

Protección de SLE Micro mediante Keylime

DESCRIPCIÓN

Keylime es una certificación de arranque remoto basada en TPM y una medida de integridad del tiempo de ejecución.

INTENCIÓN

En este artículo se describe cómo configurar y ejecutar Keylime en SLE Micro.

ESFUERZO

Se tardan aproximadamente 25 minutos en leer el artículo.

OBJETIVO

Obtendrá más información sobre Keylime: cómo funciona, cómo debe configurarlo y cómo se ejecuta.

REQUISITOS

- Una instancia en ejecución de SLE Micro

Fecha de publicación: 11 Dic 2025

Contenido

- 1 Certificación remota mediante Keylime 3
- 2 Ejecución de la carga de trabajo de Keylime mediante Podman 6

3	Instalación del agente de Keylime	8
4	Registro del agente de Keylime	10
5	Cargas útiles seguras de Keylime	11
6	Habilitación del seguimiento de IMA para Keylime	12
7	Información adicional	13
8	Información legal	13
A	Licencia de documentación gratuita de GNU	14

1 Certificación remota mediante Keylime

Con la creciente demanda de dispositivos de seguridad contra cambios no autorizados, el uso del mecanismo de seguridad denominado *certificación remota (RA)* ha experimentado un crecimiento significativo. Mediante la certificación remota, un host (cliente) puede autenticar el estado de su cadena de arranque y ejecutar software en un host remoto (verificador). A menudo, la certificación remota se combina con el cifrado de clave pública (mediante TPM2), por lo que la información enviada solo puede ser leída por los servicios que solicitaron la certificación, y es posible verificar la validez de los datos.

La certificación remota se implementa en SLE Micro mediante *Keylime*.

1.1 Terminología

La tecnología de certificación remota utiliza los siguientes términos:

Clave de certificación (AK)

Una clave de firma de datos que demuestra que los datos provienen de un TPM real y no se han manipulado.

Raíz de confianza para la medición

Calcula su propio hash y el hash del siguiente paso en el proceso de arranque, iniciando la cadena de medidas.

Clave de aprobación (EK)

Una clave de cifrado que está incrustada de forma permanente en el TPM cuando se fabrica. La parte pública de la clave y la certificación almacenada en el TPM se utilizan para reconocer si un TPM es auténtico.

Arquitectura de gestión de integridad (IMA)

Un subsistema de integridad del kernel que proporciona un medio para detectar cambios dañinos en los archivos.

Arranque medido

Método con el que cada componente de la secuencia de arranque calcula un hash del siguiente antes de delegar la ejecución del siguiente componente. El hash extiende uno o varios PCR del TPM. Se crea un evento con la información acerca de dónde tuvo lugar la

medición y qué se midió. Estos eventos se recopilan en un registro de eventos y, junto con los valores extendidos de PCR, los eventos se pueden comparar con los valores esperados que representan que un sistema está en buen estado.

Registro de configuración de plataforma (PCR)

Una ubicación de memoria en TPM que, por ejemplo, almacena valores hash de capas de arranque. El PCR solo se puede actualizar mediante la operación no reversible: extend. Es posible obtener una lista firmada de los valores actuales del PCR mediante el comando quote en el TPM, y un tercero puede verificar esta cita durante el proceso de certificación.

Arranque seguro

Cada paso del proceso de arranque comprueba una firma criptográfica en el ejecutable del siguiente paso antes de lanzarlo.

Módulo de plataforma de confianza (TPM)

Un procesador criptográfico de seguridad autónomo presente en el sistema como hardware o implementado en el firmware que sirve como raíz de confianza. El TPM proporciona un PCR para almacenar los valores hash de las capas de arranque. Un TPM típico proporciona varias funciones, como un generador de números aleatorios, contadores o un reloj local. También almacena 24 PCR agrupados por bancos para cada función de hash de cifrado compatible (SHA1, SHA256, SHA384 o SHA512).



Nota

Por defecto, el uso del TPM está inhabilitado. Por lo tanto, el arranque medido no tiene lugar. Para habilitar la certificación remota, habilite el TPM en el menú de EFI/BIOS.

Carga útil segura

Un mecanismo para entregar datos cifrados a los agentes en buen estado. Las cargas útiles se utilizan para proporcionar claves, contraseñas, certificados, configuraciones o guiones que el agente utiliza posteriormente.

1.2 ¿Qué es Keylime?

