segundo almacén de datos distinto (Por ejemplo, los sistemas de almacenamiento de archivado) más tarde como, por ejemplo, para mantener una estricta coherencia de datos en el segundo almacén de datos asegurando que las operaciones de escritura u otras modificaciones de datos en una porción de un volumen sean actualizadas en el segundo almacén de datos antes de realizar cualquier operación de
15 lectura posterior u otro acceso de dicha porción del volumen desde el segundo almacén de datos (Por ejemplo, mediante el uso de técnicas de actualización de caché de escritura diferida). Dichas técnicas de actualización diferida se pueden usar, por ejemplo, cuando se actualizan fragmentos modificados de un volumen en sistemas de almacenamiento de archivado, o cuando se actualiza una copia espejo de volumen a partir de fragmentos modificados del volumen que están almacenados en sistemas de almacenamiento de archivado. En otras realizaciones, se pueden usar otras técnicas cuando se actualizan fragmentos modificados de un volumen en sistemas de almacenamiento de archivado como, por ejemplo, usar técnicas de caché de escritura inmediata para actualizar inmediatamente la copia de datos en el segundo almacén de datos (Por ejemplo, en los sistemas de almacenamiento de archivado) cuando se modifica la copia de los datos en el primer almacén de datos.

20 Dichas copias instantáneas de volumen almacenadas en sistemas de almacenamiento de archivado también ofrecen varios beneficios. Por ejemplo, si todas las copias primaria y espejo de un volumen están almacenadas en múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor en una única ubicación geográfica (Por ejemplo, un centro de datos), y los sistemas informático y de almacenamiento en dicha ubicación geográfica dejan de estar disponibles (Por ejemplo, se corta la electricidad en todo un centro de datos), la existencia de una copia instantánea reciente del volumen en un lugar de almacenamiento remoto diferente puede asegurar que una versión reciente del volumen esté disponible cuando los sistemas informático y de almacenamiento en la ubicación geográfica estén disponibles nuevamente más tarde (Por ejemplo, cuando la electricidad se restablezca) como, por ejemplo, si se pierden los datos de uno o más sistemas de almacenamiento en servidor en la ubicación geográfica. Además, en dicha situación, se pueden crear una o más copias nuevas del volumen en una o más ubicaciones geográficas nuevas según una copia instantánea reciente a largo plazo del volumen a partir de los sistemas de almacenamiento de archivado remotos como, por ejemplo, para permitir que una o más copias del programa en ejecución fuera de una ubicación geográfica no disponible accedan a y usen dichas copias nuevas de volumen. Más abajo se incluyen detalles adicionales relativos a los sistemas de almacenamiento de archivado y su uso.

35 Según lo mencionado previamente, en al menos algunas realizaciones, algunos o todos los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque tienen, cada uno, copias almacenadas en dos o más sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor distintos en una única ubicación geográfica como, por ejemplo, dentro del mismo centro de datos en el que los programas en ejecución accederán al volumen; localizando todas las copias de volumen y programas en ejecución en el mismo centro de datos u otra ubicación geográfica, se pueden mantener varias características deseadas de acceso a datos (Por ejemplo, según una o más redes internas en dicho centro de datos u otra ubicación geográfica) como, por ejemplo, latencia y rendimiento. Por ejemplo, en al menos algunas realizaciones, las técnicas descritas pueden proporcionar acceso al almacenamiento de datos a nivel de bloque no local que tiene características de acceso similares a, o mejores que, las características de acceso de dispositivos de almacenamiento de datos a nivel de bloque físicos locales, pero con mucha más fiabilidad similar a, o que excede, las características de fiabilidad de los sistemas RAID ("Conjunto Redundante de Discos Independientes/Económicos") y/o SANs ("Redes de Área de Almacenamiento") dedicados y a un coste mucho más bajo. En otras realizaciones, las copias primaria y espejo para al menos algunos volúmenes pueden, en cambio, estar almacenadas de otra manera como, por ejemplo, en diferentes ubicaciones geográficas (Por ejemplo, diferentes centros de datos) como, por ejemplo, para mantener además la disponibilidad de un volumen aun cuando todo un centro de datos deje de estar disponible. En realizaciones en las que las copias de volumen se pueden almacenar en ubicaciones geográficas diferentes, un usuario puede, en algunas situaciones, solicitar que un programa particular sea ejecutado próximo a un volumen particular (Por ejemplo, en el mismo centro de datos en donde se ubica la copia primaria de volumen), o que un volumen particular se ubique próximo a un programa en ejecución particular como, por ejemplo, para proporcionar un ancho de banda de red relativamente alto y baja latencia para las comunicaciones entre el programa en ejecución y la copia primaria de volumen.

Además, para al menos algunos usuarios, se puede proporcionar acceso a algunas o todas las técnicas descritas, en algunas realizaciones, según una tarifa u otra forma de pago. Por ejemplo, los usuarios pueden pagar tarifas por una única vez, tarifas periódicas (Por ejemplo, de forma mensual) y/o uno o más tipos de tarifas basadas en el uso para utilizar el servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque con el fin de almacenar y acceder a volúmenes, usar el servicio de ejecución de programas para ejecutar programas, y/o usar sistemas de almacenamiento de archivado (Por ejemplo, proporcionados por un servicio de almacenamiento a largo plazo remoto) para almacenar copias de seguridad a largo plazo u otras copias instantáneas de volúmenes. Las tarifas pueden determinarse según uno o más factores y actividades como, por ejemplo, según se indica en el siguiente listado no excluyente: según el tamaño de un volumen como, por ejemplo, para crear el volumen (Por ejemplo, como

una tarifa por una única vez), para tener almacenamiento y/o uso continuado del volumen (Por ejemplo, una tarifa mensual), etc.; según características diferentes al tamaño de un volumen, tales como un número de copias espejo, características de sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor (Por ejemplo, tarifas de acceso a datos, tamaños de almacenamiento, etc.) en los que las copias primaria y/o espejo de volumen se almacenan; y/o una manera en la que se crea el volumen (Por ejemplo, un nuevo volumen que está vacío, un nuevo volumen que es una copia de un volumen existente, un nuevo volumen que es una copia de una copia instantánea de volumen, etc.); según el tamaño de una copia instantánea de volumen como, por ejemplo, para crear la copia instantánea de volumen (Por ejemplo, como una tarifa por una única vez) y/o tener almacenamiento regular del volumen (Por ejemplo, una tarifa mensual); según las características diferentes al tamaño de una o más copias instantáneas de volumen como, por ejemplo, un número de instantáneas de un único volumen, si una copia instantánea es o no incremental con respecto a una o más copias instantáneas anteriores, etc.; según el uso de un volumen, tales como la cantidad de datos transferidos a y/o desde un volumen (Por ejemplo, para reflejar una cantidad de ancho de banda de red usado), un número de peticiones de acceso a datos enviadas a un volumen, un número de programas en ejecución que se conectan a y usan un volumen (ya sea secuencial o concurrentemente), etc.; según la cantidad de datos transferidos a y/o desde una instantánea como, por ejemplo, de manera similar a aquella para los volúmenes; etc. Además, el acceso proporcionado puede tener varias formas en varias realizaciones, tales como una tarifa de compra por una única vez, una tarifa de renta regular, y/o según otra suscripción regular. Además, en al menos algunas realizaciones y situaciones, un primer grupo de uno o más usuarios puede proporcionar datos a otros usuarios según una tarifa como, por ejemplo, cobrar a los otros usuarios por recibir acceso a volúmenes actuales y/o copias instantáneas históricas de volumen creadas por uno o más usuarios del primer grupo (Por ejemplo, permitiendo que ellos realicen nuevos volúmenes que sean copias de volúmenes y/o de copias instantáneas de volumen; permitiendo que ellos usen uno o más volúmenes creados; etc.), ya sea según una tarifa de compra por una única vez, una tarifa de renta regular, u otra suscripción regular.

En algunas realizaciones, el servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque, el servicio de ejecución de programas y/o el servicio de almacenamiento a largo plazo remoto pueden proporcionar una o más API ("interfaces de programación de aplicaciones") como, por ejemplo, para permitir que otros programas inicien, de manera programática, varios tipos de operaciones que se realizarán (Por ejemplo, según lo indicado por los usuarios de los otros programas). Dichas operaciones pueden permitir que algunos o todos los tipos de funcionalidad descritos anteriormente sean invocados, incluidos, pero sin limitación, los siguientes tipos de operaciones: crear, borrar, conectar, desconectar, o describir volúmenes; crear, borrar, copiar o describir instantáneas; especificar derechos de acceso u otros metadatos para volúmenes y/o instantáneas; administrar la ejecución de programas; realizar el pago para obtener otros tipos de funcionalidad; obtener informes y otra información acerca del uso de las capacidades de uno o más de los servicios y/o acerca de las tarifas pagadas o debidas por dicho uso; etc. Las operaciones proporcionadas por la API pueden ser invocadas por, por ejemplo, programas en ejecución en sistemas informáticos anfitriones del servicio de ejecución de programas y/o por sistemas informáticos de clientes u otros usuarios que son externos a la única o más ubicaciones geográficas utilizadas por el servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque y/o el servicio de ejecución de programas.

A los fines ilustrativos, se describen más abajo algunas realizaciones en las que se proporcionan tipos específicos de almacenamiento de datos a nivel de bloque de maneras específicas para tipos específicos de programas que se ejecutan en tipos específicos de sistemas informáticos. Estos ejemplos se proporcionan a fines ilustrativos y están simplificados en aras de la brevedad, y las técnicas inventivas se pueden usar en una amplia variedad de situaciones diferentes, algunas de las cuales se describen más abajo, y las técnicas no se limitan al uso con máquinas virtuales, centros de datos u otros tipos específicos de sistemas de almacenamiento de datos, sistemas informáticos o disposiciones de sistemas informáticos. Además, mientras algunas realizaciones se describen como realizaciones que proporcionan y usan almacenamiento de datos a nivel de bloque no local fiable, en otras realizaciones, los tipos de almacenamiento de datos diferentes al almacenamiento de datos a nivel de bloque pueden proporcionarse de manera similar.

La Figura 1 es un diagrama de red que ilustra una realización a modo de ejemplo en la que múltiples sistemas informáticos ejecutan programas y acceden al almacenamiento de datos a nivel de bloque no local fiable como, por ejemplo, bajo el control de un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque y/o un servicio de ejecución de programas. En particular, en el presente ejemplo, un servicio de ejecución de programas administra la ejecución de programas en varios sistemas informáticos anfitriones ubicados dentro de un centro de datos 100 y un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque usa múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor diferentes en el centro de datos para proporcionar almacenamiento de datos a nivel de bloque no local fiable a dichos programas en ejecución. También se pueden utilizar múltiples sistemas de almacenamiento de archivo remotos externos al centro de datos para almacenar copias adicionales de al menos algunas porciones de al menos algunos volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

En el presente ejemplo, el centro de datos 100 incluye un número de bastidores 105, y cada bastidor incluye un número de sistemas informáticos anfitriones, así como un sistema informático de apoyo de bastidor opcional 122 en la presente realización a modo de ejemplo. Los sistemas informáticos anfitriones 110a-c en el bastidor ilustrado 105 alojan, cada uno, una o más máquinas virtuales 120 en el presente ejemplo, así como un módulo de Administrador

de Nodo diferente 115 asociado a las máquinas virtuales en dicho sistema informático anfitrión para administrar dichas máquinas virtuales. Uno o más sistemas informáticos anfitriones diferentes 135 alojan también, cada uno, una o más máquinas virtuales 120 en el presente ejemplo. Cada máquina virtual 120 puede actuar como un nodo informático independiente para ejecutar una o más copias de programa (no se muestran) para un usuario (no se muestra) como, por ejemplo, un cliente del servicio de ejecución de programas. Además, el presente centro de datos 100 a modo de ejemplo incluye además sistemas informáticos anfitriones adicionales 130a-b que no incluyen máquinas virtuales distintas, pero pueden, sin embargo, cada uno, actuar como un nodo informático para uno o más programas (no se muestran) que están siendo ejecutados para un usuario. En el presente ejemplo, un módulo de Administrador de Nodo 125 que se está ejecutando en un sistema informático (no se muestra) diferente a los sistemas informáticos anfitriones 130a- b y 135 es asociado a dichos sistemas informáticos anfitriones para administrar los nodos informáticos proporcionados por dichos sistemas informáticos anfitriones como, por ejemplo, de una manera similar a los módulos de Administrador de Nodo 115 para los sistemas informáticos anfitriones 110. El sistema informático de apoyo de bastidor 122 puede proporcionar varios servicios de utilidad para otros sistemas informáticos locales a su bastidor 105 (Por ejemplo, almacenamiento de programa a largo plazo, medición y otro monitoreo de la ejecución de programas y/o de acceso al almacenamiento de datos a nivel de bloque no local realizados por otros sistemas informáticos locales al bastidor, etc.), así como, posiblemente, a otros sistemas informáticos ubicados en el centro de datos. Cada sistema informático 110, 130 y 135 puede tener también uno o más dispositivos de almacenamiento locales conectados (no se muestran) como, por ejemplo, para almacenar copias locales de programas y/o datos creados por o de otra forma usados por los programas en ejecución, así como varios componentes diferentes.

En el presente ejemplo, un sistema informático opcional 140 es también ilustrado, el cual ejecuta un módulo de Administrador de Sistema de PES para el servicio de ejecución de programas para ayudar en la administración de la ejecución de programas en los nodos informáticos proporcionados por los sistemas informáticos anfitriones ubicados dentro del centro de datos (u, opcionalmente, en sistemas informáticos ubicados en uno o más centros de datos diferentes 160, u otros sistemas informáticos remotos 180 externos al centro de datos). Según lo descrito en mayor detalle en otra parte del presente documento, un módulo de Administrador de Sistema de PES puede proporcionar una variedad de servicios además de administrar la ejecución de programas, incluidos la administración de cuentas de usuario (Por ejemplo, creación, eliminación, facturación, etc.); el registro, el almacenamiento, y la distribución de programas que se ejecutarán; la recopilación y el procesamiento de datos de rendimiento y auditoría relativos a la ejecución de programas; la obtención de pago por parte de clientes u otros usuarios para la ejecución de programas; etc. En algunas realizaciones, el módulo de Administrador de Sistema de PES puede coordinarse con los módulos de Administrador de Nodo 115 y 125 para administrar la ejecución de programas en nodos informáticos asociados a los módulos de Administrador de Nodo, mientras que en otras realizaciones los módulos de Administrador de Nodo 115 y 125 pueden no colaborar en la administración de dicha ejecución de programas.

El presente centro de datos 100 a modo de ejemplo incluye también un sistema informático 175 que ejecuta un módulo de Administrador de Sistema de Almacenamiento de Datos a nivel de Bloque ("BDS, por sus siglas en inglés") para el servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque para ayudar a administrar la disponibilidad del almacenamiento de datos a nivel de bloque no local a programas que se ejecutan en nodos informáticos proporcionados por los sistemas informáticos anfitriones ubicados dentro del centro de datos (u, opcionalmente, en sistemas informáticos ubicados en uno o más centros de datos diferentes 160, u otros sistemas informáticos remotos 180 externos al centro de datos). En particular, en el presente ejemplo, el centro de datos 100 incluye un grupo de múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 165, los cuales tienen, cada uno, un almacenamiento a nivel de bloque local para su uso al almacenar una o más copias de volumen 155. El acceso a las copias de volumen 155 es proporcionado en la(s) red(es) interna(s) 185 a programas que se ejecutan en nodos informáticos 120 y 130. Según lo descrito en mayor detalle en otra parte de este documento, un módulo de Administrador de Sistema de BDS puede proporcionar una variedad de servicios relativos a suministrar una funcionalidad de almacenamiento de datos a nivel de bloque no local, que incluyen la administración de cuentas de usuario (Por ejemplo, creación, eliminación, facturación, etc.); la creación, el uso y la eliminación de volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque y copias instantáneas de dichos volúmenes; la recopilación y el procesamiento de datos de rendimiento y auditoría relativos al uso de volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque y copias instantáneas de dichos volúmenes; la obtención de pagos por parte de clientes u otros usuarios por el uso de volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque y copias instantáneas de dichos volúmenes; etc. En algunas realizaciones, el módulo de Administrador de Sistema de BDS puede coordinarse con los módulos de Administrador de Nodo 115 y 125 para administrar el uso de volúmenes por programas que se ejecutan en nodos informáticos asociados, mientras que en otras realizaciones los módulos de Administrador de Nodo 115 y 125 pueden no ser usados para administrar dicho uso de volúmenes. Además, en otras realizaciones, uno o más módulos de Administrador de Sistema de BDS pueden estar estructurados de otra manera como, por ejemplo, para tener múltiples instancias del Administrador de Sistema de BDS ejecutándose en un único centro de datos (Por ejemplo, para compartir la administración del almacenamiento de datos a nivel de bloque no local por programas que se ejecutan en los nodos informáticos proporcionados por los sistemas informáticos anfitriones ubicados dentro del centro de datos), y/o para tener al menos parte de la funcionalidad de un módulo de Administrador de Sistema de BDS proporcionada de manera distribuida por el software que se ejecuta en algunos o todos los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 165 (Por ejemplo, entre pares (*peer*-

to-peer), sin módulos de Administrador de Sistema de BDS centralizados separados en un sistema informático 175).

En el presente ejemplo, los diferentes sistemas informáticos anfitriones 110, 130 y 135, los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 165, y los sistemas informáticos 125, 140 y 175 están interconectados mediante una o más redes internas 185 del centro de datos, las cuales pueden incluir varios dispositivos en red (Por ejemplo, enrutadores, interruptores, puertas de enlace, etc.) que no se muestran. Además, las redes internas 185 están conectadas a una red externa 170 (Por ejemplo, Internet u otra red pública) en el presente ejemplo, y el centro de datos 100 puede incluir además uno o más dispositivos opcionales (no se muestran) en la interconexión entre el centro de datos 100 y una red externa 170 (Por ejemplo, proxys de red, equilibradores de carga, dispositivos de traducción de direcciones de red, etc.). En el presente ejemplo, el centro de datos 100 está conectado mediante la red externa 170 a uno o más centros de datos diferentes 160 que pueden incluir, cada uno, algunos o todos los sistemas informáticos y sistemas de almacenamiento ilustrados con respecto al centro de datos 100, así como otros sistemas informáticos remotos 180 externos al centro de datos. Los otros sistemas informáticos 180 pueden ser operados por varias partes para varios propósitos como, por ejemplo, por el operador del centro de datos 100 o terceros (Por ejemplo, clientes del servicio de ejecución de programas y/o del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque). Además, uno o más de los otros sistemas informáticos 180 pueden ser sistemas de almacenamiento de archivado (Por ejemplo, como parte de un servicio de almacenamiento accesible en red remoto) con el cual el servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque puede interactuar como, por ejemplo, bajo el control de uno o más módulos de administrador de archivado (no se muestran) que se ejecutan en el único o más sistemas informáticos diferentes 180 o, en su lugar, en uno o más sistemas informáticos del centro de datos 100, según lo descrito en mayor detalle en otra parte de este documento. Además, mientras no se ilustran en la presente, en al menos algunas realizaciones, al menos algunos de los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 165 pueden estar además interconectados con una o más redes diferentes u otros medios de conexión como, por ejemplo, una conexión con ancho de banda alto en la cual los sistemas de almacenamiento en servidor 165 pueden compartir datos de volumen (Por ejemplo, a fines de replicar copias de volúmenes y/o mantener la consistencia entre las copias primaria y espejo de volúmenes), dicha conexión con ancho de banda alto no encontrándose disponible para los diferentes sistemas informáticos anfitriones 110, 130 y 135 en al menos algunas de dichas realizaciones.

Se apreciará que el ejemplo de la Figura 1 ha sido simplificado a los fines de su explicación, y que el número y la organización de los sistemas informáticos anfitriones, los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor y otros dispositivos pueden ser mucho más grandes que lo ilustrado en la Figura 1. Por ejemplo, según una realización ilustrativa, puede haber aproximadamente 4.000 sistemas informáticos por centro de datos, al menos algunos de dichos sistemas informáticos son sistemas informáticos anfitriones que pueden, cada uno, alojar 15 máquinas virtuales, y/o algunos de dichos sistemas informáticos son sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor que pueden, cada uno, almacenar varias copias de volumen. Si cada máquina virtual hospedada ejecuta un programa, entonces dicho centro de datos puede ejecutar hasta sesenta mil copias de programa al mismo tiempo. Además, cientos o miles (o más) de volúmenes pueden almacenarse en los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor, según el número de sistemas de almacenamiento en servidor, el tamaño de los volúmenes, y el número de copias espejo por volumen. Se apreciará que en otras realizaciones pueden usarse otros números de sistemas informáticos, programas y volúmenes.

Las Figuras 2A-2F ilustran ejemplos de proporcionar la funcionalidad de almacenamiento de datos a nivel de bloque no local fiable a clientes. En particular, las Figuras 2A y 2B ilustran ejemplos de sistemas informáticos de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor que pueden ser usados para proporcionar la funcionalidad de almacenamiento de datos a nivel de bloque no local fiable a clientes (Por ejemplo, programas en ejecución) como, por ejemplo, en nombre de un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque, y las Figuras 2C-2F ilustran ejemplos del uso de sistemas de almacenamiento de archivado para almacenar al menos algunas porciones de algunos volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque. En el presente ejemplo, la Figura 2A ilustra varios sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 165 que almacenan, cada uno, una o más copias de volumen 155 como, por ejemplo, cada volumen con una copia primaria y al menos una copia espejo. En otras realizaciones, otras disposiciones pueden usarse, según lo mencionado en mayor detalle en otra parte de este documento como, por ejemplo, mediante múltiples copias primarias de volumen (Por ejemplo, todas las copias primarias de volumen encontrándose disponibles para el acceso de lectura simultánea por uno o más programas) y/o mediante múltiples copias espejo de volumen. Los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor a modo de ejemplo 165 y las copias de volumen 155 pueden, por ejemplo, corresponder a un subconjunto de los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 165 y copias de volumen 155 de la Figura 1.

En el presente ejemplo, el sistema de almacenamiento en servidor 165a almacena al menos tres copias de volumen, incluidas la copia primaria 155A-a para el volumen A, una copia espejo 155B-a para el volumen B, y una copia espejo 155C-a para el volumen C. Una o más copias de volumen no ilustradas en el presente ejemplo pueden además ser almacenadas por el sistema de almacenamiento en servidor 165a, así como por los otros sistemas de almacenamiento en servidor 165. Otro sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor a modo de ejemplo 165b almacena la copia primaria 155B-b para el volumen B en el presente ejemplo, así como una copia

espejo 155D-b para el volumen D. Además, el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor a modo de ejemplo 165n incluye una copia espejo 155A-n del volumen A y una copia primaria 155D-n del volumen D. De este modo, si un programa en ejecución (no se muestra) está conectado a y usa el volumen A, el administrador de nodo para dicho programa en ejecución interactuará con el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 165a para acceder a la copia primaria 155A-a para el volumen A como, por ejemplo, mediante un software del sistema de almacenamiento en servidor (no se muestra) que se ejecuta en el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 165a. De manera similar, para uno o más programas en ejecución (no se muestran) conectados a y que usan los volúmenes B y D, el /los administrador(es) de nodo para el/los programa(s) en ejecución interactuará(n) con los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 165b y 165n, respectivamente, para acceder a las copias primarias 155B-b para el volumen B y 155D-n para el volumen D, respectivamente. Además, también pueden estar presentes otros sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor (Por ejemplo, sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 165c-165m y/o 165o y otros), y pueden almacenar la copia primaria de volumen para el volumen C y/u otras copias primaria y espejo de volumen, pero no se muestran en el presente ejemplo. De este modo, en el presente ejemplo, cada sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor puede almacenar más de una copia de volumen, y puede almacenar una combinación de copias primaria y espejo de volumen, aunque en otras realizaciones los volúmenes pueden ser almacenados de otras maneras.

La Figura 2B ilustra sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 165 similares a los de la Figura 2A, pero en un punto posterior en el tiempo después de que el sistema de almacenamiento en servidor 165b de la Figura 2A falle o deje de estar disponible de otra forma. En respuesta a la no disponibilidad del sistema de almacenamiento en servidor 165b, y sus copia primaria del volumen B y copia espejo del volumen D almacenadas, las copias de volumen almacenadas de los sistemas de almacenamiento en servidor 165 de la Figura 2B han sido modificadas para mantener la disponibilidad de los volúmenes B y D. En particular, debido a la no disponibilidad de la copia primaria 155B-b del volumen B, la copia espejo anterior 155B-a del volumen B en el sistema de almacenamiento en servidor 165a ha sido promovida para ser la nueva copia primaria para el volumen B. De este modo, si uno o más programas han estado previamente conectados a o de otra forma interactuando con la copia primaria anterior 155B-b del volumen B cuando ésta dejó de estar disponible, dichos programas pueden haber sido cambiados automáticamente (Por ejemplo, por administradores de nodo asociados a dichos programas) para continuar las interacciones en curso con el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 165a para acceder a la nueva copia primaria 155B-a para el volumen B. Además, una nueva copia espejo 155B-c para el volumen B ha sido creada en el sistema de almacenamiento en servidor 165c.

Aunque la copia espejo 155A-n del volumen A del sistema de almacenamiento en servidor 165n de la Figura 2A no se ilustra en la Figura 2B en aras de la brevedad, continúa estando disponible en el sistema de almacenamiento en servidor 165n junto con la copia primaria 155D-n del volumen D, y de este modo cualquier programa que ha estado previamente conectado a o de otra forma interactuando con la copia primaria 155D-n del volumen D cuando el sistema de almacenamiento en servidor 165b dejó de estar disponible continuará interactuando con dicha misma copia primaria 155D-n del volumen D en el sistema de almacenamiento en servidor en el sistema de almacenamiento en servidor 165n sin modificación. Sin embargo, debido a la no disponibilidad de la copia espejo 155D-b del volumen D en el sistema de almacenamiento en servidor no disponible 165b, al menos una copia espejo adicional del volumen D ha sido creada en la Figura 2B como, por ejemplo, la copia espejo 155D-o del volumen D del sistema de almacenamiento en servidor 165o. Además, la Figura 2B ilustra que al menos algunos volúmenes pueden tener múltiples copias espejo como, por ejemplo, el volumen D que incluye también una copia espejo 155D-c del volumen D previamente existente (pero que no se muestra en la Figura 2A) en el sistema de almacenamiento en servidor 165c.

Las Figuras 2C-2F ilustran ejemplos del uso de sistemas de almacenamiento de archivado para almacenar al menos algunas porciones de algunos volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque. En el presente ejemplo, la Figura 2C ilustra múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 165 que almacenan, cada uno, una o más copias de volumen 155 como, por ejemplo, para corresponderse con los sistemas de almacenamiento de datos 165 a nivel de bloque en servidor a modo de ejemplo ilustrados en la Figura 2A antes de que el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 165b deje de estar disponible. La Figura 2C ilustra además múltiples sistemas de almacenamiento de archivado 180, los cuales pueden, por ejemplo, corresponder a un subconjunto de los sistemas informáticos 180 de la Figura 1. En particular, en el presente ejemplo, la Figura 2C ilustra sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 165a y 165b de la Figura 2A, aunque en el presente ejemplo solo las copias primaria y espejo del volumen B se ilustran para dichos sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor. Según lo descrito con respecto a la Figura 2A, el sistema de almacenamiento en servidor 165b almacena la copia primaria 155B-b del volumen B, y el sistema de almacenamiento en servidor 165a almacena la copia espejo 155B-a del volumen B.

En el ejemplo de la Figura 2C, un usuario asociado al volumen B ha solicitado que una nueva copia instantánea inicial del volumen B sea almacenada en los sistemas de almacenamiento de archivado remotos como, por ejemplo, para ser una copia de seguridad a largo plazo. Por consiguiente, el volumen B ha sido separado en múltiples porciones de fragmentos que serán, cada una, almacenadas de forma separada por los sistemas de

almacenamiento de archivado como, por ejemplo, para corresponder a un tamaño de almacenamiento típico o máximo para los sistemas de almacenamiento de archivado, o, en su lugar, de otra forma, según lo determinado por el servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque. En el presente ejemplo, la copia primaria 155B-b del volumen B ha sido separada en N fragmentos 155B-b1 hasta 155B-bN, y la copia espejo 155B-a del volumen B almacena, de forma similar, los mismos datos usando los fragmentos 155B-a1 hasta 155BaN. Cada uno de los fragmentos N del volumen B es almacenado como un objeto de datos separado en uno de dos sistemas de almacenamiento de archivado a modo de ejemplo 180a y 180b, y, de este modo, dichos objetos de datos almacenados múltiples correspondientes en total forman la copia de volumen instantánea inicial para el volumen B. En particular, el fragmento 1 155B-b1 de la copia primaria del volumen B es almacenado como objeto de datos 180B1 en el sistema de almacenamiento de archivado 180a, el fragmento 2 155B-b2 es almacenado como objeto de datos 180B2 en el sistema de almacenamiento de archivado 180b, el fragmento 3 155B-b3 es almacenado como objeto de datos 180B3 en el sistema de almacenamiento de archivado 180a, y el fragmento N 155B-bN es almacenado como objeto de datos 180BN en el sistema de almacenamiento de archivado 180a. En el presente ejemplo, la separación del volumen B en múltiples fragmentos es realizada por el servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque, de modo que se pueden transferir fragmentos individuales del volumen B individualmente a los sistemas de almacenamiento de archivado, aunque en otras realizaciones todo el volumen B puede, en su lugar, ser enviado a los sistemas de almacenamiento de archivado, los cuales pueden entonces separar el volumen en múltiples fragmentos o de otra forma procesar los datos de volumen si así se desea.

Además, en el presente ejemplo, el sistema de almacenamiento de archivado 180b es un sistema informático de almacenamiento de archivado que ejecuta un módulo de Administrador de Archivado 190 para administrar operaciones de los sistemas de almacenamiento de archivado como, por ejemplo, para administrar el almacenamiento y la recuperación de objetos de datos, para rastrear qué objetos de datos almacenados corresponden a qué volúmenes, para separar datos de volumen transferidos en múltiples objetos de datos, para medir y de otra forma rastrear el uso de los sistemas de almacenamiento de archivado, etc. El módulo de Administrador de Archivado 190 puede, por ejemplo, mantener una variedad de información sobre los diferentes objetos de datos que corresponden a un volumen particular como, por ejemplo, para cada copia instantánea del volumen, según lo mencionado en mayor detalle con referencia a la Figura 2F, mientras que en otras realizaciones dicha información de copia instantánea de volumen puede, en cambio, mantenerse de otras maneras (Por ejemplo, por los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor u otros módulos del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque). En otras realizaciones solo puede utilizarse un único sistema de almacenamiento de archivado, o, en su lugar, los objetos de datos correspondientes a fragmentos del volumen B se pueden almacenar a lo largo de muchos más sistemas de almacenamiento de archivado (no se muestran). Además, en otras realizaciones, cada sistema de almacenamiento de archivado puede ejecutar al menos parte de un módulo de administrador de archivado como, por ejemplo, para que cada sistema de almacenamiento de archivado tenga un módulo de administrador de archivado distinto, o para que todos los sistemas de almacenamiento de archivado proporcionen la funcionalidad del módulo de administrador de archivado de forma distribuida entre pares (*peer-to-peer*). En otras realizaciones uno o más módulos de administrador de archivado pueden, en cambio, ejecutarse en uno o más sistemas informáticos que son locales a los otros módulos de servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque (Por ejemplo, en el mismo sistema informático o en un sistema informático próximo a uno que ejecuta un módulo de Administrador de Sistema de BDS), o las operaciones de los sistemas de almacenamiento de archivado pueden, en cambio, ser administradas directamente por uno o más módulos diferentes del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque sin usar un módulo de administrador de archivado (Por ejemplo, por un módulo de Administrador de Sistema de BDS).

Además, en al menos algunas realizaciones, los sistemas de almacenamiento de archivado pueden realizar varias operaciones para mejorar la fiabilidad de los objetos de datos almacenados como, por ejemplo, replicar algunos o todos los objetos de datos en múltiples sistemas de almacenamiento de archivado. De este modo, por ejemplo, los otros objetos de datos 182b del sistema de almacenamiento de archivado 180b pueden incluir copias espejo de uno o más de los objetos de datos 180B1, 180B3, y 180BN del sistema de almacenamiento de archivado 180a, y los otros objetos de datos 182a del sistema de almacenamiento de archivado 180a pueden almacenar, de forma similar, una copia espejo del objeto de datos 180B2 del sistema de almacenamiento de archivado 180b. Además, según lo descrito en mayor detalle en otra parte de este documento, en algunas realizaciones al menos algunos fragmentos del volumen B pueden ya estar almacenados en los sistemas de almacenamiento de archivado antes de la recepción de la petición para crear la copia instantánea inicial del volumen B como, por ejemplo, si los objetos de datos almacenados en los sistemas de almacenamiento de archivado para representar los fragmentos del volumen B fueran usados como un almacén de respaldo u otra copia de seguridad a largo plazo remota para el volumen B. Si éste es el caso, la copia instantánea en los sistemas de almacenamiento de archivado puede, en cambio, ser creada sin transferir datos de volumen adicionales en dicho momento como, por ejemplo, si los objetos de datos en los sistemas de almacenamiento de archivado representaran un estado actual de los fragmentos del volumen B, mientras que en otras realizaciones se pueden tomar medidas adicionales para asegurar que los objetos de datos ya almacenados estén actualizados con respecto a los fragmentos del volumen B.

La Figura 2D continúa el ejemplo de la Figura 2C, y refleja modificaciones al volumen B que son realizadas después de que la copia instantánea inicial sea almacenada con respecto a la Figura 2C. En particular, en el presente

ejemplo, después de que se ha creado la copia instantánea inicial de volumen, el volumen B se modifica como, por ejemplo, mediante uno o más programas (no se muestran) que están conectados al volumen. En el presente ejemplo, los datos son modificados en al menos dos porciones del volumen B que corresponden al fragmento 3 155B-b3 y al fragmento N 155B-bN de la copia primaria del volumen B, con los datos de fragmentos modificados 5 ilustrados como datos 3a y Na, respectivamente. En el presente ejemplo, después de que se modifica la copia primaria 155B-b del volumen B, el sistema de almacenamiento en servidor 165b inicia las actualizaciones correspondientes de la copia espejo 155B-a del volumen B en el sistema de almacenamiento en servidor 165a, de modo que el fragmento 3 155B-a3 de la copia espejo se modifica para incluir los datos modificados 3a, y el fragmento N 155B-aN de la copia espejo se modifica para incluir los datos modificados Na. De este modo, la copia espejo del volumen B se mantiene en el mismo estado que la copia primaria del volumen B en el presente ejemplo. 10

Además, en algunas realizaciones, los datos en los sistemas de almacenamiento de archivado pueden además ser modificados para reflejar los cambios en el volumen B, aunque dichas nuevas modificaciones de datos del volumen B no son actualmente parte de una copia instantánea de volumen para el volumen B. En particular, dado que la versión anterior de los datos del fragmento 3 y el fragmento N es parte de la copia instantánea inicial de volumen almacenada en los sistemas de almacenamiento de archivado, los correspondientes objetos de datos 180B3 y 180BN no se modifican para reflejar los cambios en los datos del volumen B que ocurren después de la creación de la copia instantánea inicial de volumen. En cambio, si las copias son opcionalmente realizadas a partir de los datos del volumen B modificado, son almacenadas en el presente ejemplo como objetos de datos adicionales como, por ejemplo, el objeto de datos opcional 180B3a para corresponderse con los datos modificados 3a del fragmento 3 155B-b3, y como, por ejemplo, objeto de datos opcional 180BNa para corresponderse con los datos modificados Na 20 del fragmento N 155B-bN. De esta manera, los datos para la copia instantánea inicial de volumen se mantienen incluso mientras se realizan cambios en las copias primaria y espejo del volumen B. Si se crean los objetos de datos opcionales 180B3a y 180BNa, dicha creación puede ser iniciada de varias formas como, por ejemplo, mediante el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 165b de manera similar a las actualizaciones que son iniciadas para la copia espejo 155B-a del volumen B. 25

La Figura 2E ilustra una realización alternativa con respecto a la realización descrita previamente con referencia a la Figura 2D. En particular, en el ejemplo de la Figura 2E, el volumen B se modifica otra vez después de que la copia instantánea inicial del volumen se almacena en los sistemas de almacenamiento de archivado de manera similar a la descrita con respecto a la Figura 2D y, por consiguiente, la copia primaria 155B-b del volumen B en el sistema de almacenamiento en servidor 165b se actualiza de modo que el fragmento 3 155B-b3 y el fragmento N 155B-bN se actualizan para incluir los datos modificados 3a y Na, respectivamente. Sin embargo, en la presente realización, la copia espejo 155B-a del volumen B en el sistema de almacenamiento en servidor 165a no se mantiene como una copia total de volumen B. En cambio, la copia instantánea de volumen del volumen B en los sistemas de almacenamiento de archivado se utiliza en conjunto con la copia espejo 155B-a para mantener una copia del volumen B. De este modo, en el presente ejemplo, mientras las modificaciones se realizan a la copia primaria 155B-b del volumen B después de la creación de la copia instantánea inicial de volumen, dichas modificaciones se realizan también para la copia espejo 155B-a en el sistema de almacenamiento en servidor 165a, de modo que la copia espejo almacena los datos modificados 3a para el fragmento 3 155B-a3 y los datos modificados Na para el fragmento N 155B-aN. Sin embargo, la copia espejo del volumen B no almacena inicialmente copias de los otros fragmentos del volumen B que no se han modificado desde que se creó la copia instantánea inicial de volumen, ya que la copia instantánea inicial de volumen del volumen B en los sistemas de almacenamiento de archivado incluye copias de dichos datos. Por consiguiente, si a continuación el sistema de almacenamiento en servidor 165b deja de estar disponible, tal y como se ha descrito anteriormente con referencia a la Figura 2B, la copia espejo 155B-a del volumen B en el sistema de almacenamiento en servidor 165a puede ser promovida para ser la nueva copia primaria del volumen B. Con el propósito de lograr esta promoción en la presente realización a modo de ejemplo, las restantes porciones de la copia espejo 155B-a del volumen B se restauran usando la copia instantánea inicial de volumen del volumen B en los sistemas de almacenamiento de archivado como, por ejemplo, con el fin de usar el objeto de datos almacenado 180B1 para restaurar el fragmento 155B-a1, con el fin de usar el objeto de datos almacenado 180B2 para restaurar el fragmento 155B-a2, etc. Además, en el presente ejemplo, los objetos de datos 180B3a y 180BNa pueden ser, de manera similar y opcional, almacenados en los sistemas de almacenamiento de archivado para representar los datos modificados 3a y Na. Si éste es el caso, en algunas realizaciones, los datos modificados 3a y Na no serán inicialmente almacenados en el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 165a para la copia espejo 155B-a, y, en cambio, los fragmentos de la copia espejo 155B-a3 y 155B-aN se pueden restaurar, de manera similar, a partir de los objetos de datos del sistema de almacenamiento de archivado 180B3a y 180BNa de forma similar a la descrita anteriormente para los otros fragmentos de la copia espejo. 40 45 50 55

Si bien la copia instantánea de volumen del volumen B se utiliza en el ejemplo anterior para restaurar la copia espejo del volumen B cuando la copia espejo se promueve para ser la nueva copia primaria de volumen, la copia instantánea de volumen en los sistemas de almacenamiento de archivado se puede utilizar de otras maneras en otras realizaciones. Por ejemplo, se puede crear una nueva copia del volumen B que coincide con la copia instantánea inicial de volumen utilizando la copia instantánea de volumen en los sistemas de almacenamiento de archivado de manera similar a la descrita anteriormente para restaurar la copia espejo de volumen como, por 60 65

ejemplo, para crear una nueva copia espejo del volumen B del momento en que se produce la copia instantánea de volumen, para crear un volumen totalmente nuevo que se base en la copia instantánea de volumen del volumen B, con el fin de ayudar a mover el volumen B desde un sistema de almacenamiento a nivel de bloque en servidor a otro, etc. Además, cuando los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor del servicio de datos a nivel de bloque están disponibles en múltiples centros de datos distintos o en otras ubicaciones geográficas, los sistemas de almacenamiento de archivos remotos pueden estar disponibles para todos los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor, y de este modo se pueden utilizar para crear una nueva copia de volumen basada en una copia instantánea de volumen en cualquiera de dichas ubicaciones geográficas.

La Figura 2F da continuidad a los ejemplos de las Figuras 2C y 2D, partiendo de un punto posterior en el tiempo después de que se realizan modificaciones adicionales al volumen B. En particular, después de que se realizan las modificaciones al fragmento 3 y al fragmento N según se describe con referencia a las Figuras 2C o 2D, se crea una segunda copia instantánea de volumen del volumen B en los sistemas de almacenamiento de archivos. Posteriormente, se realizan modificaciones adicionales a los datos en el volumen B que son almacenadas en los fragmentos 2 y 3. Por consiguiente, la copia primaria del volumen B 155B-b según lo ilustrado en la Figura 2F incluye datos originales 1 en el fragmento 1 155B-b1, datos 2a en el fragmento 2 155B-b2 que son modificados después de la creación de la segunda copia instantánea de volumen, datos 3b en el fragmento 3 155B-b3 que también son modificados después de la creación de la segunda copia instantánea de volumen, y datos Na en el fragmento N 155B-bN que fueron modificados después de la creación de la primera copia instantánea inicial de volumen pero después de la creación de la segunda copia instantánea de volumen. Por consiguiente, después de que se indique que debe crearse una tercera copia instantánea de volumen del volumen B, se crean objetos de datos adicionales en los sistemas de almacenamiento de archivos para corresponderse con los dos fragmentos modificados desde la creación de la segunda copia instantánea de volumen, el objeto de datos 180B2a correspondiéndose con el fragmento 155B-b2 e incluyendo los datos modificados 2a, y el fragmento 180B3b correspondiéndose con el fragmento 155B-b3 e incluyendo los datos modificados 3b.

Además, en el presente ejemplo no se muestra el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 165a, pero se muestra una copia de la información 250 mantenida por el módulo de Administrador de Archivado 190 (Por ejemplo, almacenada en el sistema de almacenamiento de archivos 180b o en otra parte) para proporcionar información sobre las copias instantáneas de volumen almacenadas en los sistemas de almacenamiento de archivos. En particular, en el presente ejemplo, la información 250 incluye múltiples filas 250a-250d, la cuales corresponden, cada una, a una copia instantánea de volumen diferente. Cada una de las filas de información en el presente ejemplo incluye un identificador único para la copia de volumen, una indicación del volumen al que corresponde la copia instantánea de volumen, y una indicación de un listado ordenado de los objetos de datos almacenados en los sistemas de almacenamiento de archivos que comprenden la copia instantánea de volumen. De este modo, por ejemplo, la fila 250a corresponde a la copia instantánea inicial de volumen del volumen B descrita con referencia a la Figura 2C, e indica que la copia instantánea inicial de volumen incluye los objetos de datos almacenados 180B1, 180B2, 180B3, y así sucesivamente hasta 180BN. La fila 250b corresponde a una copia instantánea de volumen a modo de ejemplo para un volumen diferente A que incluye varios objetos de datos almacenados que no se muestran en el presente ejemplo. La fila 250c corresponde a la segunda copia instantánea de volumen del volumen B, y la fila 250d corresponde a la tercera copia instantánea de volumen del volumen B. En el presente ejemplo, la segunda y la tercera copias de volumen para el volumen B son copias incrementales y no copias globales, de modo que los fragmentos del volumen B que no cambian respecto de una copia instantánea de volumen anterior continuarán estando representados utilizando los mismos objetos de datos almacenados. De este modo, por ejemplo, la segunda copia instantánea del volumen B en la fila 250c indica que la segunda copia instantánea de volumen comparte los objetos de datos 180B1 y 180B2 con los de la copia instantánea inicial de volumen del volumen B (y, posiblemente, algunos o todos los objetos de datos para los fragmentos 4 hasta los fragmentos N-1, no ilustrados). De manera similar, la tercera copia instantánea del volumen B en la fila 250d continúa también utilizando el mismo objeto de datos 180B1 como las copias instantáneas inicial y segunda de volumen.

Al compartir objetos de datos comunes entre múltiples copias instantáneas de volumen, se minimiza la cantidad de almacenamiento en los sistemas de almacenamiento de archivos, puesto que una nueva copia de un fragmento de volumen invariable como, por ejemplo, el fragmento 1 no tiene copias separadas en los sistemas de almacenamiento de archivos para cada copia instantánea de volumen. En otras realizaciones, sin embargo, algunas o todas las copias instantáneas de volumen pueden no ser incrementales y, en cambio, cada una puede incluir una copia separada de cada fragmento de volumen independientemente de si los datos en el fragmento han cambiado o no. Además, cuando se utilizan copias instantáneas incrementales de volumen que pueden compartir uno o más objetos de datos superpuestos con una o más copias instantáneas de volumen diferentes, los objetos de datos superpuestos se administran cuando se llevan a cabo tipos adicionales de operaciones con respecto a las copias instantáneas de volumen. Por ejemplo, si posteriormente se recibe una petición para borrar la copia instantánea inicial de volumen para el volumen B que se indica en la fila 250a y para, en consecuencia, liberar espacio de almacenamiento que ya no es necesario en los sistemas de almacenamiento de archivos, se pueden borrar solo algunos de los objetos de datos indicados para dicha copia instantánea inicial de volumen en los sistemas de almacenamiento de archivos. Por ejemplo, el fragmento 3 y el fragmento N fueron modificados después de que se creó la copia instantánea inicial

de volumen, y, de este modo, los correspondientes objetos de datos almacenados 180B3 y 180BN para la copia instantánea inicial de volumen son utilizados únicamente por dicha copia instantánea inicial de volumen. De este modo, dichos dos objetos de datos se pueden borrar permanentemente del sistema de almacenamiento de archivado 180a si se borra la copia instantánea inicial de volumen del volumen B. Sin embargo, los objetos de datos 180B1 y 180B2 se mantendrán aun cuando se borre dicha copia instantánea inicial de volumen del volumen B, puesto que siguen siendo parte de al menos la segunda copia instantánea de volumen del volumen B.

Si bien no se ilustra en el presente ejemplo, la información 250 puede incluir una variedad de otros tipos de información sobre las copias instantáneas de volumen, incluida la información sobre qué sistema de almacenamiento de archivado almacena cada uno de los objetos de datos, información sobre quién tiene permiso para acceder a la información de la copia instantánea de volumen y bajo qué circunstancias, etc. A modo de ejemplo, en algunas realizaciones, algunos usuarios pueden crear copias instantáneas de volumen y hacer que el acceso a dichas copias instantáneas de volumen esté disponible a al menos algunos usuarios en al menos algunas circunstancias como, por ejemplo, cobrando una tarifa para permitir que los otros usuarios creen copias de una o más copias instantáneas de volumen particulares. En este caso, dicha información relativa al acceso puede ser almacenada en la información 250 o en otra parte, y el módulo de administrador de archivado 190 puede usar dicha información para determinar si satisfacer o no las peticiones de información realizadas correspondientes a las copias instantáneas de volumen particulares. De manera alternativa, en otras realizaciones, el acceso a las copias instantáneas de volumen puede, en cambio, ser administrado por otros módulos del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque (Por ejemplo, un módulo de Administrador de Sistema de BDS) como, por ejemplo, para evitar que las peticiones se envíen a los sistemas de almacenamiento de archivado a menos que dichas peticiones estén autorizadas.

Se apreciará que los ejemplos de las Figuras 2A-2F han sido simplificados para facilitar su explicación, y que el número y la organización de los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor, los sistemas de almacenamiento de archivado, y otros dispositivos pueden ser de un tamaño muy superior al representado. De manera similar, en otras realizaciones, las copias primarias de volumen, copias espejo de volumen, y/o copias instantáneas de volumen pueden ser almacenadas y administradas de otras formas.

La Figura 3 es un diagrama de bloque que ilustra sistemas informáticos a modo de ejemplo apropiados para administrar el suministro y el uso de la funcionalidad de almacenamiento de datos a nivel de bloque no local fiable a los clientes. En el presente ejemplo, un sistema informático en servidor 300 ejecuta una realización de un módulo de Administrador de Sistema de BDS 340 para administrar el suministro de la funcionalidad de almacenamiento de datos a nivel de bloque no local a programas que se ejecutan en sistemas informáticos anfitriones 370 y/o en al menos algunos sistemas informáticos diferentes 390 como, por ejemplo, para bloquear volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque (no ilustrados) proporcionados por los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 360. Cada uno de los sistemas informáticos anfitriones 370 en el presente ejemplo ejecuta también una realización de un módulo de Administrador de Nodo 380 para administrar el acceso de los programas 375 que se ejecutan en el sistema informático anfitrión a al menos algunos de los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque no local como, por ejemplo, de manera coordinada con el módulo de Administrador de Sistema de BDS 340 en una red 385 (Por ejemplo, una red interna de un centro de datos, que no se muestra, que incluye los sistemas informáticos 300, 360, 370 y, opcionalmente, al menos algunos de los otros sistemas informáticos 390). En otras realizaciones, algunos o todos los módulos de Administrador de Nodo 380 pueden, en cambio, administrar uno o más sistemas informáticos diferentes (Por ejemplo, otros sistemas informáticos 390).

Además, se ilustran múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 360 y cada uno de ellos almacena al menos algunos de los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque no local (no ilustrados) utilizados por los programas en ejecución 375 con acceso a dichos volúmenes también proporcionados en la red 385 en el presente ejemplo. Uno o más de los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 360 pueden también, cada uno, almacenar un componente de software en servidor (no ilustrado) que administra el funcionamiento de uno o más sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 360 así como diferente información (no mostrada) sobre los datos que son almacenados por los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 360. De este modo, en al menos algunas realizaciones, el sistema informático en servidor 300 de la Figura 3 puede corresponder al sistema informático 175 de la Figura 1, uno o más módulos de Administrador de Nodo 115 y 125 de la Figura 1 pueden corresponder a los módulos de Administrador de Nodo 380 de la Figura 3, y/o uno o más de los sistemas informáticos de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 360 de la Figura 3 pueden corresponder a sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 165 de la Figura 1. Además, en la presente realización a modo de ejemplo, se ilustran múltiples sistemas de almacenamiento de archivado 350, los cuales pueden almacenar copias instantáneas y/u otras copias de al menos porciones de al menos algunos volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque almacenados en los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 360. Los sistemas de almacenamiento de archivado 350 pueden interactuar también con algunos o todos los sistemas informáticos 300, 360 y 370, y en algunas realizaciones pueden ser sistemas de almacenamiento de archivado remotos (Por ejemplo, de un servicio de almacenamiento remoto, no ilustrado) que interactúan con los sistemas informáticos 300, 360 y

370 en una o más redes externas diferentes (no ilustradas).

Los otros sistemas informáticos 390 pueden también incluir otros sistemas informáticos próximos o remotos de varios tipos en al menos algunas realizaciones, incluidos los sistemas informáticos mediante los cuales los clientes u otros usuarios del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque interactúan con los sistemas informáticos 300 y/o 370. Asimismo, uno o más de los otros sistemas informáticos 390 pueden además ejecutar un módulo de Administrador de Sistema de PES para coordinar la ejecución de programas en los sistemas informáticos anfitriones 370 y/u otros sistemas informáticos anfitriones 390, o el sistema informático 300 o uno de los otros sistemas informáticos ilustrados pueden, en cambio, ejecutar dicho módulo de Administrador de Sistema de PES, aunque no se ilustra un módulo de Administrador de Sistema de PES en el presente ejemplo.

En la presente realización a modo de ejemplo, el sistema informático 300 incluye una CPU ("unidad central de procesamiento") 305, un almacenamiento local 320, una memoria 330, y varios componentes E/S ("entrada/salida") 310, los componentes E/S ilustrados en el presente ejemplo incluyendo un visualizador 311, una conexión de red 312, una unidad de medio legible por ordenador 313, y otros dispositivos E/S 315 (Por ejemplo, un teclado, un ratón, altavoces, micrófono, etc.). En la realización ilustrada, el módulo de Administrador de Sistema de BDS 340 se está ejecutando en la memoria 330 y uno o más programas diferentes (no mostrados) también se pueden ejecutar, opcionalmente, en la memoria 330.

Cada sistema informático 370 incluye, de forma similar, una CPU 371, un almacenamiento local 377, una memoria 374, y varios componentes E/S 372 (Por ejemplo, componentes E/S similares a los componentes E/S 310 del sistema informático en servidor 300). En la realización ilustrada, un módulo de Administrador de Nodo 380 se está ejecutando en la memoria 374 para administrar uno o más programas diferentes 375 que se ejecutan en la memoria 374 en el sistema informático como, por ejemplo, en nombre de clientes del servicio de ejecución de programas y/o del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque. En algunas realizaciones, algunos o todos los sistemas informáticos 370 pueden alojar múltiples máquinas virtuales, y, en este caso, cada uno de los programas en ejecución 375 puede ser una imagen de máquina virtual total (Por ejemplo, con un sistema operativo y uno o más programas de aplicaciones) ejecutándose en un nodo informático de máquina virtual alojada diferente. El módulo de Administrador de Nodo 380 puede estar, de forma similar, ejecutándose en otra máquina virtual alojada como, por ejemplo, en un monitor de máquina virtual privilegiada que administra las otras máquinas virtuales alojadas. En otras realizaciones, las copias del programa en ejecución 375 y el módulo de Administrador de Nodo 380 pueden ejecutarse como procesos distintos en un único sistema operativo (no mostrado) ejecutado en el sistema informático 370.

Cada sistema de almacenamiento de archivado 350 en el presente ejemplo es un sistema informático que incluye una CPU 351, un almacenamiento local 357, una memoria 354, y varios componentes E/S 352 (Por ejemplo, componentes E/S similares a los componentes E/S 310 del sistema informático en servidor 300). En la realización ilustrada, un módulo de Administrador de Archivado 355 está ejecutándose en la memoria 354 para administrar la operación de uno o más sistemas de almacenamiento de archivado 350 como, por ejemplo, en nombre de clientes del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque y/o de un servicio de almacenamiento distinto que proporciona los sistemas de almacenamiento de archivado. En otras realizaciones, el módulo de Administrador de Archivado 355 puede, en cambio, estar ejecutándose en otro sistema informático como, por ejemplo, en uno de los otros sistemas informáticos 390 o en el sistema informático 300 en conjunto con el módulo de Administrador de Sistema de BDS 340. Además, si bien no se ilustra en la presente, en algunas realizaciones se puede mantener distinta información sobre los datos que son almacenados por los sistemas de almacenamiento de archivado 350 en el almacenamiento 357 o en otra parte, según se ha descrito anteriormente con referencia a la Figura 2F. Además, si bien no se ilustra en la presente, cada uno de los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 360 y/u otros sistemas informáticos 390 pueden incluir, de forma similar, algunos o todos los tipos de componentes ilustrados con respecto a los sistemas de almacenamiento de archivado 350 como, por ejemplo, una CPU, un almacenamiento local, una memoria, y varios componentes E/S.

El módulo de Administrador de Sistema de BDS 340 y los módulos de Administrador de Nodo 380 pueden llevar a cabo varias acciones para administrar el suministro y el uso de la funcionalidad de almacenamiento de datos a nivel de bloque no local fiable a los clientes (Por ejemplo, programas en ejecución), según lo descrito en mayor detalle en otra parte de este documento. En el presente ejemplo, el módulo de Administrador de Sistema de BDS 340 puede mantener una base de datos 325 en el almacenamiento 320 que incluye información sobre volúmenes almacenados en los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 360 y/o en los sistemas de almacenamiento de archivado 350 (Por ejemplo, para su uso en la administración de volúmenes), y puede además almacenar otra información (no mostrada) sobre usuarios u otros aspectos del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque. En otras realizaciones, la información sobre los volúmenes puede ser almacenada de otras formas como, por ejemplo, de manera distribuida por módulos de Administrador de Nodo 380 en sus sistemas informáticos y/o por otros sistemas informáticos. Además, en el presente ejemplo, cada módulo de Administrador de Nodo 380 en un sistema informático anfitrión 370 puede almacenar información 378 en el almacenamiento local 377 sobre los volúmenes actuales conectados al sistema informático anfitrión y utilizados por los programas en ejecución 375 en el sistema informático anfitrión como, por ejemplo, para coordinar interacciones con los sistemas de almacenamiento

de datos a nivel de bloque en servidor 360 que proporcionan las copias primarias del volumen, y para determinar cómo cambiar a una copia espejo de un volumen si la copia primaria de volumen deja de estar disponible. Si bien no se ilustra en la presente, cada sistema informático anfitrión puede incluir además una interfaz de dispositivo de almacenamiento de datos a nivel de bloque local, lógica y diferente para cada volumen conectado al sistema informático anfitrión y utilizado por un programa que se ejecuta en el sistema informático, que además, para los programas en ejecución, puede no distinguirse de uno o más dispositivos de almacenamiento local físicamente conectados que proporcionan almacenamiento local 377.

Según se observa, los sistemas informáticos 300, 350, 360, 370, y 390 son meramente ilustrativos y no pretenden limitar el alcance de la presente invención. Por ejemplo, los sistemas informáticos 300, 350, 360, 370 y/o 390 pueden estar conectados a otros dispositivos no ilustrados, incluso a través de la red 385 y/o una o más redes diferentes como, por ejemplo, Internet o mediante la World Wide Web ("Web"). De manera más general, un nodo informático u otro sistema informático o sistema de almacenamiento de datos pueden comprender cualquier combinación de hardware o software que pueda interactuar y realizar los tipos de funcionalidad descritos, incluidos, pero sin carácter restrictivo, ordenadores de sobremesa u otros, servidores de bases de datos, dispositivos de almacenamiento en red y otros dispositivos de red, PDA (asistentes digitales personales), teléfonos móviles, teléfonos inalámbricos, localizadores personales, organizadores electrónicos, aparatos de Internet, sistemas basados en televisión (Por ejemplo, mediante el uso de codificadores y/o grabadoras de vídeo personales/digitales), y otros productos de consumidor que incluyen capacidades de comunicación apropiadas. Además, la funcionalidad proporcionada por los módulos ilustrados puede, en algunas realizaciones, combinarse en menos módulos o distribuirse en módulos adicionales. De manera similar, en algunas realizaciones, es posible que no se proporcione la funcionalidad de algunos de los módulos ilustrados y/o que haya otra funcionalidad adicional disponible.

También se apreciará que, si bien se ilustran varios ítems como almacenados en la memoria o en el almacenamiento mientras están en uso, dichos ítems o porciones de ellos pueden ser transferidos desde la memoria y otros dispositivos de almacenamiento a los fines de la administración de la memoria e integridad de los datos. De manera alternativa, en otras realizaciones, algunos o todos los módulos y/o sistemas de software pueden ejecutarse en la memoria en otro dispositivo y comunicarse con los sistemas informáticos ilustrados mediante la comunicación entre ordenadores. Además, en algunas realizaciones, algunos o todos los sistemas y/o módulos pueden ser implementados o proporcionados de otras formas como, por ejemplo, al menos parcialmente en firmware y/o hardware, incluidos, pero sin carácter restrictivo, uno o más circuitos integrados para aplicaciones específicas (ASIC, por sus siglas en inglés), circuitos integrados estándar, controladores (Por ejemplo, ejecutando instrucciones apropiadas, e incluyendo microcontroladores y/o controladores incorporados), matrices de puertas programables *in situ* (FPGA, por sus siglas en inglés), dispositivos lógicos programables complejos (CPLD, por sus siglas en inglés), etc. Algunos o todos los módulos, sistemas y estructuras de datos también pueden almacenarse (Por ejemplo, como instrucciones de software o datos estructurados) en un medio legible por ordenador como, por ejemplo, un disco duro, una memoria, una red, o un artículo de medio portátil que será leído por una unidad apropiada o mediante una conexión apropiada. Los sistemas, los módulos y las estructuras de datos pueden también ser transmitidos como señales de datos generadas (Por ejemplo, como parte de una onda portadora u otra señal propagada analógica o digital) en una variedad de medios de transmisión legibles por ordenador, incluidos los medios de base inalámbrica y medios basados en cable/cableados, y pueden adoptar distintas formas (Por ejemplo, como parte de una señal única o múltiple analógica, o como paquetes o marcos digitales discretos múltiples). Dichos productos de programas informáticos pueden también adoptar otras formas en otras realizaciones. Por consiguiente, es posible practicar la presente invención con otras configuraciones de sistema informático.

La Figura 4 es un diagrama de flujo de una realización a modo de ejemplo de una rutina de Administrador de Sistema de Almacenamiento de Datos a nivel de Bloque 400. La rutina puede ser proporcionada, por ejemplo, mediante la ejecución del módulo de Administrador de Sistema de Almacenamiento de Datos a nivel de Bloque 175 de la Figura 1 y/o el módulo de Administrador de Sistema de BDS 340 de la Figura 3 como, por ejemplo, para proporcionar un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque para ser utilizado por programas en ejecución. En la realización ilustrada, la rutina puede interactuar con múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor en un único centro de datos u otra ubicación geográfica (Por ejemplo, si cada centro de datos u otra ubicación geográfica tiene una realización distinta de la rutina que se ejecuta en la ubicación geográfica), aunque en otras realizaciones una única rutina 400 puede dar apoyo a múltiples centros de datos distintos u otras ubicaciones geográficas.

La realización ilustrada de la rutina comienza en el bloque 405, donde se recibe una petición u otra información. La rutina continúa hacia el bloque 410 para determinar si la petición recibida fue para crear un nuevo volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque como, por ejemplo, de un usuario del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque y/o de un programa en ejecución que quiere acceder al nuevo volumen y, si éste es el caso, continúa hacia el bloque 415 para llevar a cabo la creación del volumen. En la realización ilustrada, la rutina en el bloque 415 selecciona uno o más sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor en los que las copias del volumen se almacenarán (Por ejemplo, según, al menos en parte, el lugar y/o las capacidades de los sistemas de almacenamiento en servidor seleccionados), inicializa las copias de volumen en dichos sistemas de almacenamiento en servidor seleccionados, y actualiza la información almacenada sobre volúmenes para reflejar el

nuevo volumen. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la creación de un nuevo volumen puede incluir inicializar un tamaño determinado de almacenamiento lineal en cada uno de los servidores seleccionados en una forma específica como, por ejemplo, para que esté vacío, para incluir una copia de otro volumen indicado (Por ejemplo, otro volumen en el mismo centro de datos u otra ubicación geográfica, o, en cambio, un volumen almacenado en un lugar remoto), para incluir una copia de una copia instantánea indicada de volumen (Por ejemplo, una copia instantánea de volumen almacenada por uno o más sistemas de almacenamiento de archivado como, por ejemplo, interactuando con los sistemas de almacenamiento de archivado para obtener la copia instantánea de volumen), etc. En otras realizaciones, se puede crear un bloque lógico de almacenamiento lineal de un tamaño determinado para un volumen en uno o más sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor como, por ejemplo, mediante el uso de múltiples áreas de almacenamiento no contiguas que son presentadas como un único bloque lógico y/o mediante la creación de bandas en un bloque lógico de almacenamiento lineal en múltiples discos duros físicos locales. Con el propósito de crear una copia de un volumen que ya existe en otro centro de datos u otra ubicación geográfica, la rutina puede, por ejemplo, coordinarse con otra instancia de la rutina 400 que da apoyo a operaciones de servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque en dicho lugar. Además, en algunas realizaciones, al menos algunos volúmenes tendrán, cada uno, múltiples copias que incluyen al menos una copia primaria de volumen y una o más copias espejo en múltiples sistemas de almacenamiento en servidor diferentes, y, si éste es el caso, se pueden seleccionar e inicializar múltiples sistemas de almacenamiento en servidor.

Si, en cambio, se determina en el bloque 410 que la petición recibida no es para crear un volumen, la rutina continúa hacia el bloque 420 para determinar si la petición recibida es para conectar un volumen existente a una copia del programa en ejecución como, por ejemplo, una petición recibida de la copia de programa en ejecución o de otro sistema informático operado en nombre de un usuario asociado a la copia del programa en ejecución y/o al volumen indicado. Si éste es el caso, la rutina continúa hacia el bloque 425 para identificar al menos uno de los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor que almacena una copia del volumen, y para asociar al menos uno de los sistemas de almacenamiento en servidor identificados al programa en ejecución (Por ejemplo, asociar el sistema de almacenamiento en servidor primario para el volumen al nodo informático en el que el programa se ejecuta como, por ejemplo, haciendo que un dispositivo de almacenamiento a nivel de bloque local lógico sea montado en el nodo informático que representa la copia primaria de volumen). El volumen que se conectará puede ser identificado de varias maneras como, por ejemplo, mediante un identificador único para el volumen y/o un identificador para un usuario que ha creado o está de otra forma asociado al volumen. Después de conectar el volumen a la copia del programa en ejecución, la rutina puede además actualizar información almacenada sobre el volumen para indicar la conexión del programa en ejecución como, por ejemplo, si solo un único programa pudiera conectarse al volumen por vez, o si solo un único programa pudiera tener acceso de escritura u otro acceso de modificación al volumen por vez. Además, en la realización indicada, la información sobre al menos uno de los sistemas de almacenamiento en servidor identificados se puede proporcionar a un administrador de nodo asociado al programa en ejecución como, por ejemplo, para facilitar la conexión real del volumen al programa en ejecución, aunque en otras realizaciones el administrador de nodo puede tener otro acceso a dicha información.

Si se determina, en cambio, en el bloque 420 que la petición recibida no es para conectar un volumen a un programa en ejecución, la rutina continúa hacia el bloque 430 para determinar si la petición recibida es para crear una copia instantánea para un volumen indicado como, por ejemplo, una petición recibida de un programa en ejecución que está conectado al volumen o, en su lugar, otro sistema informático (Por ejemplo un sistema informático operado por un usuario asociado al volumen y/o un usuario que ha adquirido acceso para crear una copia instantánea del volumen de otro usuario). En algunas realizaciones, se puede crear una copia instantánea de volumen a partir de un volumen independientemente de si el volumen está o no conectado o en uso por cualquier programa en ejecución, y/o independientemente de si el volumen es o no almacenado en el mismo centro de datos o en otra ubicación geográfica en la que se ejecuta la rutina 400. Si se determina que es así, la rutina continúa hacia el bloque 435 para iniciar la creación de una copia instantánea de volumen del volumen indicado como, por ejemplo, interactuando con uno o más módulos de administrador de archivado que coordinan operaciones de uno o más sistemas de almacenamiento de archivado (Por ejemplo, sistemas de almacenamiento de archivado en un lugar de almacenamiento remoto como, por ejemplo, en conjunto con un servicio de almacenamiento a largo plazo remoto que es accesible en una o más redes). En algunas realizaciones, la creación de la copia instantánea de volumen se puede llevar a cabo a través de un servicio de almacenamiento remoto de tercero en respuesta a una instrucción de la rutina 400 como, por ejemplo, si el servicio de almacenamiento remoto ya almacenara al menos algunos fragmentos del volumen. Además, se pueden especificar otros parámetros diferentes en al menos algunas realizaciones como, por ejemplo, si la copia instantánea de volumen será incremental con respecto a una o más copias instantáneas de volumen diferentes, etc.

Si, en cambio, se determina en el bloque 430 que la petición recibida no es para crear una copia instantánea de volumen, la rutina continúa, en su lugar, hacia el bloque 440 para determinar si la información recibida en el bloque 405 es una indicación de fallo u otra situación de no disponibilidad de uno o más sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor (o de uno o más volúmenes, en otras realizaciones). Por ejemplo, según lo descrito abajo con respecto al bloque 485, la rutina puede, en algunas realizaciones, monitorear el estado de algunos o todos los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor y determinar la no

disponibilidad sobre dicha base como, por ejemplo, enviando de manera periódica o constante mensajes *ping* u otros mensajes a sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor para determinar si una respuesta es recibida, u obteniendo información acerca del estado de los sistemas de almacenamiento en servidor. Si se determina en el bloque 440 que la información recibida indica el posible fallo de uno o más sistemas de almacenamiento en servidor, la rutina continúa hacia el bloque 445 para llevar a cabo acciones con el fin de mantener la disponibilidad del único o más volúmenes almacenados en el o los sistemas de almacenamiento en servidor indicados. En particular, la rutina en el bloque 445 determina si cualquiera de dichos volúmenes almacenados en el o los sistemas de almacenamiento en servidor indicados son copias primarias de volumen, y para cada copia primaria de volumen, promueve una de las copias espejo para dicho volumen en otro sistema de almacenamiento en servidor para que sea la nueva copia primaria para dicho volumen. En el bloque 450, la rutina hace que al menos una nueva copia de cada volumen se replique en uno o más sistemas de almacenamiento en servidor diferentes como, por ejemplo, mediante el uso de una copia existente del volumen que está disponible en un sistema de almacenamiento en servidor distinto de aquellos indicados como no disponibles. En otras realizaciones, la promoción de copias espejo a copias primarias y/o la creación de nuevas copias espejo puede, en cambio, llevarse a cabo de otras formas como, por ejemplo, de manera distribuida por los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor (Por ejemplo, usando un protocolo de elección entre las copias espejo de un volumen). Además, en algunas realizaciones las copias espejo de volumen pueden ser copias mínimas que incluyen solo porciones de una copia primaria de un volumen (Por ejemplo, solo porciones que han sido modificadas desde que se creó una copia instantánea del volumen), y la promoción de una copia espejo a una copia primaria puede incluir además la recopilación de información para la nueva copia primaria con el fin de completarla (Por ejemplo, desde la copia instantánea más reciente).

En el bloque 455, la rutina entonces inicia, de forma opcional, conexiones de uno o más programas en ejecución a nuevas copias primarias de volumen que fueron promovidas desde copias espejo como, por ejemplo, para los programas en ejecución que han sido previamente conectados a copias primarias de volumen en el o los sistemas de almacenamiento en servidor no disponibles, aunque en otras realizaciones dicha re-conexión a nuevas copias primarias de volumen se realizará, en cambio, de otras formas (Por ejemplo, mediante un administrador de nodo asociado al programa en ejecución por el cual ocurrirá la re-conexión). En el bloque 458, la rutina actualiza la información sobre los volúmenes en los sistemas de almacenamiento en servidor no disponibles como, por ejemplo, para indicar las nuevas copias de volumen creadas en el bloque 450 y las nuevas copias primarias de volumen promovidas en el bloque 445. En otras realizaciones, se pueden crear nuevas copias primarias de volumen de otras formas como, por ejemplo, mediante la creación de una nueva copia de volumen como una copia primaria de volumen y no mediante la promoción de una copia espejo de volumen existente, aunque ello puede llevar más tiempo que la promoción de una copia espejo de volumen existente. Además, si no hay copias de volumen disponibles desde las cuales replicar nuevas copias de volumen en el bloque 450 como, por ejemplo, si múltiples sistemas de almacenamiento en servidor que almacenan las copias primaria y espejo para un volumen fallan todas sustancialmente de forma simultánea, la rutina puede, en algunas realizaciones, intentar obtener información para el volumen para utilizarla en dicha replicación de otras formas como, por ejemplo, desde una o más copias instantáneas de volumen recientes para el volumen que estén disponibles en los sistemas de almacenamiento de archivado, desde una copia del volumen en otro centro de datos u otra ubicación geográfica, etc.

Si, en cambio, se determina en el bloque 440 que la información recibida no es una indicación de fallo u otra situación de no disponibilidad de uno o más sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor, la rutina continúa, en su lugar, hacia el bloque 460 para determinar si la información recibida en el bloque 405 indica o no mover uno o más volúmenes a uno o más sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor nuevos. Dicho movimiento de volumen puede llevarse a cabo por varias razones, según lo mencionado en mayor detalle en otra parte de este documento, incluido a otros sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor en la misma ubicación geográfica (Por ejemplo, mover volúmenes existentes a sistemas de almacenamiento que están mejor equipados para soportar los volúmenes) y/o a uno o más sistemas de almacenamiento de datos en servidor en uno o más centros de datos diferentes u otras ubicaciones geográficas. Además, el movimiento de un volumen puede iniciarse de varias formas como, por ejemplo, a raíz de una petición de un usuario del sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque que está asociado al volumen, una petición de un operador humano del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque, según una detección automática de un mejor sistema de almacenamiento en servidor para un volumen que el sistema de almacenamiento en servidor usado en ese momento (Por ejemplo, debido a una sobreutilización del sistema de almacenamiento en servidor en ese momento y/o a una infrautilización del nuevo sistema de almacenamiento en servidor), etc. Si se determina en el bloque 460 que la información recibida es para mover una o más copias de volumen, la rutina continúa hacia el bloque 465 y crea una copia de cada volumen indicado en uno o más sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor nuevos como, por ejemplo, de forma similar a la previamente descrita con respecto al bloque 415 (Por ejemplo, utilizando una copia de volumen existente en un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor, utilizando una copia instantánea u otra copia del volumen en uno o más sistemas de almacenamiento de archivado, etc.), y además actualiza la información almacenada para el volumen en el bloque 465. Además, en algunas realizaciones, la rutina puede llevar a cabo acciones adicionales para dar apoyo al movimiento como, por ejemplo, borrar la copia de volumen anterior de un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor después de que se crea la nueva copia de volumen. Además, en situaciones en las que uno o más

programas en ejecución han sido conectados a la copia de volumen anterior que se está moviendo, la rutina puede iniciar la desconexión de la copia de volumen anterior que se está moviendo para un programa en ejecución y/o puede iniciar una re-conexión de dicho programa en ejecución a la nueva copia de volumen que se está creando como, por ejemplo, mediante el envío de instrucciones asociadas a un administrador de nodo para el programa en ejecución, aunque en otras realizaciones el administrador de nodo puede, en cambio, llevar a cabo dichas acciones.

Si, en cambio, se determina en el bloque 460 que la información recibida no es una instrucción para mover uno o más volúmenes, la rutina continúa, en su lugar, hacia el bloque 485 para realizar una o más operaciones indicadas diferentes según corresponda. Otras operaciones pueden tener varias formas en varias realizaciones como, por ejemplo, una o más del siguiente listado no excluyente: realizar el monitoreo de algunos o todos los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor (Por ejemplo, enviando mensajes *ping* u otros mensajes de estado a los sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor y esperando una respuesta); dar inicio a la creación de una copia primaria de volumen y/o una copia espejo de volumen de reemplazo en respuesta a la determinación de que una copia primara o espejo de un volumen no está disponible como, por ejemplo, según el monitoreo que se realiza, en un mensaje recibido de un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor primario que almacena una copia primaria de un volumen pero que no es capaz de actualizar una o más copias espejo de dicho volumen, en un mensaje recibido de un módulo de administrador de nodo, etc.; desconectar, borrar, y/o describir uno o más volúmenes; borrar, describir y/o copiar una o más copias instantáneas de volumen; rastrear el uso de volúmenes y/o copias instantáneas de volumen por parte de los usuarios como, por ejemplo, para medir dicho uso a los efectos del pago; etc. Después de los bloques 415, 425, 435, 458, 465, o 485, la rutina continúa hacia el bloque 495 para determinar si continuar o no como, por ejemplo, hasta que se recibe una instrucción de finalización explícita. Si éste es el caso, la rutina regresa al bloque 405, y, de lo contrario, la rutina continúa hacia el bloque 499 y finaliza.

Además, para al menos algunos tipos de peticiones, la rutina puede, en algunas realizaciones, verificar además que el solicitante esté autorizado a realizar la petición como, por ejemplo, según derechos de acceso especificados para el solicitante y/o un destino asociado de la petición (Por ejemplo, un volumen indicado). En algunas de dichas realizaciones, la verificación de autorización puede además incluir obtener el pago por parte del solicitante para la funcionalidad solicitada (o verificar que dicho pago ya se ha realizado) como, por ejemplo, para no realizar la petición si el pago no se ha realizado. Por ejemplo, los tipos de petición que pueden tener pago asociado en al menos algunas realizaciones y situaciones incluyen peticiones para crear un volumen, conectar un volumen, crear una copia instantánea, mover un volumen indicado (Por ejemplo, a un sistema de almacenamiento en servidor *premium*), y otros tipos de operaciones indicadas. Además, algunos o todos los tipos de acciones llevadas a cabo en nombre de los usuarios pueden ser monitoreadas y medidas como, por ejemplo, para un uso posterior al determinar las correspondientes tarifas basadas en el uso para al menos algunas de dichas acciones.

La Figura 5 es un diagrama de flujo de una realización ejemplar de una rutina de Administrador de Nodo 500. La rutina puede estar provista, por ejemplo, por ejecución del módulo de Administrador de Nodo 115 y/o 125 de la Figura 1, y/o ejecución de un módulo de Administrador de Nodo 380 de la Figura 3, como para administrar el uso de uno o más programas en ejecución del almacenamiento de datos a nivel de bloque no local. En la realización ilustrada, el servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque ofrece funcionalidad mediante una combinación de uno o más módulos de Administrador de Sistema de ADB y múltiples módulos de Administrador de Nodo y opcionalmente uno o más módulos de Administrador de Archivado, aunque en otras realizaciones se pueden utilizar otras configuraciones (Por ejemplo un único módulo de Administrador de Sistema de ADB sin ningún módulo Administrador de Nodo y/o módulos de Administrador de Archivado, módulos de Administrador de Nodo múltiples ejecutándose juntos en un administrador coordinado sin un módulo Administrador de Sistema ADB, etc.).

La realización ilustrada de la rutina comienza en el bloque 505 donde se recibe una petición relacionada con la ejecución de programa en un nodo informático asociado. La rutina continúa al bloque 510 para determinar si la petición está relacionada con la ejecución de uno o más de los programas indicados en un nodo informático asociado indicado, como, por ejemplo, una petición de un servicio de ejecución de programa y/o de un usuario asociado con dichos programas. De ser así, la rutina continúa hacia el bloque 515 para obtener una copia de los programa/s indicado/s y para iniciar la ejecución del/los programa/s en un nodo informático asociado. En algunas realizaciones, uno o más de los programas indicados pueden obtenerse en el bloque 515 basado en los programas indicados enviados a la rutina 500 como parte de la petición recibida en el bloque 505, mientras que en otras realizaciones los programas indicados pueden ser recuperados de un almacenamiento local o no local (por ejemplo, desde un servicio de almacenamiento remoto). En otras realizaciones, la rutina 500 puede en cambio no realizar operaciones relacionadas con programas en ejecución como, por ejemplo, si otra rutina que da apoyo al servicio de ejecución de programa realizara, en cambio, aquellas operaciones en nombre de los nodos informáticos asociados.

Si, en cambio, se determina en el bloque 510 que la petición recibida no es para ejecutar uno o más del/de los programas indicados, la rutina continúa en cambio hacia el bloque 520 para definir si se recibe una petición para conectar un volumen indicado a un programa en ejecución indicado, como, por ejemplo, del programa en ejecución, de la rutina 400 de la Figura 4, y/o de un usuario asociado al volumen indicado y/o el programa en ejecución indicado. De ser así, la rutina continúa hacia el bloque 525 para obtener una indicación de una copia primaria del

volumen, y para asociar aquella copia de volumen primaria con un dispositivo de almacenamiento de datos a nivel de bloque local, lógico y representativo para el nodo informático. En algunas realizaciones, el dispositivo de almacenamiento de datos a nivel de bloque local, lógico y representativo puede estar indicado para el programa en ejecución y/o para el nodo informático por la rutina 500, mientras que en otras realizaciones, el programa en ejecución puede en cambio iniciar la creación del dispositivo de almacenamiento de datos a nivel de bloque lógico local. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la rutina 500 puede utilizar tecnologías GNBD (dispositivo de bloque de red global) para poner a disposición de un nodo informático de máquina virtual un dispositivo de almacenamiento de datos a nivel de bloque local y lógico mediante la importación de un dispositivo a nivel de bloque en una máquina virtual específica y el montaje de dicho dispositivo de almacenamiento de datos a nivel de bloque local y lógico. En algunas realizaciones, la rutina puede realizar acciones adicionales en el bloque 525 como para obtener y almacenar indicaciones de una o más copias de volumen espejo para el volumen, como para permitir que la rutina se conecte dinámicamente a una copia de volumen espejo si la copia de volumen primaria más tarde deja de estar disponible.

Si, en cambio, se determina en el bloque 520 que la petición recibida del bloque 505 no es para conectar un volumen indicado, la rutina continúa en cambio hacia el bloque 530 para definir si la petición recibida es una petición de acceso a datos de un programa en ejecución para un volumen conectado, como, por ejemplo, una petición de lectura o una petición de escritura. De ser así, la rutina continúa al bloque 535, donde la rutina identifica la copia de volumen primaria asociada que corresponde a la petición de acceso a datos (Por ejemplo, basada en el dispositivo de almacenamiento de datos a nivel de bloque lógico, local y representativo utilizado por el programa ejecutado para la petición de acceso a datos) e inicia el acceso a datos solicitado a la copia de volumen primaria. Tal y como se analiza en mayor detalle en otras partes de este documento, en algunas realizaciones se puede utilizar un esquema de escritura diferido como, por ejemplo, para modificar inmediatamente las copias de volumen primarias reales y/o espejo con el fin de reflejar una petición de acceso a datos de escritura (Por ejemplo, para actualizar siempre la copia de volumen espejo, para actualizar una copia de volumen espejo solo si la copia de volumen espejo se promueve a copia de volumen primaria, etc.), pero no para modificar inmediatamente un segmento correspondiente almacenado en uno o más sistemas de almacenamiento de archivado para reflejar la petición de acceso a datos de escritura (Por ejemplo, para actualizar eventualmente la copia almacenada en los sistemas de almacenamiento de archivado cuando se han realizado suficientes modificaciones y/o cuando se solicita acceso de lectura a información correspondiente, etc.). En la realización ilustrada, el mantenimiento de las copias de volumen espejo se realiza mediante una rutina distinta a la rutina 500 (Por ejemplo mediante el servidor primario del sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque que almacena la copia de volumen primaria) a pesar de que en otras realizaciones la rutina 500 puede además colaborar en el bloque 535 para mantener una o más copias de volumen espejo al enviar peticiones de acceso a datos similares o idénticos a esas copias de volumen espejo. Además, en algunas realizaciones, un volumen puede no almacenarse en los sistemas de almacenamiento de archivado hasta que lo solicite expresamente un usuario correspondiente (Por ejemplo, como parte de una petición para crear una copia instantánea del volumen), mientras que en otras realizaciones se puede mantener una copia en los sistemas de almacenamiento de archivado de al menos algunas porciones de al menos algunos volúmenes (Por ejemplo si la copia de los sistemas de almacenamiento de archivado se utiliza como un almacén de respaldo para las copias de volumen primarias y/o espejo).

Después del bloque 535, la rutina continúa hacia el bloque 540 para definir si se ha recibido una respuesta del servidor primario de sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque para la petición enviada en el bloque 535 dentro de un tiempo límite predefinido, como para indicar el éxito de la operación. De no ser así, la rutina define que el servidor primario del sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque no está disponible, y continúa hacia el bloque 545 para iniciar una modificación para conectar una de las copias de volumen espejo como la nueva copia de volumen primaria, y para asociar el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor para dicha copia de volumen espejo como el nuevo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor primario para el volumen. Además, de forma similar, la rutina envía la petición de acceso a datos a la nueva copia de volumen primaria de una manera similar a la que se indica anteriormente respecto del bloque 535, y puede además, en algunas realizaciones, controlar si se recibe una respuesta apropiada y proceder nuevamente al bloque 545 si no fuese el caso (Por ejemplo para promover otra copia de volumen espejo y repetir el proceso). En algunas realizaciones, la iniciación del cambio de una copia de volumen espejo como una nueva copia de volumen primaria se puede realizar en coordinación con la rutina 400, por ejemplo iniciando contacto con la rutina 400 para definir qué copia de volumen espejo debe convertirse en la nueva copia de volumen primaria, al recibir instrucciones de la rutina 400 cuando una copia de volumen se promueve para convertirse en copia de volumen primaria mediante la rutina 500 (Por ejemplo como se muestra en la indicación enviada por la rutina 500 en el bloque 545 de que la copia de volumen primaria no está disponible), etc.

Si, en cambio, se determina en el bloque 530 que la petición recibida no es una petición de acceso a datos para un volumen conectado, la rutina continúa en cambio hacia el bloque 585 para realizar una o más operaciones diferentes indicadas, según sea apropiado. Las otras operaciones pueden tener varias formas en varias realizaciones como, por ejemplo, instrucciones de la rutina 400 de nueva información de volumen (Por ejemplo una nueva copia de volumen primaria promovida para un volumen al cual se conectan uno o más programas en ejecución que están siendo manejados), para desconectar un volumen de un programa en ejecución en un nodo informático asociado

con la rutina 500, etc. Además, en al menos algunas realizaciones, la rutina 500 puede además realizar una o más acciones diferentes de un monitor de máquina virtual como, por ejemplo, si la rutina 500 opera como parte o, de otra manera, en conjunto con un monitor de máquina virtual que administra uno o más nodos informáticos de máquina virtual asociados.

5 Después de los bloques 515, 525, 545, o 585, o si en cambio se determina en el bloque 540 que una respuesta se recibe dentro de un límite de tiempo predefinido, la rutina continúa hacia el bloque 595 para definir si continúa, por ejemplo, hasta recibir una instrucción de finalización explícita. De ser así, la rutina regresa al bloque 505, de lo contrario continúa al bloque 599 y finaliza.

10 Además, en al menos algunos tipos de peticiones, la rutina puede además verificar en algunas realizaciones que el solicitante está autorizado para realizar la petición, basada, por ejemplo, en derechos de acceso específicos para el solicitante y/o para un destino asociado de la petición (Por ejemplo un volumen indicado). En algunas de dichas realizaciones, la verificación de la autorización puede además incluir obtener el pago por parte del solicitante para la funcionalidad solicitada (o verificar que dicho pago ya se ha realizado), para no llevar a cabo la petición si el pago no se ha realizado. Por ejemplo, los tipos de petición que pueden tener un pago asociado en al menos algunas realizaciones y situaciones incluyen peticiones para ejecutar programas indicados, conectar un volumen, realizar alguna o cualquier tipo de petición de acceso a datos, y otros tipos de operaciones indicadas. Además, algunos o todos los tipos de acciones llevadas a cabo en nombre de usuarios pueden ser monitoreadas y medidas como, por ejemplo, para un uso posterior al determinar las correspondientes tarifas basadas en el uso para al menos algunas de dichas acciones.

25 La Figura 6 es un diagrama de flujo de una realización ejemplar de una rutina de Sistema de Almacenamiento de Datos a nivel de Bloque en Servidor 600. Esta rutina puede estar provista, por ejemplo, por ejecución de un componente de software en un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor, como para administrar el almacenamiento de datos a nivel de bloque en uno más volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque en dicho sistema de almacenamiento en servidor (Por ejemplo para sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor 165 de la Figura 1 y/o de la Figura 2). En otras realizaciones, alguna o todas las funcionalidades de la rutina pueden ser provistas de otras maneras como, por ejemplo, mediante la ejecución de un software en uno o más sistemas informáticos para administrar uno o más sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor.

35 La realización ilustrada de la rutina comienza en el bloque 605, donde se recibe una petición. La rutina continúa hacia el bloque 610 para determinar si la petición recibida está relacionada con la creación de un nuevo volumen como, por ejemplo, asociando un bloque de espacio de almacenamiento disponible para el sistema de almacenamiento en servidor (Por ejemplo espacio de almacenamiento en uno o más discos duros locales) con un nuevo volumen indicado. La petición puede, por ejemplo, ser de la rutina 400 y/o de un usuario asociado con el nuevo volumen que se está creando. De ser así, la rutina continúa al bloque 615 para almacenar información acerca del nuevo volumen, y en el bloque 620 inicia un espacio de almacenamiento para el nuevo volumen (Por ejemplo bloque lineal lógico de espacio de almacenamiento de un tamaño indicado). Tal y como se analiza en mayor detalle en otra parte de este documento, en algunas realizaciones se pueden crear nuevos volúmenes basados en otro volumen existente o copia de volumen instantánea y, de ser así, la rutina en el bloque 620 puede iniciar el espacio de almacenamiento para el nuevo volumen, copiando datos apropiados para el espacio de almacenamiento, mientras que en otras realizaciones puede iniciar un nuevo espacio de almacenamiento de volumen de otras maneras (Por ejemplo para inicializar el espacio de almacenamiento a un valor por defecto, por ejemplo a todos ceros).

50 Si, en cambio, se determina en el bloque 610 que la petición recibida no es para crear un nuevo volumen, la rutina continúa en cambio hacia el bloque 625 para definir si una petición de acceso a datos ha sido recibida para un volumen existente almacenado en el sistema de almacenamiento en servidor como, por ejemplo, desde un administrador de nodo asociado con un programa en ejecución que inició la petición de acceso a datos. De ser así, la rutina continúa al bloque 630 para realizar la petición de acceso a datos en el volumen indicado. La rutina entonces continúa hacia el bloque 635 para, en la realización ilustrada, iniciar de manera opcional las actualizaciones correspondientes para una o más copias espejo del volumen como, por ejemplo, si el volumen indicado en el sistema de almacenamiento en servidor actual es la copia de volumen primaria para el volumen. En otras realizaciones, se puede mantener la coherencia entre una copia de volumen primaria y las copias de volumen espejo de otras formas. Tal y como se describe en mayor detalle en otra parte de este documento, en algunas realizaciones, al menos algunas modificaciones de los contenidos de datos almacenados de al menos algunos volúmenes también se pueden realizar a uno o más sistemas de almacenamiento de archivado (Por ejemplo a un servicio de almacenamiento remoto), como para mantener una copia de respaldo u otra copia de dichos volúmenes y, de ser así, la rutina puede además iniciar actualizaciones de los sistemas de almacenamiento de archivado para iniciar las actualizaciones correspondientes para una o más copias del volumen en los sistemas de almacenamiento de archivado. Además, si la rutina en el bloque 635 o en cualquier otro sitio define que no hay una copia espejo del volumen disponible (por ejemplo, según una falta de respuesta a una petición de acceso a datos enviada en el bloque 635 dentro de un tiempo predefinido o a un mensaje *ping* o a otro mensaje de estado iniciado por la rutina

600 para verificar periódicamente que estén disponibles la copia de volumen espejo y su sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor espejo; según un mensaje del sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor espejo que ha sufrido una condición de error o que ha comenzado el apagado o el funcionamiento en modo de fallo; etc.), la rutina puede iniciar acciones para crear una nueva copia espejo de un volumen como, por ejemplo, enviando un mensaje correspondiente a la rutina 400 de la Figura 4 o, en cambio, iniciando directamente la creación de una copia de volumen espejo.

Si, en cambio, se determina en el bloque 625 que la petición recibida no es una petición de acceso a datos para un volumen, la rutina continúa hacia el bloque 685 para realizar una o más de operaciones diferentes indicadas, según sea apropiado. Dichas otras operaciones pueden presentar diversas formas en diversas realizaciones como, por ejemplo, una o más del siguiente listado no restrictivo: para eliminar un volumen (Por ejemplo para tener el espacio de almacenamiento asociado disponible para otros usos); para copiar un volumen en un destino indicado (Por ejemplo en otro nuevo volumen en otro sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor, en uno o más sistemas de almacenamiento de archivado para utilizar como copia de volumen instantánea, etc.); para brindar información acerca del uso de los volúmenes (Por ejemplo para medir el uso del volumen, para los clientes que tienen una tarifa basada en el uso del volumen; para realizar mantenimientos o diagnósticos continuos en el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor (Por ejemplo desfragmentar los discos duros locales); etc. Después de los bloques 620, 635 o 685, la rutina continúa hacia el bloque 695 para definir si continúa, por ejemplo hasta recibir una instrucción de finalización explícita. De ser así, la rutina regresa al bloque 605, de lo contrario continúa al bloque 699 y finaliza.

Además, para al menos algunos tipos de peticiones, la rutina puede en algunas realizaciones verificar además que el solicitante esté autorizado a realizar dicha petición, basado por ejemplo en derechos de acceso especificados por el solicitante y/o un destino asociado de la petición (Por ejemplo un volumen indicado), mientras que en otras realizaciones la rutina puede suponer que las peticiones han sido previamente autorizadas por una rutina de la cual recibe peticiones (Por ejemplo una rutina de Administrador de Nodo y/o una rutina de Administrador de Sistema ADB). Además, alguno o todos los tipos de acciones tomadas en nombre de usuarios pueden ser monitoreadas y medidas, para su uso posterior al determinar las tarifas basadas en uso para al menos algunas de dichas acciones.

Las Figuras 7A y 7B son un diagrama de flujo de una realización ejemplar de una rutina de Administrador de Sistema PES 700. La rutina puede ser provista, por ejemplo, mediante la ejecución de un módulo de Administrador de Sistema PES 140 de la Figura 1. En otras realizaciones, una o todas las funcionalidades de la rutina 700 pueden en cambio ser provistas de otras maneras como, por ejemplo, mediante la rutina 400 como parte del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

En la realización ilustrada, la rutina comienza en el bloque 705, donde se recibe un mensaje de estado u otra petición relacionada con la ejecución de un programa. La rutina continúa hacia el bloque 710 para determinar el tipo de mensaje o petición recibida. Si en el bloque 710 se determina que el tipo es una petición para ejecutar un programa como, por ejemplo, de un usuario o programa en ejecución, la rutina continúa hacia el bloque 720 para seleccionar uno o más sistemas informáticos anfitriones donde ejecutar el programa indicado como, por ejemplo, un grupo de posibles sistemas informáticos anfitriones para la ejecución de programas. En algunas realizaciones, se pueden seleccionar uno o más sistemas de informáticos anfitriones según las instrucciones del usuario u otros criterios de interés indicados. La rutina entonces continúa hacia el bloque 725 para iniciar la ejecución del programa por cada uno de los sistemas informáticos anfitriones seleccionados, por ejemplo, mediante la interacción con un Administrador de Nodo asociado al sistema informático anfitrión seleccionado. En el bloque 730, la rutina entonces realiza opcionalmente una o más tareas de limpieza (Por ejemplo ejecución de programas de monitoreo por parte de usuarios como, por ejemplo, para mediciones y/u otros propósitos de facturación).

Si, en cambio, se determina en el bloque 710 que la petición recibida es para registrar un nuevo programa como disponible para su posterior ejecución, la rutina continúa en cambio hacia el bloque 740 para almacenar una indicación del programa y la información administrativa asociada para su utilización (Por ejemplo información de control de acceso relacionado con usuarios que están autorizados para utilizar el programa y/o tipos de usos autorizados) y además puede almacenar al menos una copia centralizada del programa en algunas situaciones. La rutina luego continúa hacia el bloque 745 para iniciar de manera opcional la distribución de copias del programa indicado a uno o más sistemas informáticos anfitriones para su uso posterior, de modo que permita un inicio rápido del programa mediante estos sistemas informáticos anfitriones al recuperar la copia almacenada del almacenamiento local de estos sistemas informáticos anfitriones. En otras realizaciones, una o más copias del programa indicado pueden estar almacenadas de otras formas como, por ejemplo, en uno o más sistemas de almacenamiento de archivado remoto.

Si, en cambio, se determina en el bloque 710 que se ha recibido un mensaje de estado en el bloque 705 relacionado con uno o más sistemas informáticos anfitriones, la rutina continúa en cambio al bloque 750 para actualizar la información relacionada con dichos sistemas informáticos anfitriones como para rastrear el uso de los programas en ejecución y/u otra información de estado acerca de los sistemas informáticos anfitriones (Por ejemplo uso de los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque no locales). En algunas realizaciones, los módulos de

administrador de nodo enviarán periódicamente mensajes de estado, mientras que en otras realizaciones, los mensajes de estados se pueden enviar en otros momentos (Por ejemplo cuando hubiese modificaciones significativas). En incluso otras realizaciones, la rutina 700 puede en cambio solicitar información de módulos de administrador de nodos y/o sistemas informáticos anfitriones según se desee. Los mensajes de estado pueden incluir una variedad de tipos de información como, por ejemplo, el número e identidad de los programas ejecutándose actualmente en un sistema informático específico, el número e identidad de las copias de programas actualmente almacenadas en el repositorio de programas local en un sistema informático específico, adjuntos y/u otro uso de volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque no locales, información relacionada con el rendimiento y los recursos (Por ejemplo utilización de la CPU, red, disco, memoria, etc.) para un sistema informático, información de configuración para un sistema informático, e informes de error o condiciones de fallo relacionados con hardware o software en un sistema informático específico.

Si la rutina en el bloque 705, en cambio, define que se recibe otro tipo de petición o mensaje, la rutina continúa, en cambio, hacia el bloque 785 para realizar una o más de otras operaciones indicadas, según sea apropiado. Dichas otras operaciones pueden incluir, por ejemplo, suspender o finalizar la ejecución de programas actualmente en ejecución, y de otra forma gestionar los aspectos administrativos del servicio de ejecución de programa (registro de nuevos usuarios, determinar y obtener el pago por el uso del servicio de ejecución de programa, etc.). Después de los bloques 745, 750 o 785, la rutina continúa hacia el bloque 730 para realizar una o más tareas de limpieza de manera opcional. La rutina luego continúa hacia el bloque 795 para determinar si continúa o no, por ejemplo, hasta recibir una instrucción de finalización explícita. De ser así, la rutina regresa al bloque 705, de lo contrario continúa al bloque 799 y finaliza.

Si bien no se ilustra en la presente, en al menos algunas realizaciones, se pueden proveer una variedad de tipos adicionales de funcionalidades para ejecutar programas mediante un servicio de ejecución de programa como, por ejemplo, en conjunto con un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque. En al menos algunas realizaciones, la ejecución de una o más copias o instancias de un programa en uno o más sistemas informáticos pueden iniciarse en respuesta a una petición de ejecución actual para la ejecución inmediata de aquellas instancias de programa. De manera alternativa, la iniciación puede estar basada en una petición de ejecución de programa recibida previamente que prevé o de otra manera reserva la futura ejecución de esas instancias de programa para el momento actual. Las peticiones de ejecución de programa pueden recibirse de diferentes maneras, directamente de un usuario (Por ejemplo, mediante una consola interactiva u otra GUI (interfaz gráfica del usuario) provista por el servicio de ejecución del programa), o de un programa en ejecución de un usuario que inicia automáticamente la ejecución de una o más instancias de otros programas o de sí mismo (Por ejemplo mediante una API (interfaz de programación de aplicaciones) provista por el servicio de ejecución de programa, tal y como una API que utiliza servicios web). Las peticiones de ejecución de programa pueden incluir diferentes informaciones que se utilizarán en la iniciación de la ejecución de una o más instancias de un programa, tal y como una indicación de un programa previamente registrado o provisto de otra manera para su futura ejecución, y una cantidad de instancias del programa que se ejecutarán simultáneamente (Por ejemplo expresada como un único número de instancias deseadas, como un número mínimo y máximo de instancias deseadas, etc.). Además, en algunas realizaciones, las peticiones de ejecución de programa pueden incluir varios tipos de información diferentes, tal y como los siguientes: una indicación de una cuenta de usuario u otra indicación de un usuario previamente registrado (Por ejemplo para utilizar en la identificación de un programa previamente almacenado y/o para determinar si la ejecución de la instancia de programa solicitada está autorizada); una indicación de una fuente de pago con la cual hacer el pago del servicio de ejecución de programa para la ejecución de instancias de programa; una indicación de un pago previo o de otra autorización para la ejecución de instancias de programa (Por ejemplo, una suscripción comprada previamente válida por un determinado período, para un número de instancias de ejecución de programa, para una determinada cantidad de usos de un recurso, etc.); y/o un ejecutable u otra copia de un programa que será ejecutado inmediatamente y/o almacenado para su posterior ejecución. Además, en algunas realizaciones, las peticiones de ejecución de programa pueden además incluir una variedad de otros tipos de preferencias y/o requerimientos para la ejecución de una o más instancias de programa. Dichas preferencias y/o requerimientos pueden incluir indicaciones para que algunas o todas las instancias de programa sean ejecutadas en una ubicación geográfica y/o lógica indicada, tal y como en uno de los centros de datos múltiples que alojan sistemas informáticos disponibles para su uso, en sistemas informáticos múltiples que estén próximos entre sí y/o en uno o más sistemas informáticos que estén próximos a sistemas informáticos que presenten otras características indicadas (por ejemplo, que provean una copia de un volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque indicados).

La Figura 8 es un diagrama de flujo de una realización ejemplar de una rutina de Administrador de archivado 800. La rutina puede estar provista, por ejemplo, por ejecución de uno de los módulos de Administrador de archivado 355 de la Figura 4, del módulo de Administrador de archivado 190 de las Figuras 2C-2F y/o de uno o más módulos de administrador de archivado (no ilustrados) en los sistemas informáticos 180 de la Figura 1. En otras realizaciones, algunas o todas las funcionalidades de la rutina 800 pueden, en cambio, ser provistas de otras maneras, tal y como mediante la rutina 400 como parte de un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque. En la realización ilustrada, los sistemas de almacenamiento de archivado almacenan datos en fragmentos, cada uno de los cuales corresponde a una porción de un volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, pero en otras realizaciones los datos se pueden almacenar de otras formas.

La realización ilustrada de la rutina 800 comienza en el bloque 805, donde se recibe información o una petición. La rutina luego continúa hacia el bloque 810 para definir si se autoriza la petición o información como, por ejemplo, si el solicitante ha pagado para obtener acceso según una tarifa, o si en cambio tiene derechos de acceso para indicar que se lleve a cabo una petición. Si en el bloque 815 se define que se autoriza la petición o información, la rutina continúa hacia el bloque 820 y, de no ser así, regresa al bloque 805. En el bloque 820, la rutina define si la petición recibida es para almacenar una nueva copia de instantánea para un volumen indicado. De ser así, la rutina continúa hacia el bloque 825 para obtener fragmentos de volumen múltiples para el volumen, almacenar cada fragmento como un objeto de datos de sistema de almacenamiento de archivado, y luego almacenar información acerca de los objetos de datos para los fragmentos que están asociados con la copia de volumen instantánea. Tal y como se analiza en mayor detalle en otra parte de este documento, los fragmentos de volumen se pueden obtener de varias maneras, por ejemplo al recibirse en el bloque 805 como bloques distintivos múltiples, recibidos en el bloque 805 como un único gran grupo de datos a nivel de bloque que está dividido en fragmentos en el bloque 825, recuperados en el bloque 825 como fragmentos individuales o como un único gran grupo de datos a nivel de bloque que será dividido en fragmentos, previamente almacenados en los sistemas de almacenamiento de archivado, etc.

Si, en cambio, se determina en el bloque 820 que la petición recibida no es para almacenar una nueva copia de volumen instantánea, la rutina continúa, en cambio, hacia el bloque 830 para definir si la petición recibida es para almacenar una copia instantánea incremental de un volumen que refleja cambios de una copia de volumen instantánea previa. De ser así, la rutina continúa hacia el bloque 835 para identificar fragmentos instantáneos que han cambiado desde una copia instantánea previa del volumen, y para obtener copias de los fragmentos instantáneos modificados de una forma similar a la analizada anteriormente con referencia al bloque 825. La rutina luego continúa hacia el bloque 840 para almacenar copias de los fragmentos modificados, y para almacenar información acerca de los nuevos fragmentos modificados y los otros fragmentos previos no modificados, cuyos objetos de datos correspondientes están asociados con la nueva copia de volumen instantánea. Los fragmentos que se han modificado desde una copia de volumen instantánea previa pueden identificarse de varias maneras, por ejemplo mediante sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque en servidor que almacenan copias primarias y/o espejo del volumen (Por ejemplo, rastreando cualquier petición de acceso a datos de escritura u otras peticiones de modificación para el volumen).

Si, en cambio, se determina en el bloque 830 que las peticiones recibidas no son para almacenar una copia de volumen instantánea incremental, la rutina continúa, en cambio, hacia el bloque 845 para determinar si la petición recibida es para proveer uno o más fragmentos de una copia de volumen instantánea, por ejemplo desde objetos de datos almacenados correspondientes. De ser así, la rutina continúa hacia el bloque 850 para recuperar los datos de el/los fragmento/s de copia de volumen instantánea indicado/s, y enviar los datos recuperados al solicitante. Dichas peticiones pueden ser, por ejemplo, parte de la creación de un nuevo volumen basado en una copia de volumen instantánea existente al recuperar todos los fragmentos para la copia de volumen instantánea, parte de la recuperación de un subconjunto de unos fragmentos de copia de volumen instantánea para restaurar una copia de volumen en espejo mínima, etc.

Si, en cambio, se determina en el bloque 845 que la petición recibida no es para proveer uno o más fragmentos de copia de volumen instantánea, la rutina continúa hacia el bloque 855 para definir si la petición recibida es para realizar una o más peticiones de acceso a datos para uno o más fragmentos de volumen que no son parte de una copia de volumen instantánea, como para realizar peticiones de accesos a datos de lectura y/o peticiones de acceso a datos de escritura para uno o más objetos de datos que representan fragmentos de volumen específicos (Por ejemplo si aquellos objetos de datos almacenados sirven de almacén de respaldo para dichos fragmentos de volumen). De ser así, la rutina continúa hacia el bloque 860 para llevar a cabo la/s petición o peticiones de acceso a datos para el/los objeto/s de datos almacenados correspondientes para el/los fragmento/s de volumen indicados. Tal y como se describe en mayor detalle en otra parte de este documento, en al menos algunas realizaciones, se pueden utilizar técnicas de actualización diferida cuando se modifican objetos de datos almacenados, de modo que una petición de acceso a datos de escritura puede no llevarse a cabo inmediatamente. De ser así, antes de que se finalice una petición de acceso a datos de lectura posterior para el mismo objeto, una o más peticiones de acceso a datos de escritura previas pueden llevarse a cabo para garantizar una estricta coherencia de datos.

Si, en cambio, se determina en el bloque 855 que la petición recibida no es para llevar a cabo peticiones de acceso a datos para uno o más fragmentos de volumen, la rutina continúa, en cambio, hacia el bloque 885 para realizar una o más otras operaciones indicadas, según sea apropiado. Dichas operaciones pueden incluir, por ejemplo, recibir información de forma repetida que corresponde con las modificaciones que se realizan en un volumen para actualizar los correspondientes objetos de datos almacenados que representan el volumen (Por ejemplo como un almacén de respaldo o para otros propósitos) y llevar a cabo las acciones apropiadas correspondientes, responder a las peticiones para eliminar o de otra manera modificar las copias de volumen instantáneas almacenadas, responder a las peticiones de un usuario para administrar una cuenta con un servicio de almacenamiento que provee los sistemas de almacenamiento de archivado, etc. Después de los bloques 825, 840, 850, 860 u 885, la rutina continúa hacia el bloque 895 para definir si continúa, por ejemplo hasta recibir una instrucción de finalización explícita. De ser así, la rutina regresa al bloque 805, de lo contrario continúa al bloque 899 y finaliza.

Tal y como se describe anteriormente, para al menos algunos tipos de peticiones, la rutina puede en algunas realizaciones verificar además que el solicitante está autorizado a realizar dicha petición, según, por ejemplo, derechos de acceso especificados por el solicitante y/o un destino asociado de la petición (Por ejemplo un volumen indicado o copia de volumen instantánea), mientras que en otras realizaciones, la rutina puede suponer que las peticiones han sido previamente autorizadas por una rutina de la cual recibe peticiones (Por ejemplo una rutina de Administrador de Nodo y/o una rutina de Administrador de Sistema ADB). Además, algunas o todos los tipos de acciones tomadas en nombre de usuarios pueden ser monitoreadas y medidas en al menos algunas realizaciones, por ejemplo para utilizar posteriormente en la determinación de las tarifas basadas en uso correspondientes para al menos algunas de dichas acciones.

Además, tal y como se indica anteriormente, algunas realizaciones pueden utilizar máquinas virtuales y, de ser así, los programas que se ejecutarán mediante el servicio de ejecución de programa pueden incluir imágenes de máquinas virtuales completas. En algunas realizaciones, un programa que será ejecutado puede comprender un sistema operativo completo, un sistema de archivos y/u otros datos, y posiblemente uno o más procesos a nivel usuario. En otras realizaciones, un programa que será ejecutado puede comprender uno o más tipos de ejecutables que interoperan para ofrecer alguna funcionalidad. Incluso en otras realizaciones, un programa que será ejecutado puede comprender una recopilación física o lógica de instrucciones y datos que pueden ser ejecutados de forma nativa en el sistema informático provisto o indirectamente mediante intérpretes u otras abstracciones de hardware implementadas mediante software. Más generalmente, en algunas realizaciones, un programa que será ejecutado puede incluir uno o más programas de aplicación, marcos de aplicación, bibliotecas, archivos, ficheros de clase, secuencias de comandos, ficheros de configuración, ficheros de datos, etc.

Además, como se indica anteriormente, en al menos algunas realizaciones y situaciones, los volúmenes pueden migrarse o de otro modo trasladarse de un sistema de almacenamiento en servidor a otro. Se pueden utilizar varias técnicas para trasladar volúmenes, y dicho movimiento se puede iniciar de varias maneras. En algunas situaciones, el movimiento puede reflejar problemas relacionados con los sistemas de almacenamiento en servidor en los que los volúmenes están almacenados (Por ejemplo fallos en los sistemas de almacenamiento en servidor y/o en el acceso de red a los sistemas de almacenamiento en servidor). En otras situaciones, el movimiento se puede realizar para albergar otras copias de volumen que serán almacenadas en sistemas de almacenamiento en servidor existentes, tal y como volúmenes de mayor prioridad, o para consolidar el almacenamiento de copias de volumen en un número limitado de sistemas de almacenamiento en servidor, como para habilitar los sistemas de almacenamiento en servidor originales que almacenan las copias de volumen para que se apaguen por motivos tal y como mantenimiento, conservación de energía, etc. En un ejemplo específico, si una o más copias de volumen almacenados en un sistema de almacenamiento en servidor necesitan más recursos de los disponibles en dicho sistema de almacenamiento en servidor, se puede migrar una o más copias de volumen a uno o más sistemas de almacenamiento en servidor con recursos adicionales. El uso excesivo de los recursos disponibles puede ocurrir por varias razones, por ejemplo cuando uno o más sistemas de almacenamiento en servidor presenta menos recursos que los esperados, uno o más de los sistemas de almacenamiento en servidor utiliza más recursos que los esperados (o permitidos) o, en algunas realizaciones en las que los recursos disponibles de uno o más sistemas de almacenamiento en servidor están intencionalmente comprometidos en exceso respecto de las posibles necesidades de recursos de una o más copias de volumen reservadas o almacenadas. Por ejemplo, si las necesidades de recursos esperadas de las copias de volumen están dentro de los recursos disponibles, las necesidades de recursos máximas pueden superar los recursos disponibles. Un uso excesivo de los recursos disponibles también puede ocurrir si los recursos reales necesarios para el almacenamiento o uso del volumen superan los recursos disponibles.

Se podrá apreciar que en algunas realizaciones la funcionalidad provista por las rutinas mencionadas anteriormente puede proveerse de maneras alternativas, por ejemplo, dividiéndose entre más rutinas o consolidándose en menos rutinas. De manera similar, en algunas realizaciones, las rutinas ilustradas pueden proveer más o menos funcionalidades que las descritas, por ejemplo cuando otras rutinas ilustradas en cambio excluyen o incluyen dicha funcionalidad respectivamente, o cuando la cantidad de funcionalidad que se provee se ve alterada. Además, si bien varias operaciones pueden ilustrarse como si se realizaran de una determinada manera (Por ejemplo en serie o en paralelo) y/o en un orden particular, en otras realizaciones las operaciones se pueden realizar en ordenes diferentes o de maneras diferentes. De manera similar, las estructuras de datos indicadas anteriormente pueden estar estructuradas de diferentes maneras en otras realizaciones como, por ejemplo, presentando una estructura de datos única dividida en estructuras de datos múltiples consolidadas en una estructura de datos única, y pueden almacenar más o menos información que la descrita (Por ejemplo cuando otras estructuras de datos ilustradas en cambio excluyen o incluyen dicha información respectivamente, o cuando la cantidad o los tipos de información que está almacenada se ve alterada).

Por lo que antecede, se podrá apreciar que, a pesar de que en la presente se han descrito realizaciones específicas a efectos ilustrativos, se pueden realizar varias modificaciones sin desviarse del alcance de la invención. De manera acorde, la invención no está limitada excepto por las reivindicaciones adjuntas y los elementos descritos en las mismas. Además, mientras que ciertos aspectos de la invención se presentan a continuación en ciertas formas de

reivindicaciones, los inventores contemplaron los distintos aspectos de la invención en cualquier forma de reivindicación disponible. Por ejemplo, mientras solo algunos aspectos de la invención actualmente pueden ser enumerados como reivindicados en un medio legible por ordenador, otros aspectos pueden realizarse de igual manera.

5 Las siguientes cláusulas describen conceptos técnicos relacionados con la invención, pero no constituyen realizaciones enmarcadas dentro del alcance de las reivindicaciones.

10 Cláusula 1. Un método para un sistema informático de un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque para proveer capacidades de almacenamiento de datos a nivel de bloque en remoto para programas en ejecución, dicho método comprendiendo:

15 recibir una petición para iniciar el acceso de un primer programa en ejecución a un almacenamiento de datos a nivel de bloque no local provisto por un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque, ejecutándose el primer programa en el primero de una pluralidad de sistemas informáticos que están co-localizados en una ubicación geográfica y que comparten una o más redes internas, utilizando el servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque un primer grupo de otra múltiple pluralidad de sistemas informáticos como sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque que proveen almacenamiento de datos a nivel de bloque a múltiples programas en ejecución, no siendo el primer sistema informático parte del primer grupo; y estando bajo el control de un primer módulo de administrador de nodo del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque que administra el acceso del primer sistema informático a las redes internas,

20 recibir una o más peticiones de acceso a datos iniciadas por el primer programa en ejecución a un dispositivo de almacenamiento local lógico del primer sistema informático que representa el almacenamiento de datos a nivel de bloque no local provisto por el servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque;

25 responder automáticamente a las peticiones de acceso a datos recibidas interactuando sobre las redes internas con un segundo sistema informático en nombre del primer programa en ejecución para llevar a cabo las peticiones de acceso a datos recibidas en un primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque que tiene una copia primaria almacenada en el segundo sistema informático y que tiene una copia espejo almacenada en un tercer sistema informático, siendo el segundo y tercer sistema informático cada uno parte del primer grupo de sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque, la interacción sobre las redes internas llevándose a cabo de una manera que es transparente para el primer programa en ejecución;

30 después de llevar a cabo las peticiones de acceso a datos recibidas en el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, definir automáticamente que la copia primaria del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en el segundo sistema informático no está disponible; y

35 después de recibir una o más diferentes peticiones de acceso a datos iniciadas por el primer programa en ejecución al primer dispositivo de almacenamiento a nivel de bloque local y lógico del primer sistema informático, responder automáticamente a las diferentes peticiones de acceso a datos recibidas por medio de la interacción mediante las redes internas con el tercer sistema informático interno en nombre del primer programa en ejecución para llevar a cabo las otras peticiones de acceso a datos en la primera copia espejo del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en el tercer sistema informático.

40

45

50 Cláusula 2. El método de la cláusula 1, que comprende, además, bajo el control de un módulo de administrador de sistema para el servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque, administrar el suministro, por parte del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque del almacenamiento de datos a nivel de bloque a los múltiples programas en ejecución, incluyendo dicha administración:

55 crear múltiples volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque para ser cada uno de ellos utilizado por uno o más de los múltiples programas en ejecución, la creación de cada uno de los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque incluyendo el almacenamiento de una copia primaria del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en uno de los múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque e incluyendo el almacenamiento de una copia espejo del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en otro de los múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque, ejecutándose los múltiples programas en múltiples sistemas informáticos que presentan módulos de administrador de nodos asociados múltiples;

60 mantener las copias espejo de los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque llevando a cabo dicha modificación a los datos a nivel de bloque almacenados en la copia espejo del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, cuando un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque que almacena la copia primaria de uno de los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque creados realiza una modificación de los datos a nivel de bloque almacenados en dicha copia primaria según una petición de acceso a datos de escritura recibida de un programa en

65

ejecución; y
 mantener acceso a los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque al promover la copia espejo de un volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque para convertirla en una nueva copia primaria de un volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, cuando la copia primaria de uno de los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque creados no está disponible.

5
 10
 15

Cláusula 3. El método de la cláusula 2 en el que los programas múltiples son ejecutados por un servicio de ejecución de programa en un segundo grupo de múltiples sistemas informáticos de la pluralidad de sistemas informáticos, en el que los sistemas informáticos del segundo grupo son distintos de los sistemas informáticos del primer grupo, en el que el primer sistema informático anfitrión alberga múltiples máquinas virtuales cada una de las cuales es capaz de ejecutar al menos un programa, en el que el primer programa en ejecución es uno de los múltiples programas y es una imagen de máquina virtual siendo ejecutada por al menos una de las múltiples máquinas virtuales albergadas por el primer sistema informático, y en el que se ejecuta el primer módulo de administrador de nodo como parte de un monitor de máquina virtual para el primer sistema informático.

Cláusula 4. Un método implementado por ordenador para proveer la funcionalidad de almacenamiento de datos a nivel de bloque a un programa en ejecución, comprendiendo el método:

20
 25
 30
 35
 40
 45

recibir una o más indicaciones de un primer grupo de una o más peticiones de acceso a datos iniciadas por un primer programa en ejecución a un dispositivo de almacenamiento a nivel de bloque local a un primer sistema informático en el que se ejecuta el primer programa, siendo el dispositivo de almacenamiento a nivel de bloque local un dispositivo lógico que representa un volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque no local provisto por un segundo sistema distinto de almacenamiento de datos sobre una o más redes;
 responder automáticamente a las indicaciones recibidas del primer grupo de peticiones de acceso a datos interactuando con el segundo sistema de almacenamiento de datos mediante sobre una o más redes en nombre del primer programa en ejecución para provocar la realización de las peticiones de acceso a datos del primer grupo sobre datos a nivel de bloque almacenados por el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque provisto por el segundo sistema de almacenamiento de datos;
 determinar que el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque provisto por el segundo sistema de almacenamiento de datos ha dejado de estar disponible e identificar automáticamente un tercer sistema de almacenamiento que contenga una copia espejo del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque provisto por el segundo sistema de almacenamiento de datos, siendo el tercer sistema de almacenamiento de datos distinto del primer sistema informático y del segundo sistema de almacenamiento de datos;
 recibir una o más indicaciones de un segundo grupo de una o más peticiones de acceso a datos iniciadas por el primer programa en ejecución al dispositivo de almacenamiento a nivel de bloque en el primer sistema informático; y
 responder automáticamente a las indicaciones recibidas del segundo grupo de peticiones de acceso a datos interactuando con el tercer sistema de almacenamiento de datos por medio de una o más redes en nombre del primer programa en ejecución para provocar la realización de las peticiones de acceso a datos del segundo grupo sobre la copia espejo del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en el tercer sistema de almacenamiento de datos identificado.

50

Cláusula 5. El método de la cláusula 4 que comprende, además, antes de recibir las indicaciones del primer grupo de una o más peticiones de acceso a datos, conectar el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque al primer sistema informático para que el primer programa en ejecución lo utilice, la conexión del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque al primer sistema informático, incluyendo asociar el dispositivo de almacenamiento a nivel de bloque local y lógico para el primer sistema informático al volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque provisto por el segundo sistema de almacenamiento de datos.

55
 60

Cláusula 6. El método de la cláusula 5 que comprende, además, , antes de conectar el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque al primer sistema informático, crear el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque mediante el almacenamiento de una copia primaria del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque creado en el segundo sistema de almacenamiento de datos y el almacenamiento de la copia espejo del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en el tercer sistema de almacenamiento de datos, de modo que la realización de las peticiones de acceso a datos del primer grupo en el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque provistos por el segundo sistema de almacenamiento de datos se lleven a cabo en la copia primaria almacenada del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

65

Cláusula 7. El método de la cláusula 6 en el que el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque está provisto por un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque, en el que la creación del volumen

de almacenamiento de datos a nivel de bloque es realizada por un módulo de administrador de sistema del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque en respuesta a una petición de un usuario que está asociado con el primer programa en ejecución, y en el que la conexión del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque al primer sistema informático es realizada por un módulo de administrador de nodo del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque que administra el acceso del primer sistema informático a una o más de las redes.

Cláusula 8. El método de la cláusula 4 que comprende, además, después de determinar que el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque provisto por el segundo sistema de almacenamiento de datos ha dejado de estar disponible, iniciar automáticamente la creación de otra copia del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en un cuarto sistema de almacenamiento de datos que es distinto del primer sistema informático y del segundo y tercer sistema de almacenamiento de datos.

Cláusula 9. El método de la cláusula 8 en el que el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque provisto por un segundo sistema de almacenamiento de datos ha dejado de estar disponible según al menos un fallo del segundo sistema de almacenamiento de datos, en una fallo en la conectividad al segundo sistema de almacenamiento de datos, y en una incapacidad del segundo sistema de almacenamiento de datos de acceder de manera fiable al volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque almacenado.

Cláusula 10. El método de la cláusula 4 en el que la realización de al menos una de las peticiones de acceso a datos del primer grupo incluye modificar los datos a nivel de bloque almacenados en el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en el segundo sistema de almacenamiento de datos, y además incluye mantener la copia espejo del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en el tercer sistema de almacenamiento de datos mediante la modificación de los datos a nivel de bloque almacenados en la copia espejo del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en el tercer sistema de almacenamiento de datos.

Cláusula 11. El método de la cláusula 4 en el que el primer sistema informático y el segundo sistema de almacenamiento de datos son un subconjunto de una pluralidad de sistemas informáticos co-localizados en una única ubicación geográfica, en el que la pluralidad de sistemas informáticos incluye múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque que están provistos por un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque, y en el que cada uno del segundo y tercer sistema de almacenamiento de datos es distinto de los múltiples sistemas de almacenamientos de datos a nivel de bloque.

Cláusula 12. El método de la cláusula 11 en el que la única ubicación geográfica en la que la pluralidad de sistemas informáticos están co-localizados es un centro de datos, y en el que el método además comprende crear al menos una copia del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en uno o más sistemas de almacenamiento de datos de archivo de un servicio de almacenamiento remoto que están ubicados externos al centro de datos.

Cláusula 13. El método de la cláusula 11 en el que el primer programa es ejecutado por un servicio de ejecución de programa que ejecuta múltiples programas para múltiples usuarios en múltiples sistemas informáticos de la pluralidad de sistemas informáticos, en el que el primer sistema informático anfitrión alberga múltiples máquinas virtuales, cada una de las cuales es capaz de ejecutar al menos un programa, en el que el primer programa en ejecución es uno de los múltiples programas y es una imagen de máquina virtual que está siendo ejecutada por al menos por una de las múltiples máquinas virtuales albergadas por el primer sistema informático, en el que la recepción de las indicaciones del primer grupo de peticiones de acceso a datos y la recepción de las indicaciones del segundo grupo de las otras peticiones de acceso a datos y la respuesta automática a las indicaciones recibidas del primer y segundo grupo de peticiones de acceso a datos se realizan como parte de la ejecución de un monitor de máquina virtual para el primer sistema informático, y en el que el primer sistema informático incluye uno o más distintos dispositivos de almacenamiento locales reales que están disponibles para que los utilice el primer programa en ejecución.

Cláusula 14. Un medio legible por ordenador cuyos contenidos permiten a uno o más sistemas informáticos ofrecer una funcionalidad de almacenamiento de datos a nivel de bloque a un programa en ejecución, mediante la realización de un método que comprende:

recibir una o más indicaciones de una o más peticiones de acceso a datos iniciadas por un primer programa en ejecución en un primer sistema informático de un volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, siendo el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque provisto por un segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque que está separado del primer sistema informático por una o más redes;

responder automáticamente a las indicaciones recibidas de las peticiones de acceso a datos al iniciar la realización de peticiones de acceso a datos en el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque;

crear automáticamente una copia espejo del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en cada uno o más de los terceros sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque que son distintos del primer sistema informático y del segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque; y

5 después de que el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque provisto por el segundo sistema de almacenamiento de datos ha dejado de estar disponible, responder automáticamente a una o más indicaciones recibidas de una o más distintas peticiones de acceso a datos iniciadas mediante el primer programa al volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque al llevar a cabo otras peticiones de acceso a datos en la copia espejo del volumen de almacenamiento de datos a nivel de
10 bloque creadas en al menos uno de los terceros sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

Cláusula 15. El medio legible por ordenador de la cláusula 14, en la que la realización de las peticiones de acceso a datos del primer grupo, la creación automática de la copia en espejo del volumen de
15 almacenamiento de datos a nivel de bloque, y la realización de otras peticiones de acceso a datos del segundo grupo se realizan automáticamente por un módulo de administrador de sistema de un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque, en el que el primer programa inicia las peticiones de acceso a datos al volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque al interactuar con un dispositivo de almacenamiento de datos a nivel de bloque lógico que es local al primer sistema informático y que representa
20 el volumen de almacenamiento de datos provisto por el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque, en el que la recepción de las peticiones de acceso a datos iniciados por un primer módulo de administrador de nodo del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque que está asociado con el primer sistema informático después de interacciones del primer programa con el dispositivo, y en el que la respuesta automática a las indicaciones recibidas de las peticiones de acceso a datos se realiza en parte bajo
25 el control del módulo de administrador de nodo al iniciar el envío de las peticiones de acceso a datos recibidos sobre una o más redes.

Cláusula 16. El medio legible por ordenador de la cláusula 14 en el que el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque almacena una copia primaria del volumen de almacenamiento de
30 datos a nivel de bloque en un momento de la respuesta automática a las indicaciones recibidas de las peticiones de acceso a datos, y en el que el método además comprende, antes de responder automáticamente a las indicaciones recibidas de otras peticiones de acceso a datos, definir automáticamente que la copia primaria del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque ha dejado de estar disponible, seleccionar la copia espejo del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en uno de
35 los terceros sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque, y promover la copia espejo seleccionada del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en el tercer sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque para que sea una copia primaria actual del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

Cláusula 17. El medio legible por ordenador de la cláusula 16 en el que la creación automática de la copia espejo del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en cada uno o más de los terceros sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque incluye crear una primera copia espejo del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en uno de los terceros sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque antes de responder automáticamente a las indicaciones recibidas de las peticiones de
40 acceso a datos, en donde la respuesta automática a las indicaciones recibidas de las peticiones de acceso a datos además incluye llevar a cabo las peticiones de acceso a datos en la primera copia espejo del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, en donde la primera copia espejo del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque es la copia espejo seleccionada, y en donde la creación automática de la copia espejo del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en cada uno o más
50 de los terceros sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque además incluye, después de definir que la copia primaria del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque ha dejado de estar disponible, crear una segunda copia espejo del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en otro de los terceros sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

Cláusula 18. El medio legible por ordenador de la cláusula 14, en el que el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque almacena una copia primaria del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en un momento de la respuesta automática a las indicaciones recibidas de las peticiones de acceso a datos, en donde la/s indicada/s peticiones de acceso a datos iniciadas por el primer programa son un segundo grupo de peticiones de acceso a datos iniciadas por el primer programa, y en el
60 que el método además comprende, antes de recibir las indicaciones de las peticiones de acceso a datos del segundo grupo:

crear una copia primaria inicial del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en un cuarto sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque distinto del primer sistema informático y
65 del segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque y de uno o más de los terceros

sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque;
 responder automáticamente a una o más de las indicaciones recibidas de un primer grupo de una o
 más peticiones de acceso a datos iniciadas por el primer programa para el volumen de
 almacenamiento de datos a nivel de bloque mediante la realización de peticiones de acceso a datos
 5 del primer grupo en la copia primaria creada en el cuarto sistema de almacenamiento de datos a nivel
 de bloque, siendo el primer grupo de peticiones de acceso a datos iniciado por el primer programa
 antes del segundo grupo de peticiones de acceso a datos; y
 después de responder a las indicaciones del primer grupo de peticiones de acceso a datos, determinar
 10 el traslado de la copia primaria del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque del cuarto
 sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque al segundo sistema de almacenamiento de
 datos a nivel de bloque, de manera que las peticiones de acceso a datos iniciadas por el primer
 programa al volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque después de trasladar la copia
 primaria del volumen de almacenamiento de datos al segundo sistema de almacenamiento de datos a
 15 nivel de bloque se realizan en la copia primaria trasladada del volumen de almacenamiento de datos a
 nivel de bloque sobre el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

Cláusula 19. El medio legible por ordenador de la cláusula 18, en el que la definición de trasladar la copia
 primaria del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque del cuarto sistema de almacenamiento
 de datos a nivel de bloque al segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque está basado en
 20 al menos una definición automática de que el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque
 está más capacitado que el cuarto sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque para proveer la
 copia primaria del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque y una petición recibida de un
 usuario del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque que está asociado con el volumen de
 almacenamiento de datos a nivel de bloque.

Cláusula 20. El medio legible por ordenador de la cláusula 14, en el que el primer programa es uno de
 múltiples programas ejecutados por un servicio de ejecución de programa en múltiples sistemas informáticos
 anfitriones en nombre de los usuarios del servicio de ejecución de programa a cambio de tarifas pagadas por
 30 los usuarios, en el que el primer sistema informático es uno de los múltiples sistemas informáticos anfitriones,
 y en el que el uso del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque por parte del primer programa
 es realizado a cambio de una tarifa abonada por el usuario del servicio de ejecución de programa en cuyo
 nombre se ejecuta el primer programa.

Cláusula 21. El medio legible por ordenador de la cláusula 14 en el que el medio legible por ordenador es al
 35 menos uno de una memoria de un sistema informático que almacena los contenidos y un medio de
 transmisión de datos que incluye una señal de datos generada y almacenada que contiene los contenidos.

Cláusula 22. El medio legible por ordenador de la cláusula 14 en el que los contenidos son instrucciones que
 40 al ejecutarse hacen que uno o más sistemas informáticos lleven a cabo el método.

Cláusula 23. Un sistema configurado para proveer la funcionalidad de almacenamiento de datos a nivel de
 bloque para programas en ejecución, que comprende:

una o más memorias; y
 45 un módulo administrador de sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque
 configurado para proveer un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque que utiliza
 múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque para almacenar volúmenes de
 almacenamiento de datos a nivel de bloque creados por usuarios del servicio de almacenamiento de
 50 datos a nivel de bloque y a los que se acceden mediante una o más redes en nombre de uno o más
 programas en ejecución asociados con los usuarios, incluyendo la provisión del servicio de
 almacenamiento de datos a nivel de bloque:
 crear uno o más volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque para ser utilizados por uno
 o más programas en ejecución, la creación de cada uno de los volúmenes de almacenamiento de
 55 datos a nivel de bloque incluyendo la creación de una copia primaria del volumen de almacenamiento
 de datos a nivel de bloque que está almacenado en uno de los múltiples sistemas de almacenamiento
 de datos a nivel de bloque;
 responder a las peticiones de acceso a datos cada una de las cuales es iniciada por uno de los
 programas en ejecución para uno de los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque
 60 creados mediante, para cada una de las peticiones de acceso a datos, si la copia primaria de uno del
 volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque para la petición de acceso a datos está
 disponible, el inicio de la realización de la petición de acceso a datos en la copia primaria disponible; y
 en respuesta a la indicación recibida, crear una nueva copia del primero de los volúmenes de
 almacenamiento de datos a nivel de bloque, estando la copia primaria del sistema de almacenamiento
 de datos a nivel de bloque almacenada en uno de los primeros de los sistemas de almacenamiento de
 65 datos a nivel de bloque, estando la nueva copia creada almacenada en uno o más de los otros

sistemas de almacenamiento del primer sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

Cláusula 24. El sistema de la cláusula 23 en el que la creación del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque además incluye crear una copia espejo del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque que está almacenada en un segundo de los múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque distinto del primer sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque y de uno o más de los otros sistemas de almacenamiento de datos, y en el que la respuesta a las peticiones de acceso a datos además incluye, para cada petición de acceso a datos que es iniciada por uno de los programas en ejecución para el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, si la copia primaria del primer volumen de almacenamiento de datos en bloque no está disponible, iniciar la realización de la petición de acceso a datos en la copia espejo del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque almacenado en el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

Cláusula 25. El sistema de la cláusula 24 en el que la respuesta a las peticiones de acceso a datos además incluye, por cada petición de acceso a datos que se inicia por uno de los programas en ejecución para el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, si la copia primaria del volumen está disponible, iniciar la realización de la petición de acceso a datos en la copia espejo del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque almacenado en el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

Cláusula 26. El sistema de la cláusula 24 en el que la respuesta a las peticiones de acceso a datos además incluye, para una petición de acceso a datos inicial iniciada por uno de los programas en ejecución para el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque para el cual no está disponible la copia primaria del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en el primer sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque, promover la copia espejo del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque almacenado en el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque para que se convierta en la nueva copia primaria del primer volumen de almacenamiento de datos en el primer sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque, de modo que el inicio de la realización de dicha petición de acceso a datos iniciales en la copia espejo del primer volumen de almacenamiento de datos almacenado en el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque se lleva a cabo en la nueva copia primaria promovida del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, y de modo que las peticiones de acceso de datos iniciados por uno de los programas en ejecución para el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque posterior a dicha petición de acceso a datos inicial sean llevadas a cabo en la nueva copia primaria promovida del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

Cláusula 27. El sistema de la cláusula 26 en el que la promoción de la copia espejo del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque almacenado en el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque que se convertirá en la nueva copia primaria del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque además incluye crear una segunda copia espejo del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque que está almacenado en un tercero de los múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque distinto del primero y segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque, y en el que la respuesta a cada una de las peticiones de acceso a datos posterior a la petición de acceso de datos inicial que son iniciadas por uno de los programas en ejecución para el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque además incluye iniciar la realización de la petición de la segunda copia espejo del primer del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque almacenado en el tercer sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

Cláusula 28. El sistema de la cláusula 23 en el que la indicación recibida en respuesta a la cual se crea la nueva copia del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque está basada en una definición de trasladar la copia primaria del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque desde el primer sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque a un segundo sistema de almacenamiento distinto, en el que uno o más de los otros sistemas almacenamiento de datos a nivel de bloque son el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque, en el que crear la nueva copia del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque incluye designar la nueva copia creada en el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque como una nueva copia primaria del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, y en el que la provisión del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque llevada a cabo por el módulo de administrador de sistema de almacenamiento de datos además incluye, después de crear la nueva copia del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, responder a una o más peticiones de acceso a datos adicionales cada una de las cuales es iniciada por uno de los programas en ejecución para el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque al iniciar la realización de las peticiones de acceso a datos adicionales en la nueva copia primaria del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque almacenado en el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

Cláusula 29. El sistema de la cláusula 28, en el que la decisión de trasladar la copia primaria del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque del primer sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque al segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque se basa en al menos una decisión automática de que el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque está más capacitado que el primer sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque para proveer a uno o más programas en ejecución acceso a la copia primaria del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque y de una petición recibida de un usuario del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque que está asociado con el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

Cláusula 30. El sistema de la cláusula 23 en el que la indicación recibida en respuesta a la cual se crea la nueva copia del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque es una petición para crear una copia instantánea del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, utilizando un servicio de almacenamiento remoto del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, en el que uno o más sistemas de almacenamiento de datos distintos son sistemas de almacenamiento de datos de archivado que son parte del servicio de almacenamiento remoto, y en el que la creación de la nueva copia del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque incluye la interacción con el servicio de almacenamiento remoto para crear la nueva copia de volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque como una copia instantánea del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

Cláusula 31. El sistema de la cláusula 23 que comprende, además, los múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque, estando los múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque co-localizados en una única ubicación geográfica, y que además comprende un servicio de almacenamiento remoto que utiliza múltiples sistemas de almacenamiento de datos diferentes en una ubicación distinta a la única ubicación geográfica, almacenando los sistemas de almacenamiento de datos diferentes en un formato distinto a los datos a nivel de bloque, y en el que el suministro del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque mediante el módulo de administrador de sistema de servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque además incluye, por cada uno o más de los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque creados, el almacenamiento de múltiples porciones de volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en uno o más de los múltiples sistemas de almacenamiento de datos diferentes del servicio de almacenamiento remoto, representando cada una de las porciones múltiples almacenadas una porción del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque que ha sido modificada por una o más peticiones de acceso a datos.

Cláusula 32. El sistema de la cláusula 23 que comprende además múltiples módulos de administrador de nodos cada uno asociado con uno o más de los programas en ejecución, gestionando cada uno de los módulos de administrador de nodos las peticiones de acceso a datos iniciadas por uno o más programas en ejecución asociados para uno o más de los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque creados al reenviar dichas peticiones de acceso a datos al servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque sobre una o más redes.

Cláusula 33. El sistema de la cláusula 23 que comprende, además, un módulo de administrador de sistema de servicio de ejecución de programa configurado para proveer un servicio de ejecución de programa que utiliza múltiples sistemas informáticos anfitriones para ejecutar múltiples programas para usuarios del servicio de ejecución de programa, incluyendo los múltiples programas ejecutados por el servicio de ejecución de programa uno o más programas en ejecución que utilizan uno o más volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque creados.

Cláusula 34. El sistema de la cláusula 23 en el que sistema incluye un primer sistema informático que incluye al menos una de las memorias, y en el que el administrador de sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque incluye instrucciones de software para su ejecución por parte del primer sistema informático que utiliza la al menos una memoria.

Cláusula 35. El sistema de la cláusula 23 en el que el módulo de administrador de sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque consiste en uno o más medios para proveer un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque que utiliza múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque para almacenar volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque que son creados por los usuarios del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque y a los que se accede por medio de una o más redes en nombre de uno o más programas en ejecución asociados con los usuarios, incluyendo el suministro del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque:

crear uno o más volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque para ser utilizados por uno o más programas en ejecución, crear cada uno de los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque incluyendo crear una copia primaria del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque que está almacenado en uno de los múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque;

responder a peticiones de acceso a datos cada una iniciada por uno de los programas en ejecución

para uno de los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque creados, para cada una de las peticiones de acceso a datos, si la primera copia del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque para la petición de acceso a datos está disponible, iniciando la realización de la petición de acceso a datos en la copia primaria disponible; y

en respuesta a una indicación recibida, crear una nueva copia de un primero de los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque, estando la copia primaria del primer sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque almacenada en un primer sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque, estando la nueva copia creada almacenada en uno o más de los otros sistemas de almacenamiento de datos distintos del primer sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

Cláusula 36. Un método para un sistema informático de un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque para administrar el acceso de programas en ejecución a datos a nivel de bloque almacenados en remoto, comprendiendo el método:

recibir una petición para iniciar el acceso de una primera copia de un programa indicado a un almacenamiento de datos a nivel de bloque no local provisto por un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque, la primera copia de programa ejecutándose en el primero de una pluralidad de sistemas informáticos que están co-localizados en una primera ubicación geográfica y que comparten una o más redes internas, utilizando el servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque un primer grupo de otros múltiples sistemas informáticos de la pluralidad de sistemas informáticos como sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque que proveen almacenamiento de datos a nivel de bloque a múltiples programas en ejecución, no siendo el primer sistema informático parte del primer grupo;

en respuesta a la petición recibida, conectar un primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque al primer sistema informático para ser utilizado por la primera copia de programa en ejecución, presentando el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque una copia primaria almacenada en un segundo sistema informático y presentando una copia espejo almacenada en un tercer sistema informático, siendo cada primer y segundo sistema informático parte del primer grupo de sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque, incluyendo la conexión del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque la asociación de un primer dispositivo de almacenamiento en bloque local y lógico del primer sistema informático al primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque; y bajo el control de un módulo de administrador de sistema del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque, gestionando la provisión del almacenamiento de datos a nivel de bloque a los múltiples programas en ejecución, mediante:

después de recibir indicaciones de una o más peticiones de acceso a datos iniciadas por la primera copia de programa en ejecución al primer dispositivo de almacenamiento en bloque local y lógico, respuesta automática llevando a cabo las peticiones de acceso a datos en la copia primaria y espejo del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, provocando la realización de las peticiones de acceso a datos una o más modificaciones en los datos a nivel de bloque almacenados en el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque de manera tal que los mismos datos a nivel de bloque almacenados se mantengan en cada una de las copias primarias y espejo del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque;

después de llevar a cabo las peticiones de acceso a datos, la determinación automática de que la ejecución de la primera copia de programa ha finalizado, y en respuesta a dicha determinación, mantener automáticamente el acceso del programa indicado al primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, incluyendo el mantenimiento del acceso iniciar la ejecución de una segunda copia del programa indicado en un cuarto sistema informático distinto y conectando el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque al cuarto sistema informático para que lo utilice la segunda copia de programa en ejecución, incluyendo la conexión asociar un segundo dispositivo de almacenamiento en bloque local y lógico del cuarto sistema informático al primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque; y

después de recibir indicaciones de otra/s petición o peticiones de acceso a datos al segundo dispositivo de almacenamiento en bloque local y lógico iniciada/s por la segunda copia de programa en ejecución, respuesta automática llevando a cabo las peticiones de acceso a datos en la copia primaria y en la copia espejo del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, provocando la realización de las peticiones de acceso a datos una o más modificaciones adicionales en los datos a nivel de bloque almacenados en el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque de manera tal que cada una de las copias primarias y espejo del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque almacenen los mismos de datos a nivel de bloque.

Cláusula 37. El método de la cláusula 36 en el que la conexión del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque al primer sistema informático es llevada a cabo por un módulo de administrador de sistema del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque que gestiona el acceso del primer sistema informático a las redes internas, y en el que el método además comprende, bajo el control del módulo de

administrador de nodo:

recibir las peticiones de acceso a datos del primer dispositivo de almacenamiento local y lógico iniciadas por la primera copia de programa en ejecución; y
 5 facilitar la realización de las peticiones de acceso a datos al interactuar sobre redes internas con el módulo de administrador de sistema para brindar indicaciones de las peticiones de acceso a datos, siendo la interacción sobre redes internas llevada a cabo de una manera que es transparente para la primera copia de programa en ejecución.

10 Cláusula 38. El método de la cláusula 37 en el que los múltiples programas son ejecutados por un servicio de ejecución de programa en un segundo grupo de múltiples sistemas informáticos de la pluralidad de sistemas informáticos, en el que los sistemas informáticos del segundo grupo son distintos de los sistemas informáticos del primer grupo, en el que el primer sistema informático alberga múltiples máquinas virtuales cada una de las cuales es capaz de ejecutar al menos un programa, en el que el programa indicado es uno de los múltiples programas y es una imagen de máquina virtual que está siendo ejecutada por al menos una de las múltiples máquinas virtuales albergadas por el primer sistema informático, y en el que se ejecuta el módulo de administrador de nodo como parte de un monitor de máquina virtual para el primer sistema informático.

20 Cláusula 39. Un método implementado por ordenador para gestionar mediante programas en ejecución el acceso a la funcionalidad de almacenamiento de datos a nivel de bloque, comprendiendo el método:

25 recibir una o más indicaciones de un primer grupo de una o más peticiones de datos de acceso iniciadas por una primera copia de un primer programa ejecutándose en un primer sistema informático para acceder a datos a nivel de bloque almacenados en un volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque no local, siendo el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque provisto por un segundo sistema de almacenamiento de datos distinto mediante una o más redes y estando conectado a un primer sistema informático de manera que la primera copia de programa en ejecución inicie las peticiones de acceso a datos para el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque por medio de interacciones con un primer dispositivo de almacenamiento nivel bloque lógico local al primer sistema informático que representa el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque;
 30 responder automáticamente a las indicaciones recibidas del primer grupo de peticiones de acceso a datos mediante la interacción con el segundo sistema de almacenamiento de datos en nombre de la primera copia de programa en ejecución para iniciar la realización de las peticiones de acceso a datos del primer grupo en el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque provisto por un segundo sistema de almacenamiento de datos;
 35 después de determinar que la primera copia de programa ha dejado de estar disponible, identificar un tercer sistema informático en el que se está ejecutando una segunda copia del primer programa, siendo el tercer sistema informático distinto del primer sistema informático y del segundo sistema de almacenamiento de datos, y conectar el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque al tercer sistema informático de manera que la segunda copia de programa tenga acceso a un segundo dispositivo de almacenamiento en bloque lógico local al tercer sistema informático que representa el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque;
 40 recibir una o más indicaciones de un segundo grupo de una o más peticiones de acceso a datos distintas iniciadas por la segunda copia de programa en ejecución para el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque por medio de interacciones con el segundo dispositivo de almacenamiento en bloque local y lógico en el tercer sistema informático; y
 45 responder automáticamente a las indicaciones recibidas del segundo grupo de peticiones de acceso a datos por medio de la interacción con el segundo sistema de almacenamiento de datos en nombre de la segunda copia de programa en ejecución como para iniciar la realización de las peticiones de acceso a datos del segundo grupo en el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en el segundo sistema de almacenamiento de datos.

55 Cláusula 40. El método de la cláusula 39 además comprende definir automáticamente que la primera copia de programa ha dejado de estar disponible, estando la no disponibilidad de la primera copia de programa basada en al menos un fallo del primer sistema informático, en un fallo en la conectividad con el primer sistema informático, y en una incapacidad del primer sistema informático de continuar con la ejecución de la primera copia de programa.

60 Cláusula 41. El método de la cláusula 40 en el que la identificación del tercer sistema informático en el que se está ejecutando la segunda copia del primer programa y la conexión del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque al tercer sistema informático se llevan a cabo automáticamente para mantener el acceso del primer programa al volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, siendo el mantenimiento automático del acceso realizado en respuesta a la determinación automática de que la primera copia de programa ha dejado de estar disponible.

Cláusula 42. El método de la cláusula 39 en el que al menos una de las acciones de determinación de que la primera copia de programa ha dejado de estar disponible, identificación del tercer sistema informático en el cual se está ejecutando la segunda copia del primer programa, y conexión del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque al tercer sistema informático se realiza en respuesta a una o más indicaciones recibidas de un usuario asociado al primer programa y al volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

Cláusula 43. El método de la cláusula 39 en el que la identificación del tercer sistema informático en el cual se está ejecutando la segunda copia del primer programa incluye, después de determinar que la primera copia de programa ha dejado de estar disponible, iniciar la ejecución de la segunda copia de programa en el tercer sistema informático.

Cláusula 44. El método de la cláusula 39 en el que la primera copia del primer programa es una de las múltiples copias del primer programa que se ejecutan en múltiples sistemas informáticos distintos, en el que al menos una de las múltiples copias es una copia alternativa de una o más de las otras múltiples copias, y en el que la identificación del tercer sistema informático en el que se está ejecutando la segunda copia del primer programa incluye seleccionar la segunda copia del primer programa según el hecho de que la segunda copia es una de las copias alternativas.

Cláusula 45. El método de la cláusula 39 que comprende, además, antes de conectar el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque al primer sistema informático, crear el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en el segundo sistema de almacenamiento de datos y crear una copia espejo del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en un cuarto sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque distinto, y en el que responder a las peticiones de acceso a datos del primer grupo y del segundo grupo además incluye iniciar la realización de las peticiones de acceso a datos del primer grupo y del segundo grupo en la copia espejo creada.

Cláusula 46. El método de la cláusula 39 que comprende, además, antes de recibir las indicaciones de una o más peticiones de acceso a datos, conectar el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque al primer sistema informático para que lo utilice la primera copia de programa en ejecución, la conexión del almacenamiento de datos a nivel de bloque incluyendo asociar el primer dispositivo de almacenamiento a nivel de bloque lógico al volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque provisto por el segundo sistema de almacenamiento de datos y siendo realizado por un módulo de administrador de nodo que gestiona el acceso del primer sistema informático a una o más redes, siendo el módulo de administrador de nodo parte de un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque que crea previamente el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en respuesta a una petición de un usuario que está asociado al primer programa en ejecución.

Cláusula 47. El método de la cláusula 39 en el que el primer y tercer sistema informático y el segundo sistema de almacenamiento de datos son un subconjunto de una pluralidad de sistemas informáticos co-localizados en una primera ubicación geográfica, en el que la pluralidad de sistemas informáticos incluye múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque que están provistos por un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque, en el que el segundo y tercer sistema de almacenamiento de datos son cada uno distintos de los múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

Cláusula 48. El método de la cláusula 47 en el que la primera ubicación geográfica es un centro de datos, en el que el primer programa es ejecutado por un servicio de ejecución de programa que ejecuta múltiples programas para múltiples usuarios en múltiples pluralidades de sistemas informáticos en el centro de datos, en el que el primer sistema informático alberga múltiples máquinas virtuales, cada una de las cuales es capaz de ejecutar al menos un programa, en el que el primer programa en ejecución es uno de los múltiples programas y es una imagen de máquina virtual ejecutada al menos por una de las máquinas virtuales múltiples albergadas por el primer sistema informático, en el que la recepción de la indicaciones del primer grupo de peticiones de acceso a datos y la recepción de las indicaciones del segundo grupo de las otras peticiones de acceso a datos y la respuesta automática a las indicaciones recibidas del primer y segundo grupo de peticiones de acceso a datos son realizadas como parte de la ejecución de un monitor de máquina virtual para el primer sistema informático, y en el que el primer sistema informático incluye uno o más dispositivos de almacenamiento locales reales que están disponibles para que los utilice el primer programa en ejecución.

Cláusula 49. Un medio legible por ordenador cuyos contenidos permiten a uno o más sistemas informáticos gestionar el acceso a la funcionalidad de almacenamiento de datos a nivel de bloque mediante programas en ejecución, al llevar a cabo un método que comprende:

brindar acceso a un volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque no local para un primer programa ejecutándose en un primer sistema informático, permitiendo el acceso concedido que el primer programa inicie las peticiones de acceso a datos para el volumen de almacenamiento de datos

a nivel de bloque, siendo el volumen de almacenamiento de datos provisto por un segundo sistema de almacenamiento de datos que está separado del primer sistema informático mediante una o más redes;

5 responder automáticamente a una o más indicaciones recibidas de una o más peticiones de acceso a datos iniciadas por el primer programa para el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, incluyendo la respuesta el inicio de la realización de las peticiones de acceso a datos en el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque;

10 después de que el primer programa ejecutándose en el primer sistema informático deja de estar disponible, conceder acceso al volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque para un segundo programa ejecutándose en un tercer sistema informático en lugar del acceso concedido al primer programa; y

15 responder automáticamente a una o más indicaciones recibidas de una o más peticiones de acceso a datos distintas iniciadas por el segundo programa para el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, incluyendo la respuesta el inicio de la realización de las otras peticiones de acceso a datos en el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

20 Cláusula 50. El medio legible por ordenador de la cláusula 49 en el que el primer programa y el segundo programa son copias en ejecución de un único programa, en el que conceder el acceso para el primer programa incluye la conexión del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque al primer sistema informático de manera que el primer programa en ejecución inicie las peticiones de acceso a datos para el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque por medio de interacciones con un primer dispositivo de almacenamiento a nivel de bloque lógico local al primer sistema informático que representa el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, en el que conceder el acceso al segundo programa incluye identificar el tercer sistema informático en el que se ejecuta el segundo programa y conectar el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque al tercer sistema informático de manera que el segundo programa tenga acceso al segundo dispositivo de almacenamiento en bloque lógico local al tercer sistema informático que representa el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, y en el que las peticiones de acceso a datos del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque mediante el primer y segundo programa son para acceder a datos a nivel de bloque almacenados en el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

35 Cláusula 51. El medio legible por ordenador de la cláusula 50 en el que el primer y tercer sistema informático y el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque están ubicados en una única ubicación geográfica, en el que el primer sistema informático y el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque están separados por una o más redes, en el que la realización de las peticiones de acceso a datos y de las otras peticiones de acceso a datos en el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque en el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque se realizan automáticamente mediante un módulo de administrador de sistema de un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque, en el que al primer programa en ejecución se le concede acceso al volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque mediante un módulo de administrador de nodo del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque que está asociado al primer sistema informático y que gestiona el acceso del primer programa en ejecución a una o más redes, y en el que la respuesta automática a las indicaciones recibidas de las peticiones de acceso a datos se realiza en parte bajo el control del módulo de administrador de nodo al iniciar el envío de las peticiones de acceso a datos recibidas por medio de una o más redes hacia el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

50 Cláusula 52. El medio legible por ordenador de la cláusula 51 en el que al segundo programa en ejecución se le concede acceso al volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque mediante un módulo de administrador de nodo que además administra el acceso del segundo programa en ejecución a una o más redes, en el que el tercer y primer sistema informático son parte de un único sistema informático físico, y en el que la respuesta automática a las indicaciones recibidas de las peticiones de acceso a datos se lleva en cabo en parte bajo el control del módulo de administrador de nodo al iniciar el envío de las peticiones de acceso a otros datos recibidas por medio de una o más redes al segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

60 Cláusula 53. El medio legible por ordenador de la cláusula 49 en el que el medio legible por ordenador es al menos uno de una memoria de un sistema informático que almacena los contenidos y un medio de transmisión de datos que incluye una señal de datos generada y almacenada que contiene los contenidos.

Cláusula 54. El medio legible por ordenador de la cláusula 49 en el que los contenidos son instrucciones que al ejecutarse hacen que uno o más sistemas informáticos lleven a cabo el método.

65 Cláusula 55. Un sistema configurado para gestionar el acceso a la funcionalidad de almacenamiento de datos

a nivel de bloque mediante programas en ejecución, que comprende:

una o más memorias;

y un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque configurado para proveer un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque que utiliza múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque para almacenar volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque creados por usuarios del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque y a los que se accede mediante una o más redes en nombre de uno o más programas en ejecución asociados con los usuarios, incluyendo la provisión del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque:

crear uno o más volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque para ser utilizados por uno o más programas en ejecución, estando cada uno de los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque almacenados en uno de los múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque;

después de que el acceso al primero de los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque se concede al primero de uno o más programas en ejecución, responder a una o más peticiones de acceso a datos iniciadas por el primer programa para el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque creado mediante la iniciación de la realización de una o más peticiones de acceso a datos en el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque creado; y

después de que el primer programa deja de estar disponible y de que el acceso al primer volumen de almacenamiento de datos creado en bloque se concede a un segundo programa en ejecución para reemplazar el acceso concedido al primer programa no disponible, responder a una o más peticiones de acceso a datos distintas iniciadas por el segundo programa para el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque creado al iniciar la realización de una o más peticiones de acceso a datos distintas en el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque creado.

Cláusula 56. El sistema de la cláusula 55 en el que el primer programa y el segundo programa son copias en ejecución de un único programa, en el que conceder el acceso al primer programa incluye la conexión del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque a un primer sistema informático que ejecuta el primer programa de manera tal que el primer programa en ejecución inicie las peticiones de acceso a datos para el primer volumen de almacenamiento de datos por medio de interacciones con un primer dispositivo de almacenamiento a nivel de bloque lógico local al primer sistema informático que representa el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, en el que conceder acceso al segundo programa incluye identificar un tercer sistema informático en el que se ejecuta el segundo programa y conectar el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque al tercer sistema informático de manera que el segundo programa tenga acceso al segundo dispositivo de almacenamiento a nivel de bloque lógico local al tercer sistema informático que representa al primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, y en el que las peticiones de acceso a datos para el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque mediante el primer y segundo programa son para acceder a datos a nivel de bloque almacenados en el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

Cláusula 57. El sistema de la cláusula 56 en el que el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque está almacenado en un primer sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque, en el que el primer y tercer sistema informático y el primer sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque están ubicados en una única ubicación geográfica y separados por una o más redes, y en el que sistema además comprende uno más módulos de administradores de nodo del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque asociado con el primer y segundo programa para gestionar el acceso del primer y segundo programa a una o más redes, de modo que la respuesta a las peticiones de acceso a datos se lleva a cabo en parte bajo el control de uno o más módulos administradores de sistema al iniciar el envío de las peticiones de acceso a datos por medio de una o más redes al primer sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

Cláusula 58. El sistema de la cláusula 55 en el que una primera copia del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque está almacenada en un primer sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque, en el que la realización de las peticiones de acceso a datos iniciadas por el primer programa se realizan en la primera copia del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque, en el que el primer programa se ejecuta en un primer sistema informático que está co-localizado con el primer sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en una primera ubicación geográfica, en el que el segundo programa se ejecuta en un segundo sistema informático en una segunda ubicación geográfica distinta, y en el que conceder acceso al primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque creado al segundo programa en ejecución incluye iniciar la conexión del segundo sistema informático a un segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque en la segunda ubicación geográfica que almacena una segunda copia del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque.

5 Cláusula 59. El sistema de la cláusula 55 en el que sistema incluye un primer sistema informático que incluye al menos una de las memorias, y en el que el administrador de sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque incluye instrucciones de software para su ejecución por el primer sistema informático que utiliza al menos una memoria.

10 Cláusula 60. El sistema de la cláusula 55 en el que el módulo de administrador de sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque consiste en uno o más medios para proveer un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque que utiliza múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque para almacenar volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque que son creados por usuarios del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque y a los que se accede por medio de una o más redes en nombre de uno o más programas en ejecución asociados con los usuarios, incluyendo el suministro del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque:

15 crear uno o más volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque para ser utilizados por uno o más programas en ejecución, estando cada uno de los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque almacenados en uno de los múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque;

20 después de que el acceso al primero de los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque se concede a un primero de uno o más programas en ejecución, responder a una o más peticiones de acceso a datos iniciadas por el primer programa para el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque creado al iniciar la realización de una o más de las peticiones de acceso a datos en el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque creado; y

25 después de que el primer programa deja de estar disponible y de que el acceso al primer volumen de almacenamiento de datos creado en bloque se concede a un segundo programa en ejecución distinto para reemplazar el acceso concedido al primer programa no disponible, responder a una o más peticiones de acceso a datos distintas iniciadas por el segundo programa al primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque creado al iniciar la realización de una o más peticiones de acceso a datos distintas en el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque creado.

30

REIVINDICACIONES

1. Un método computarizado para gestionar mediante programas en ejecución el acceso a la funcionalidad de almacenamiento de datos a nivel de bloque, dicho método comprendiendo:

5 recibir una o más indicaciones de un primer grupo de peticiones de datos de acceso iniciadas por una primera copia de un primer programa (375) ejecutándose en un primer sistema informático (180, 300, 370, 390) para acceder a datos a nivel de bloque almacenados en un volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque no local (155), el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) siendo provisto por un
 10 segundo sistema de almacenamiento de datos distinto (165, 360) por medio de una o más redes (170, 185, 385) y estando conectado a un primer sistema informático (180, 300, 370, 390) de manera que la primera copia de programa en ejecución (375) inicie las peticiones de acceso a datos para el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) por medio de interacciones con un primer dispositivo de almacenamiento a nivel de bloque lógico local al primer sistema informático (180, 300, 370, 390) que
 15 representa el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155); responder automáticamente a las indicaciones recibidas del primer grupo de peticiones de acceso a datos por medio de la interacción con el segundo sistema de almacenamiento de datos (165, 360) en nombre de la primera copia de programa en ejecución (375) como para iniciar la realización de la petición de acceso a datos del primer grupo en el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) provisto por el
 20 segundo sistema de almacenamiento de datos (165, 360); después de determinar que la primera copia de programa (375) ha dejado de estar disponible, identificar un tercer sistema informático (180, 300, 370, 390) en el que se está ejecutando una segunda copia del primer programa (375), siendo el tercer sistema informático distinto del primer sistema informático y del segundo sistema de almacenamiento de datos, la segunda copia del primer programa ya siendo ejecutada antes de que la primera copia del programa deje de estar disponible,
 25 y conectar el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) al tercer sistema informático (180, 300, 370, 390) de manera que la segunda copia de programa (375) tenga acceso al segundo dispositivo de almacenamiento a nivel de bloque lógico local al tercer sistema informático (180, 300, 370, 390) que representa el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155), en el que identificar el tercer sistema informático (180, 300, 370, 390) en el que la segunda copia del primer programa (375) se está
 30 ejecutando y la conexión del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) al tercer sistema informático (180, 300, 370, 390) se realiza automáticamente para mantener el acceso del primer programa (375) al volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155), el mantenimiento automático del acceso siendo realizado en respuesta a la definición automática de que la primera copia de programa (375) ha dejado de estar disponible;
 35 recibir una o más indicaciones de un segundo grupo de otras peticiones de acceso a datos iniciadas por la segunda copia de programa en ejecución (375) para el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) por medio de interacciones con el segundo dispositivo de almacenamiento de almacenamiento a nivel de bloque local y lógico en el tercer sistema informático (180, 300, 370, 390); y
 40 responder automáticamente a las indicaciones recibidas del segundo grupo de peticiones de acceso a datos mediante la interacción con el segundo sistema de almacenamiento de datos (165, 360) en nombre de la segunda copia de programa en ejecución (375) para iniciar la realización de las peticiones de acceso a datos del segundo grupo en el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) en el segundo sistema de almacenamiento de datos (165, 360).

45 2. El método de la reivindicación 1 que además comprende definir automáticamente que la primera copia de programa (375) ha dejado de estar disponible, estando la no disponibilidad de la primera copia de programa (375) basada en al menos un fallo del primer sistema informático (180, 300, 370, 390), en un fallo en la conectividad con el primer sistema informático (180, 300, 370, 390), y en una incapacidad del primer sistema informático (180, 300, 370, 390) de continuar con la ejecución de la primera copia de programa (375).

50 3. El método de la reivindicación 1 en el que al menos una de las acciones de determinar que la primera copia de programa (375) ha dejado de estar disponible, identificar el tercer sistema informático (180, 300, 370, 390) en el cual se está ejecutando la segunda copia del primer programa (375), y conectar el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) al tercer sistema informático (180, 300, 370, 390) se lleva a cabo en respuesta a una o más
 55 indicaciones recibidas de un usuario asociado al primer programa (375) y al volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155).

60 4. El método de la cláusula 1 en el que la primera copia del primer programa (375) es una de las múltiples copias del primer programa (375) que se ejecutan en múltiples sistemas informáticos distintos (180, 300, 370, 390), en el que al menos una de las múltiples copias (375) es una copia alternativa para una o más de las otras múltiples copias (375), y en el que la identificación del tercer sistema informático en el que se está ejecutando la segunda copia del primer programa incluye seleccionar la segunda copia del primer programa basada en la segunda copia siendo al menos una de las copias alternativas.

65 5. El método de la reivindicación 1 que además comprende, antes de conectar el volumen de almacenamiento de

datos a nivel de bloque (155) al primer sistema informático (180, 300, 370, 390), crear el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) en el segundo sistema de almacenamiento de datos (165, 360) y crear una copia espejo del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) en un cuarto sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque (165, 360) distinto.

5 6. El método de la reivindicación 1 que además comprende, antes de recibir las indicaciones del primer grupo de una o más peticiones de acceso a datos, conectar (420) el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) al primer sistema informático (180, 300, 370, 390) para que lo utilice la primera copia de programa en ejecución (375), incluyendo la conexión del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) la asociación del primer dispositivo de almacenamiento a nivel de bloque lógico al volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) provisto por el segundo sistema de almacenamiento de datos (165, 360).

10 7. El método de la reivindicación 1 en el que el primer y tercer sistema informático (180, 300, 370, 390) y el segundo sistema de almacenamiento de datos (165, 360) son un subconjunto de una pluralidad de sistemas informáticos (180, 300, 370, 390) co-localizados en una primera ubicación geográfica, en donde la pluralidad de sistemas informáticos (180, 300, 370, 390) incluye múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque (165, 360) que están provistos por un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque, en el que el segundo y tercer sistema de almacenamiento de datos (165, 360) son cada uno distintos de los múltiples sistemas de almacenamientos de datos a nivel de bloque (165, 360), y la primera ubicación geográfica es un centro de datos.

15 20 8. Un medio legible por ordenador cuyos contenidos permiten a uno o más sistemas informáticos gestionar el acceso a la funcionalidad de almacenamiento de datos a nivel de bloque mediante programas en ejecución, al llevar a cabo un método que comprende:

25 recibir una o más indicaciones de un primer grupo de peticiones de acceso a datos iniciadas por una primera copia de un primer programa (375) ejecutándose en un primer sistema informático (180, 300, 370, 390) para acceder a datos a nivel de bloque almacenados en un volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque no local (155), el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) estando provisto por un segundo sistema de almacenamiento de datos distinto (165, 360) por medio de una o más redes (170, 300, 370, 390) y estando conectado al primer sistema informático (180, 300, 370, 390) de manera que la primera copia de programa en ejecución (375) inicie las peticiones de acceso a datos para el volumen de almacenamiento de datos (155) por medio de interacciones con un primer dispositivo de almacenamiento a nivel de bloque lógico local al primer sistema informático (180, 300, 370, 390) que representa el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155);

30 35 responder automáticamente a una o más de las indicaciones recibidas del primer grupo de peticiones de acceso a datos por medio de la interacción con el segundo sistema de almacenamiento de datos (165, 360) en nombre de la primera copia de programa en ejecución (375), incluyendo la respuesta iniciar la realización de las peticiones de acceso a datos en el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) en el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque (165, 360);

40 45 después de determinar que la primera copia de programa (155) ha dejado de estar disponible, identificar un tercer sistema informático (180, 300, 370, 390) en el que se está ejecutando una segunda copia del primer programa (375), siendo el tercer sistema informático distinto del primer sistema informático y del segundo sistema de almacenamiento de datos, la segunda copia del primer programa ya siendo ejecutada antes de que la primera copia del programa deje de estar disponible, y conectar el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) al tercer sistema informático (180, 300, 370, 390) de manera que la segunda copia de programa (375) tenga acceso al segundo dispositivo de almacenamiento a nivel de bloque lógico local al tercer sistema informático (180, 300, 370, 390) que representa el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (165, 360), en el que la identificación del tercer sistema informático (180, 300, 370, 390) en el que la segunda copia del primer programa (375) se está ejecutando y en el que la conexión del volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) al tercer sistema informático (180, 300, 370, 390) se realiza automáticamente para mantener el acceso del primer programa (375) al volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (165, 360), llevándose a cabo el mantenimiento automático del acceso en respuesta a la determinación automática de que la primera copia de programa (155) ha dejado de estar disponible;

50 55 recibir una o más indicaciones de un segundo grupo de otras peticiones de acceso a datos iniciadas por la segunda copia de programa en ejecución (155) para el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) por medio de interacciones con el segundo dispositivo de almacenamiento a nivel de bloque local y lógico en el tercer sistema informático (180, 300, 370, 390); y responder automáticamente a las indicaciones recibidas del segundo grupo de peticiones de acceso a datos mediante la interacción con el segundo sistema de almacenamiento de datos (165, 360) en nombre de la segunda copia de programa en ejecución (375) para iniciar la realización de las peticiones de acceso a datos del segundo grupo en el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) en el segundo sistema de almacenamiento de datos (165, 360).

60 65 9. El medio legible por ordenador de la reivindicación 8 en el que la primera copia de programa (375) y la segunda

5 copia de programa (375) son copias en ejecución de un único programa (375), las peticiones de acceso a datos para el volumen de datos a nivel de bloque (155) mediante la primera y segunda copia de programa (375) son para acceder a los datos a nivel de bloque almacenados en el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155), el primer y tercer sistema informático (180, 300, 370, 390) y el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque (165, 360) están ubicados en una única ubicación geográfica, el primer y segundo sistema informático (180, 300, 370, 390) y el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque (165, 360) están separados por una o más redes (170, 185, 385), la realización de las peticiones de acceso a datos y las otras peticiones de acceso a datos en el volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) en el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque (165, 360) se realizan automáticamente mediante un módulo de administrador de sistema (340) de un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque, un módulo de administrador de nodo (380) del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque está asociado al primer sistema informático (180, 300, 370, 390) y gestiona el acceso de la primera copia de programa en ejecución (375) a una o más redes (170, 185, 385), y la respuesta automática a las indicaciones recibidas del primer grupo de peticiones de acceso a datos se realiza en parte bajo el control del módulo de administrador de nodo (380) al iniciar el envío de las peticiones de acceso a datos recibidas por medio de una o más redes (170, 185, 385) hacia el segundo sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque (165, 360).

10. El medio legible por ordenador de la reivindicación 9 en el que el módulo de administrador de nodo (380) además gestiona el acceso de la segunda copia de programa en ejecución (375) a una o más de las redes (170, 185, 385), el tercer y primer sistema informático (180, 300, 370, 390) son parte de un único sistema informático físico, y la respuesta automática a las indicaciones recibidas del segundo grupo de otras peticiones de acceso a datos se realiza en parte bajo el control del módulo de administrador de nodo (380) al iniciar el envío de las otras peticiones de acceso a datos por medio de una o más redes (170, 185, 385) hacia el sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque (165, 360).

11. El medio legible por ordenador de la reivindicación 8 en el que el medio legible por ordenador es al menos una de las memorias (330, 354, 374) de un sistema informático (180, 300, 370, 390) que almacena los contenidos y un medio de transmisión de datos que incluye una señal de datos almacenada y generada que contiene los contenidos, o en el que los contenidos son instrucciones que al ejecutarse hacen que uno o más sistemas informáticos (180, 300, 370, 390) lleven a cabo el método.

12. Un sistema configurado para gestionar el acceso a la funcionalidad de almacenamiento de datos a nivel de bloque mediante programas en ejecución, que comprende:

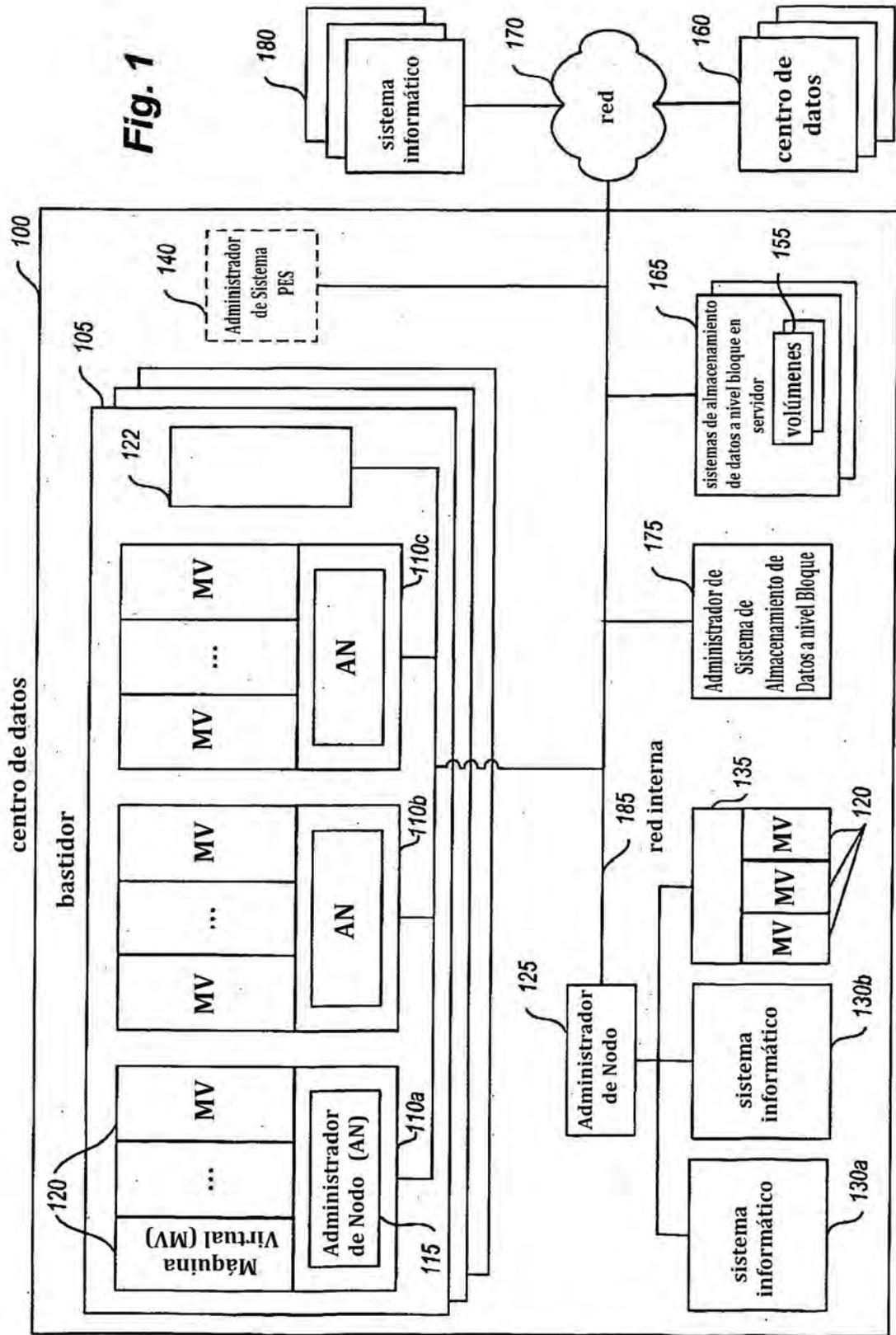
35 una o más memorias (330, 354, 374); y un sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque (340) configurado para proveer un servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque que utiliza múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque (165, 360) para almacenar volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) creados por usuarios del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque y a los que se accede en nombre de uno o más programas en ejecución (375) asociados a los usuarios, el suministro del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque incluyendo:

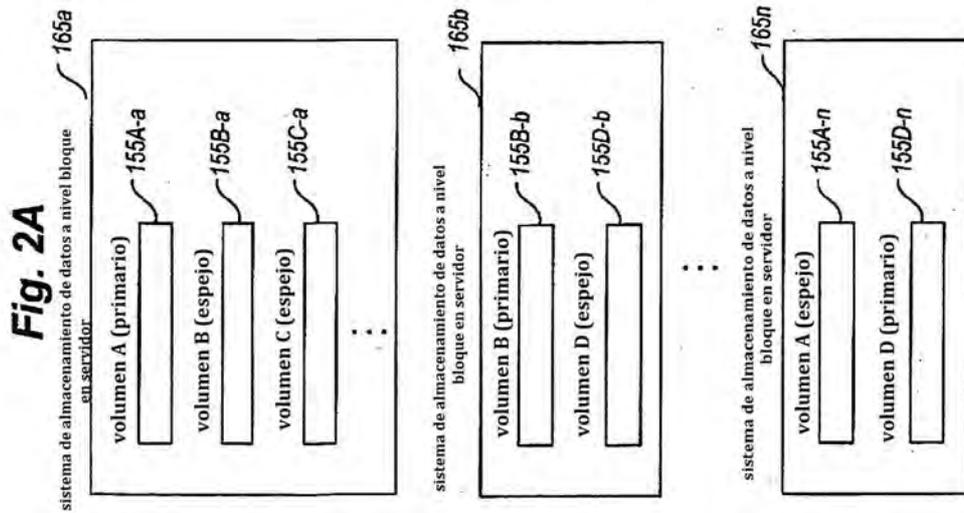
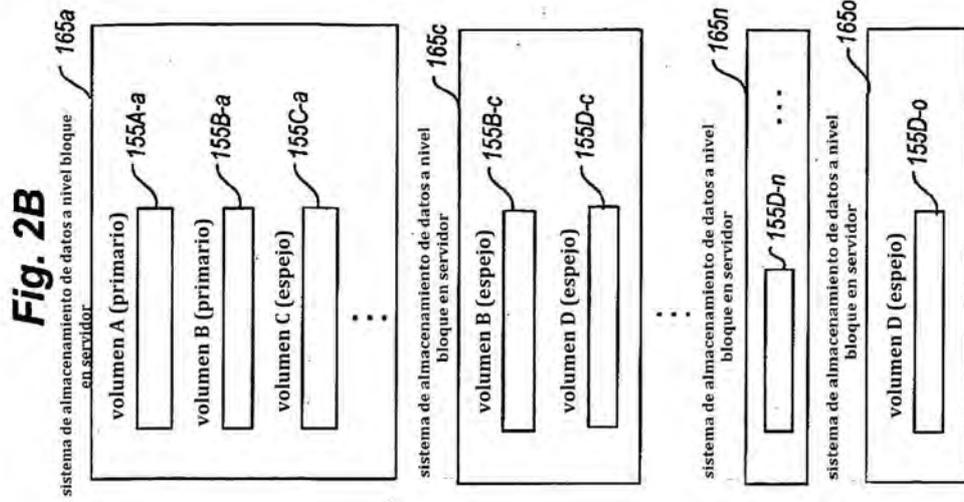
45 crear uno o más volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) para ser utilizados por uno o más programas en ejecución (375), estando cada uno de los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) almacenados en uno de los múltiples sistemas de almacenamiento de datos a nivel de bloque (165, 360);

50 recibir una o más indicaciones de un primer grupo de peticiones de acceso a datos iniciadas por una primera copia de un primer programa (375) ejecutándose en un primer sistema informático (180, 300, 370, 390) para acceder a datos a nivel de bloque almacenados en un volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque no local (155) creado de uno o más de los volúmenes de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) creado provisto por un segundo sistema de almacenamiento de datos distinto (165, 360) por medio de una o más redes (170, 185, 385) y estando conectado a un primer sistema informático (180, 300, 370, 390) de manera que la primera copia de programa en ejecución (375) inicie las peticiones de acceso a datos para el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) creado por medio de interacciones con un primer dispositivo de almacenamiento a nivel de bloque lógico local al primer sistema informático (180, 300, 370, 390) que representa al primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) creado;

60 responder automáticamente a las indicaciones recibidas del primer grupo de peticiones de acceso a datos mediante la interacción con el segundo sistema de almacenamiento de datos (165, 360) en nombre de la segunda copia de programa en ejecución (375) para iniciar la realización de las peticiones de acceso a datos del primer grupo en el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) creado provisto por el segundo sistema de almacenamiento de datos (165, 360); después de determinar que la primera copia de programa (375) ha dejado de estar disponible, identificar un tercer sistema informático (180, 300, 370, 390) en el que se está ejecutando una segunda copia del primer programa (375), siendo el tercer sistema informático distinto del primer sistema

- 5 informático y del segundo sistema de almacenamiento de datos, la segunda copia del primer programa ya siendo ejecutada antes de que la primera copia del programa deje de estar disponible, y conectar el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque creado (155) al tercer sistema informático (180, 300, 370, 390) de manera que la segunda copia de programa (375) tenga acceso a un segundo dispositivo de almacenamiento a nivel de bloque lógico local al tercer sistema informático (180, 300, 370, 390) que representa el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) creado, en el la identificación del tercer sistema informático (180, 300, 370, 390) en el que la segunda copia del primer programa (375) se está ejecutando y la conexión del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) creado para el tercer sistema informático (180, 300, 370, 390) se realizan automáticamente para mantener el acceso del primer programa (375) al primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque creado (155), llevándose a cabo el mantenimiento automático del acceso en respuesta a la determinación automática de que la primera copia de programa (375) ha dejado de estar disponible;
- 10 recibir una o más indicaciones de un segundo grupo de otras peticiones de acceso a datos iniciadas por la segunda copia de programa en ejecución (375) para el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) creado por medio de interacciones con el segundo dispositivo de almacenamiento de almacenamiento a nivel de bloque local y lógico en el tercer sistema informático (180, 300, 370, 390); y
- 15 responder automáticamente a las indicaciones recibidas del segundo grupo de peticiones de acceso a datos mediante la interacción con el segundo sistema de almacenamiento de datos (165, 360) en nombre de la segunda copia de programa en ejecución (375) para iniciar la realización de las peticiones de acceso a datos del segundo grupo en el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) creado en un segundo sistema de almacenamiento de datos (165, 360).
- 20
- 25 13. El sistema de la reivindicación 12 en el que la primera copia de programa (375) y la segunda copia de programa (375) son copias en ejecución de un único programa (375), las peticiones de acceso a datos para el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) creado por la primera y segunda copia de programa (375) son para acceder a los datos a nivel de bloque almacenados en el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) creado, el primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) creado está
- 30 almacenado en un primero de los sistemas de almacenamiento de datos (165, 360), el primer y tercer sistema informático (180, 300, 370, 390) y el primer sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque (165, 360) están ubicados en una única ubicación geográfica y separados por una o más redes (170, 185, 385), y el sistema además comprende uno o más módulos de administradores de nodo (380) del servicio de almacenamiento de datos a nivel de bloque asociado a la primera y segunda copia de programa (375), estando uno o más de los módulos de
- 35 administrador de nodo (380) configurados para gestionar el acceso de la primera y segunda copia de programa (375) a una o más redes (170, 185, 385), de manera que la respuesta a las peticiones de acceso a datos y a otras peticiones de acceso a datos se lleven a cabo en parte bajo el control de uno o más de los módulos de administrador de nodo (380) al iniciar el envío de las peticiones de acceso a datos y de las otras peticiones de acceso a datos por medio de una o más redes (170, 185, 385) hacia el primer sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque (165, 360).
- 40
- 45 14. El sistema de la reivindicación 12 en el que una primera copia del primer volumen de almacenamiento de datos a nivel de bloque (155) creado está almacenado en un primer sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque (165, 360), y el primer sistema informático (180, 300, 370, 390) está co-localizado con el primer sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque (165, 360) en una primera ubicación geográfica.
- 50 15. El sistema de la reivindicación 12 en el que el primer sistema informático (180, 300, 370, 390) incluye al menos una de una o más memorias (330, 354, 374), y el módulo de administrador de sistema de almacenamiento de datos a nivel de bloque (340) incluye instrucciones de software para su ejecución mediante el primer sistema informático (180, 300, 370, 390) que utiliza al menos una de una o más de las memorias (330, 354, 374).





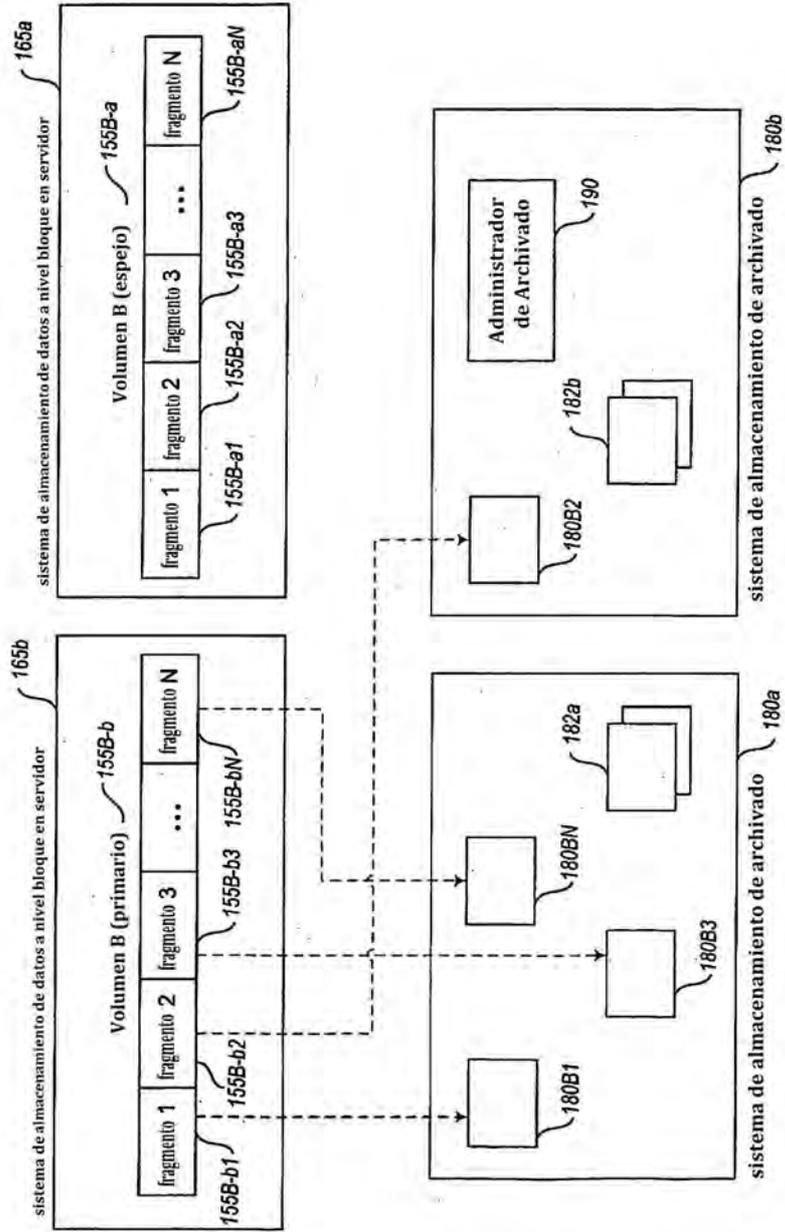


Fig. 2C

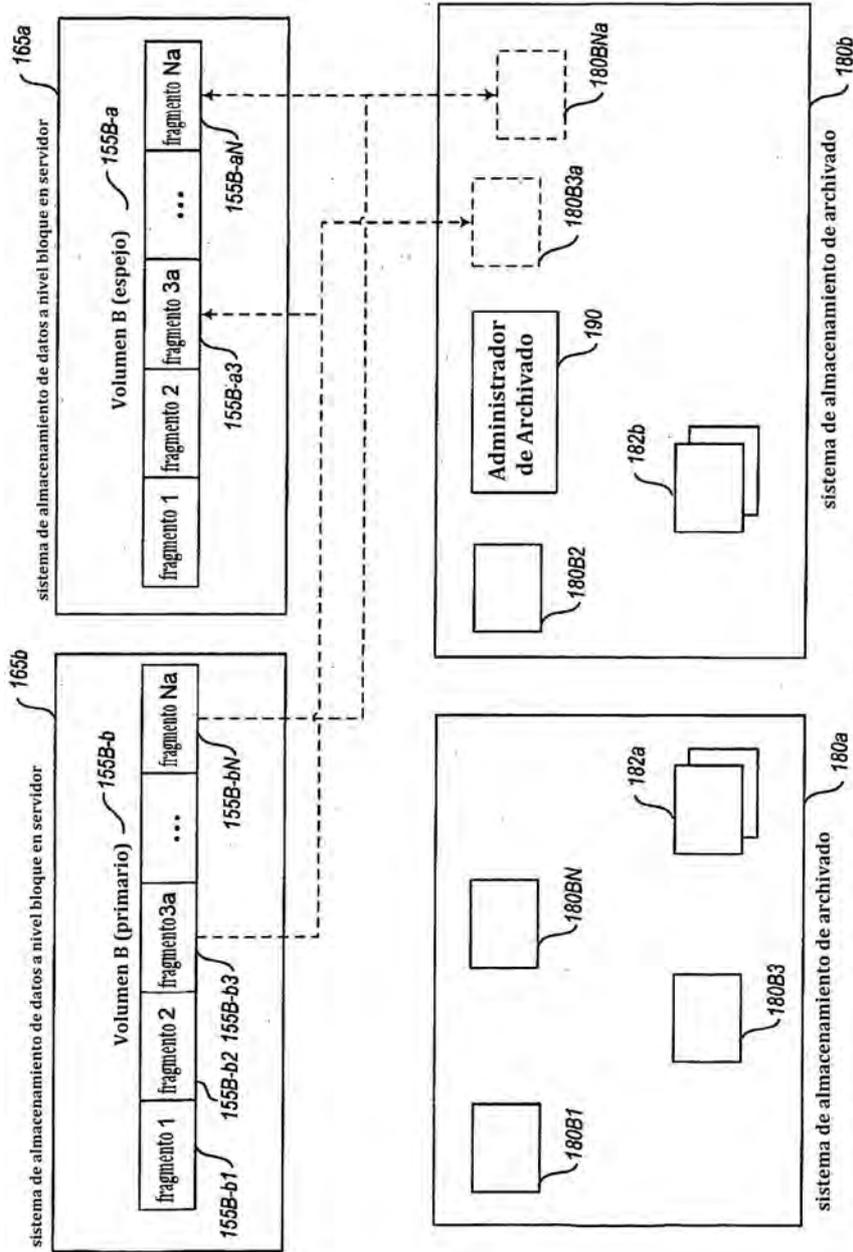


Fig. 2D

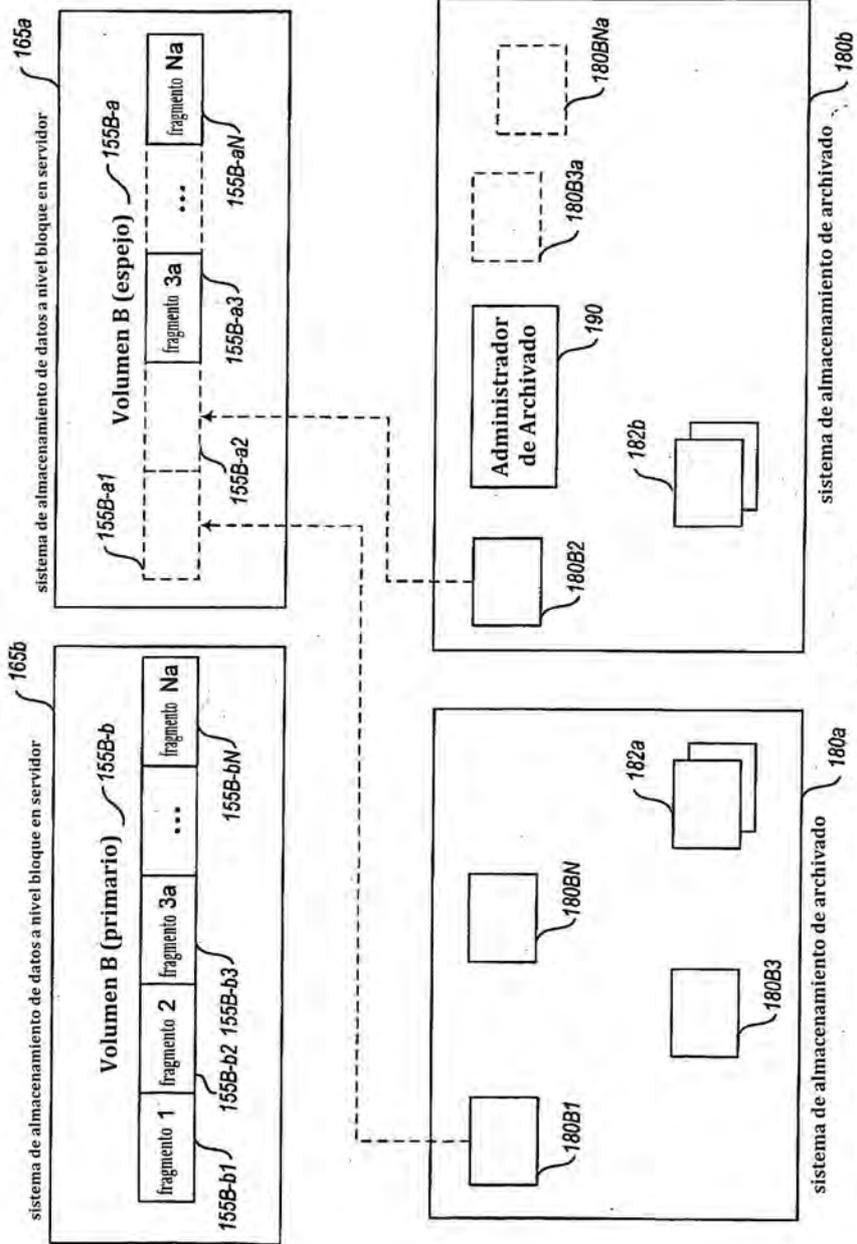


Fig. 2E

información de copia de volumen instantánea 250

Id. de instantánea	Volumen	Fragmentos de archivado
00001	B	180B1, 180B2, 180B3, ... 180BN
00002	A	180A1, ... 180AM
00003	B	180B1, 180B2, 180B3a, ... 180BNa
00004	B	180B1, 180B2a, 180B3b, ... 180BNa
...		

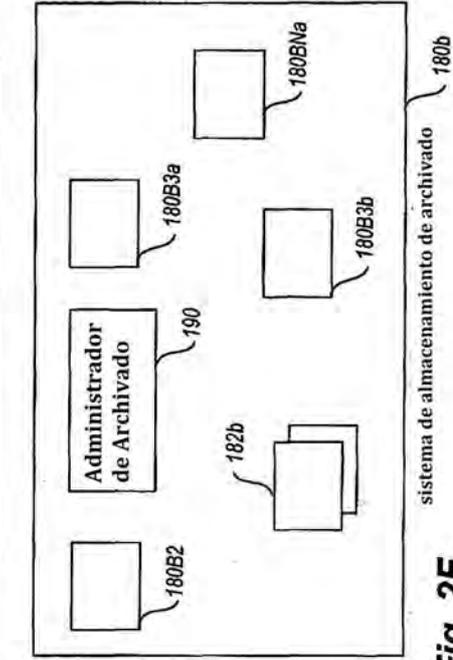
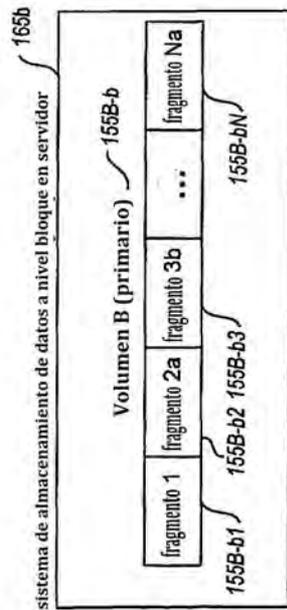
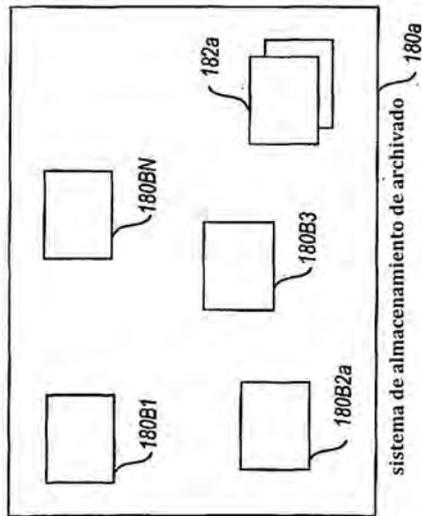


Fig. 2F



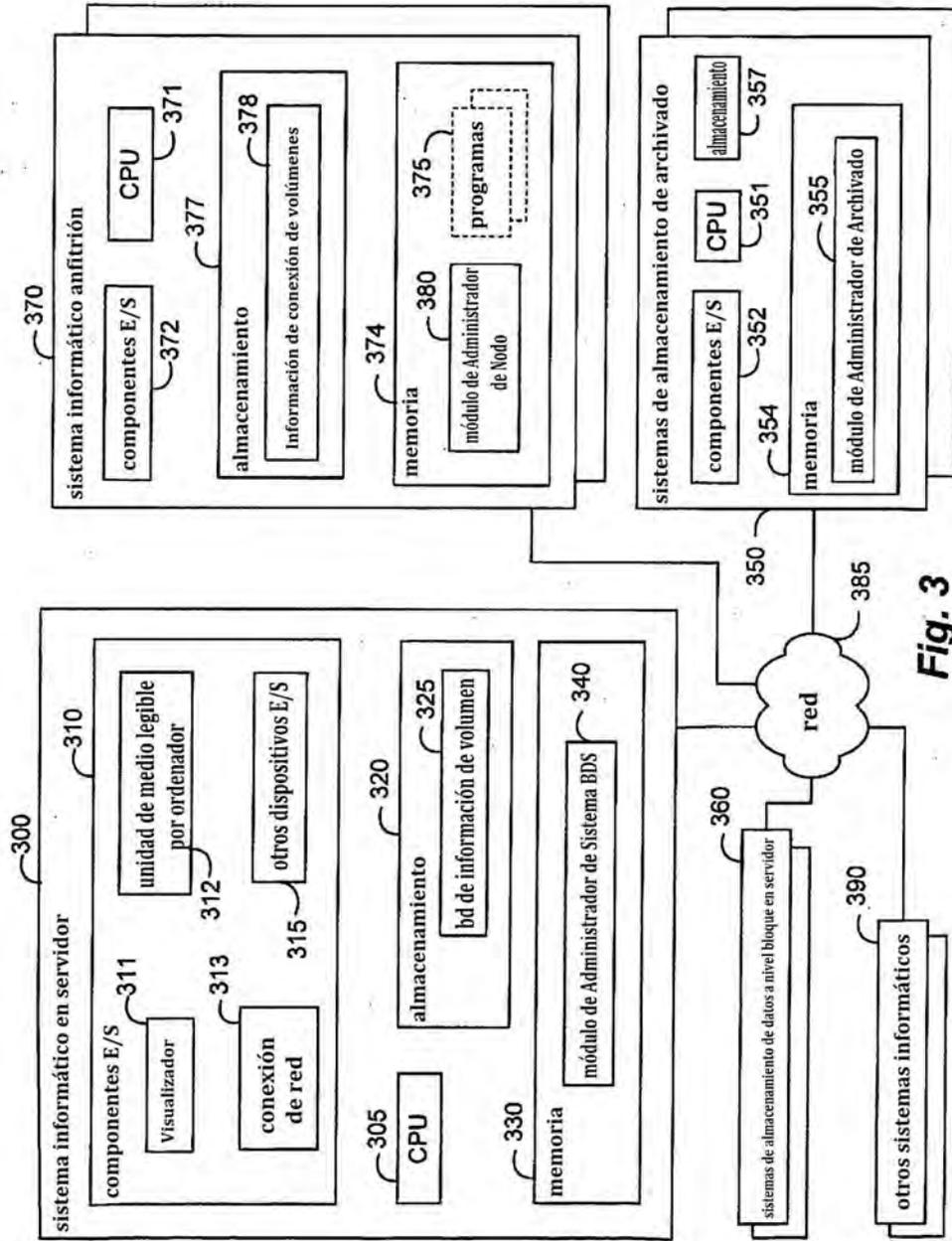


Fig. 3

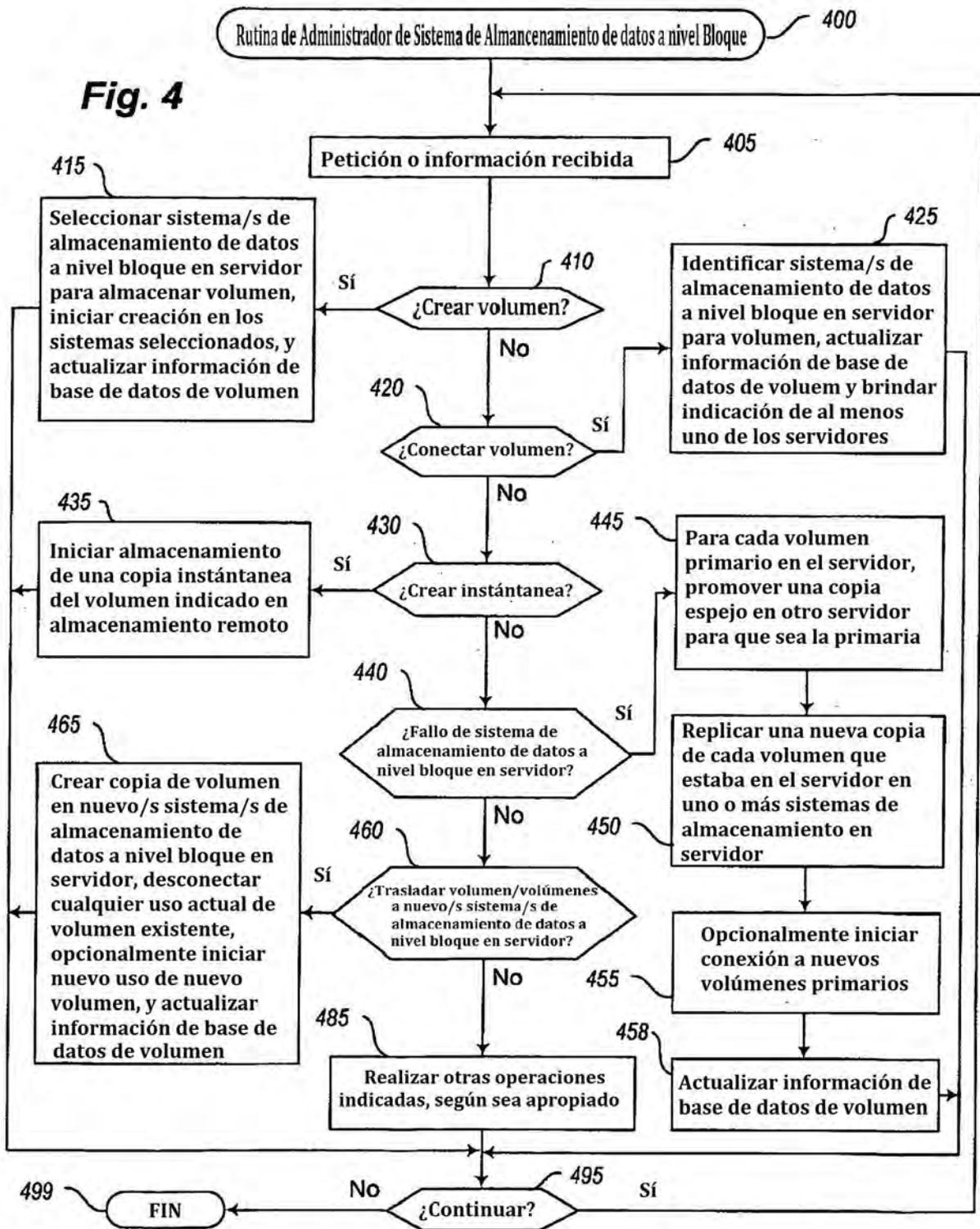


Fig. 5

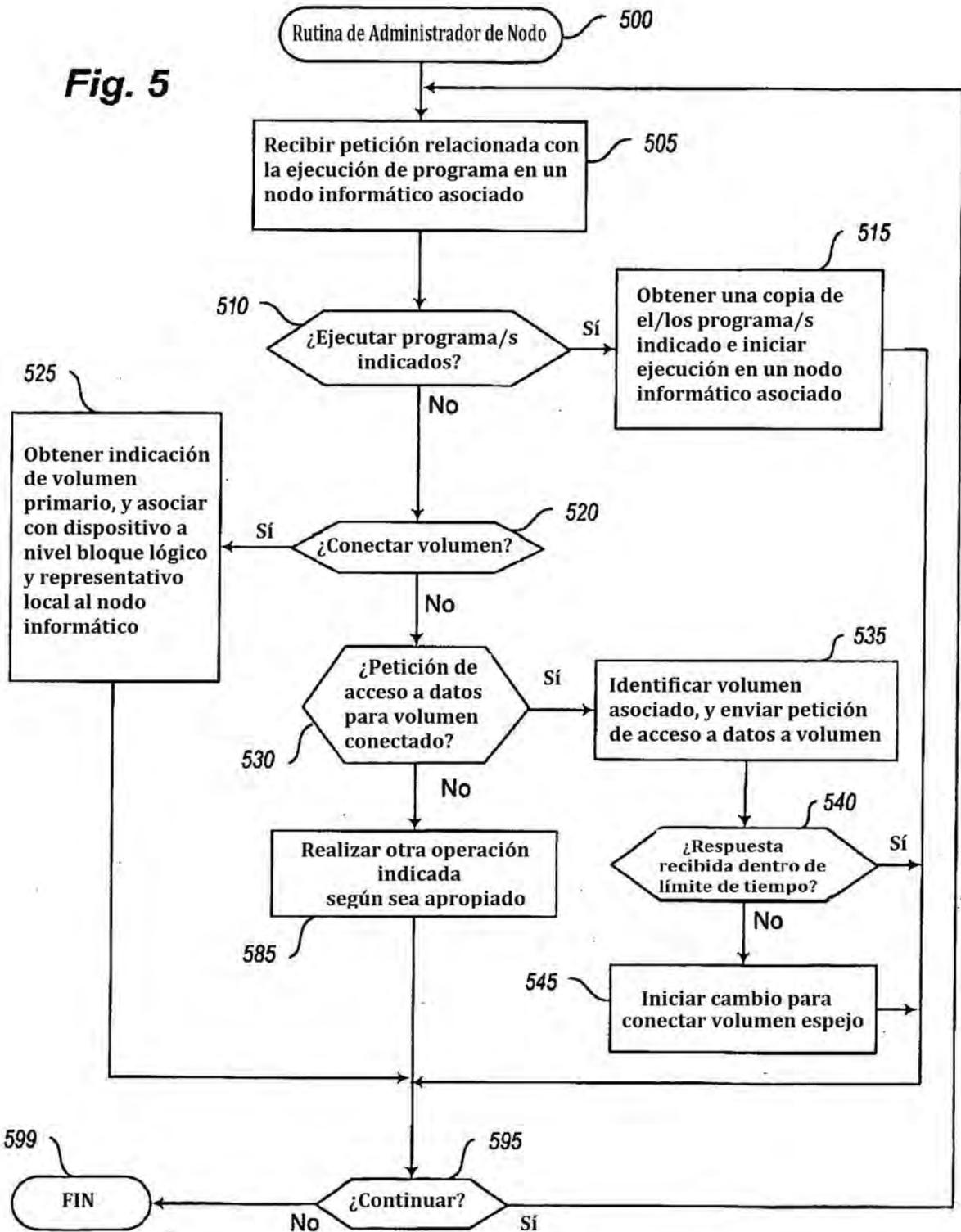
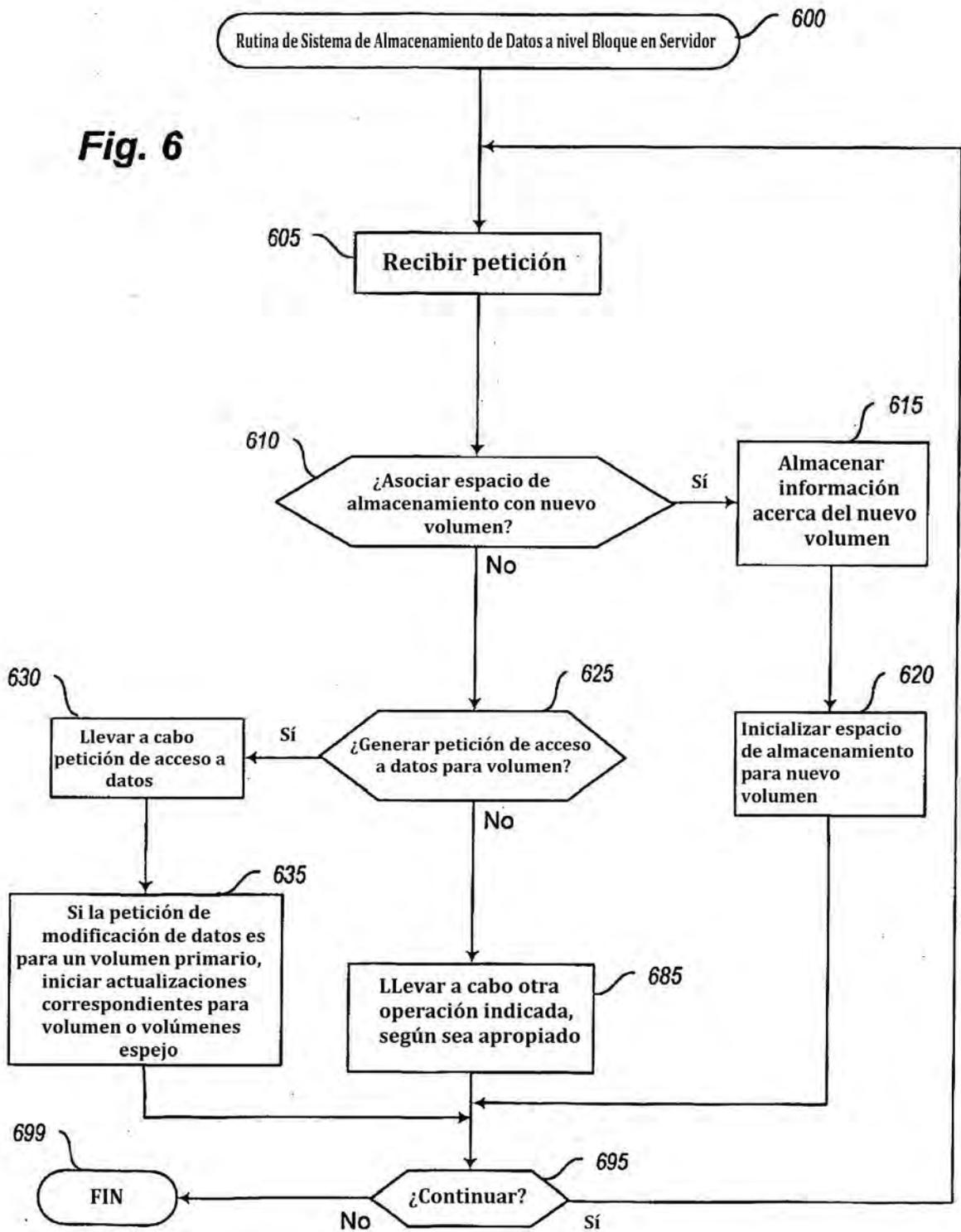


Fig. 6



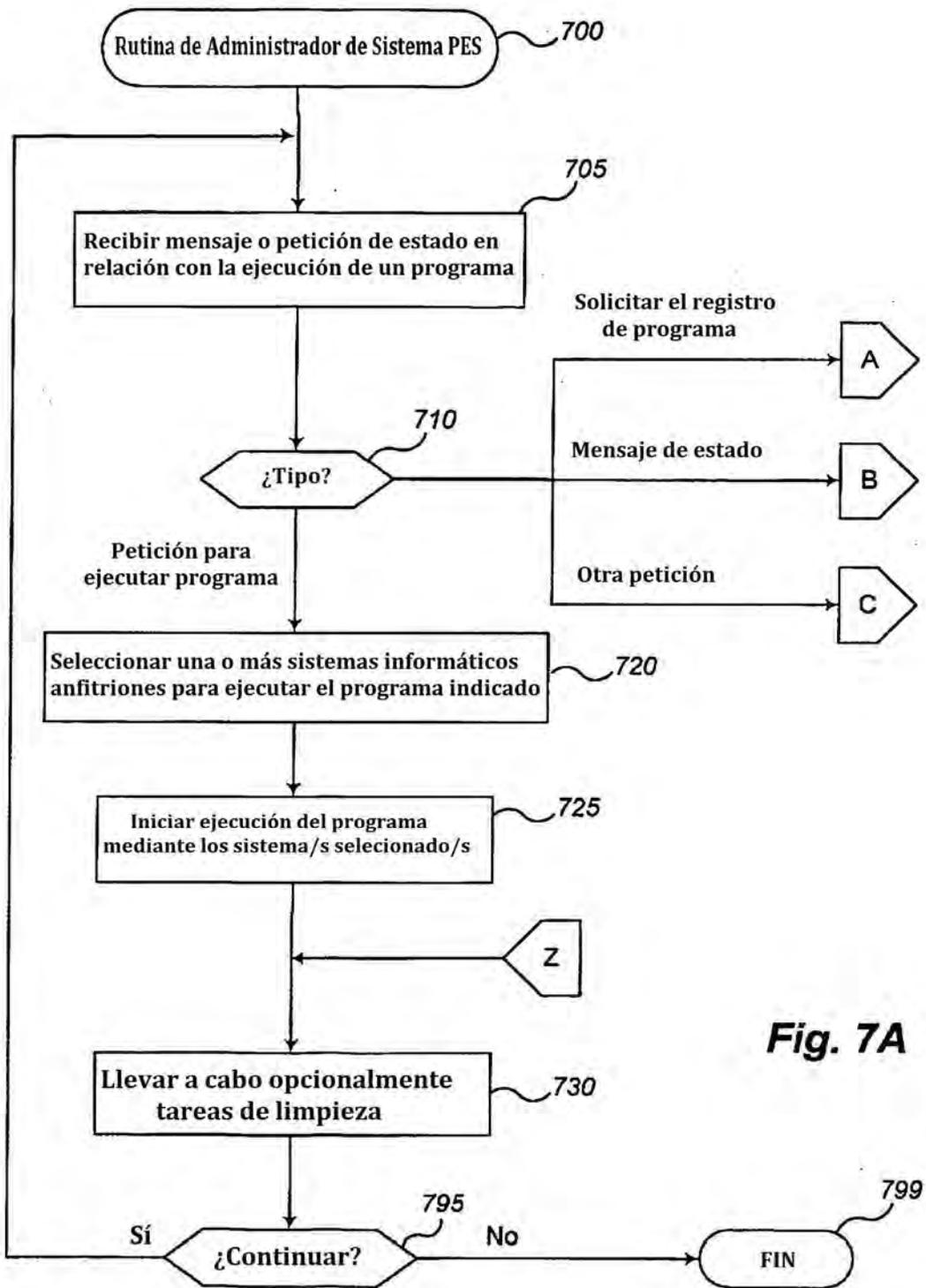


Fig. 7A

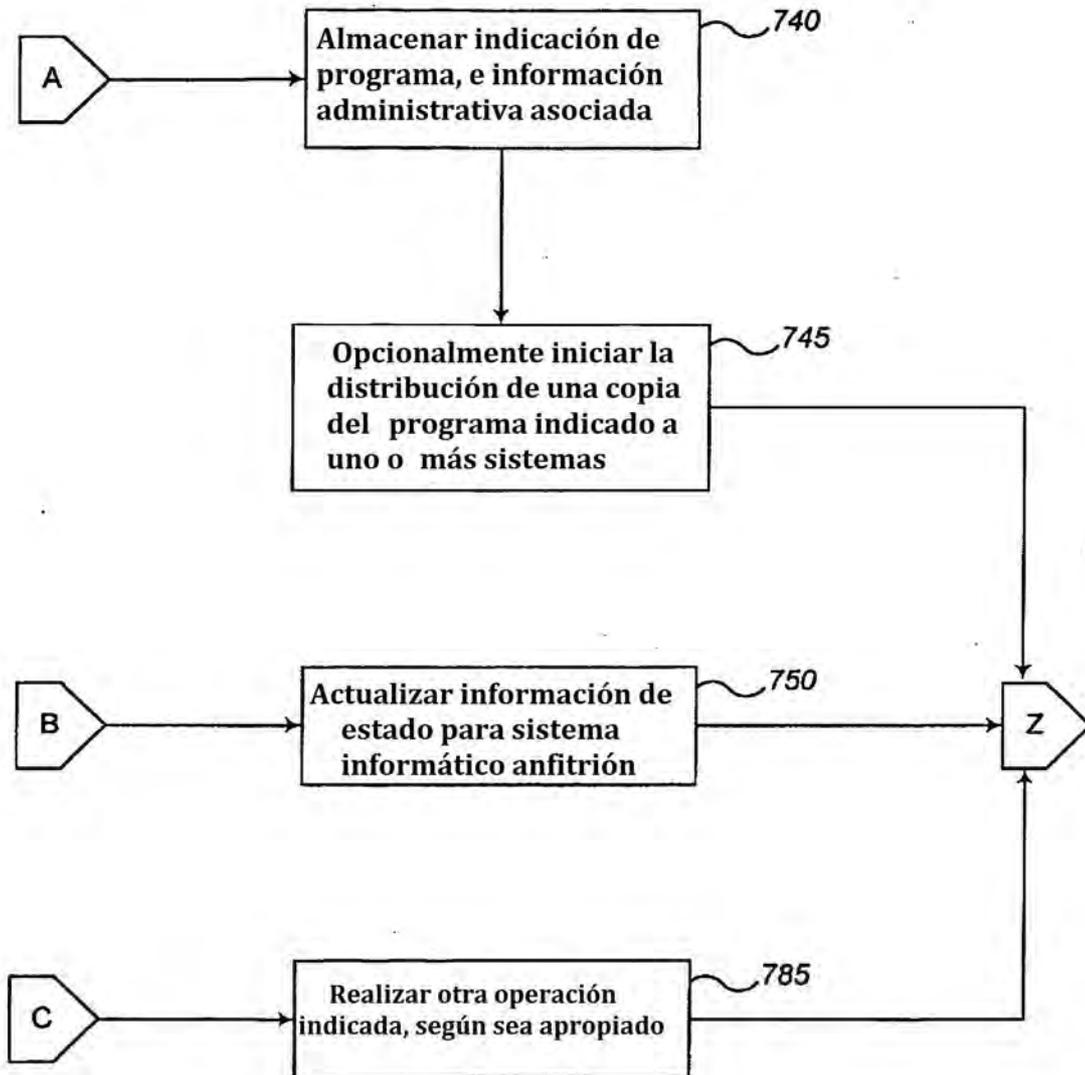


Fig. 7B

Fig. 8