Keylime es una solución de certificación remota que permite monitorizar el estado de los nodos remotos mediante un TPM como raíz de confianza para la medición. Con Keylime, puede realizar varias tareas, por ejemplo:

- Validar los PCR extendidos durante el arranque medido.
- Crear análisis y realizar afirmaciones del registro de eventos.
- Realizar una afirmación del valor de cualquier PCR en el sistema remoto.
- Monitorizar la validez de los archivos abiertos o ejecutados.
- Entregar datos cifrados a nodos verificados mediante *cargas útiles seguras*.
- Ejecutar guiones personalizados que se activan cuando en un equipo fallan las mediciones certificadas.

1.3 Arquitectura

Keylime consta de un agente, un verificador, un registrador y una herramienta de línea de comandos (inquilino). Los agentes se encuentran en los sistemas que se deben certificar. El verificador y el registrador se encuentran en sistemas remotos que realizan el registro y la certificación de los agentes. Tenga en cuenta que solo la función de agente está disponible en SLE Micro. Para obtener más información acerca de cada componente, consulte las siguientes secciones.

1.3.1 Agente de Keylime

El agente es un servicio que se ejecuta en el sistema y que se debe certificar. El agente envía el registro de eventos, los valores hash de IMA y la información sobre el arranque medido al verificador utilizando el TPM local como certificador de la validez de los datos.

Cuando se inicia un agente nuevo, primero debe registrarse en el registrador. Para ello, el agente necesita un certificado TLS para establecer la conexión. El certificado TLS lo genera el registrador, pero debe instalarse manualmente en el agente. Después del registro, el agente envía su clave de certificación y la parte pública de la clave de aprobación al registrador. El registrador responde al agente con un desafío en un proceso denominado activación de credenciales, que valida el TPM del agente. Cuando el agente se ha registrado, está listo para inscribirse para la certificación.

1.3.2 Registrador de Keylime

El registrador se utiliza para registrar agentes que deben estar certificados. El registrador recopila la clave de certificación del agente, la parte pública de la clave de aprobación y la certificación de la clave de aprobación, y verifica que la clave de certificación del agente pertenece a la clave de aprobación.

1.3.3 Verificador de Keylime

El verificador realiza la certificación real de los agentes y extrae continuamente los datos de certificación requeridos de los agentes (entre otros, los valores de PCR, los registros de IMA y los registros de eventos UEFI).

2 Ejecución de la carga de trabajo de Keylime mediante Podman

Keylime es una solución de certificación remota que permite monitorizar el estado de los nodos remotos. El *verificador* y el *registrador* son componentes esenciales de Keylime en sistemas remotos para realizar el registro y la certificación de los agentes de Keylime.



Nota

El contenedor descrito en este artículo proporciona un *verificador* y un *registrador* de servicios del plano de control, así como una herramienta de línea de comandos *inquilina* que forman parte del proyecto Keylime.

Antes de empezar a instalar y registrar agentes, prepare el verificador y el registrador en hosts remotos, como se describe en el siguiente procedimiento.

1. Identifique la imagen de la carga de trabajo de Keylime.

```
# podman search keylime
[...]  
registry.opensuse.org/devel/microos/containers/containerfile/opensuse/keylime-  
control-plane
```

2. Extraiga la imagen del registro.

```
# podman pull \
registry.opensuse.org/devel/microos/containers/containerfile/opensuse/keylime-
control-plane:latest
```

3. Cree el volumen `keylime-control-plane` para hacer persistente la base de datos y los certificados necesarios durante el proceso de certificación.

```
# podman container runlabel install \
registry.opensuse.org/devel/microos/containers/containerfile/opensuse/keylime-
control-plane:latest
```

4. Inicie el contenedor y los servicios relacionados.

```
# podman container runlabel run \
registry.opensuse.org/devel/microos/containers/containerfile/opensuse/keylime-
control-plane:latest
```

Se crea el contenedor `keylime-control-plane`. Incluye servicios de registrador y verificador configurados y en ejecución. Internamente, el contenedor expone los puertos 8881, 8890 y 8891 al host mediante los valores por defecto. Valide la configuración del cortafuegos para permitir el acceso a los puertos y la comunicación entre contenedores, ya que la interfaz de línea de comandos `inquilina` lo requiere.



Sugerencia

Si necesita detener los servicios de Keylime, ejecute el siguiente comando:

```
# podman kill keylime-control-plane-container
```

2.1 Monitorización de los servicios de Keylime

Para obtener el estado de los contenedores en ejecución en el host, ejecute el siguiente comando:

```
# podman ps
```

Para ver los registros de los servicios de Keylime, ejecute el siguiente comando:

```
# podman logs keylime-control-plane-container
```

2.2 Ejecución de la herramienta de línea de comandos inquilina

La herramienta de línea de comandos inquilina se incluye en el contenedor y, si el cortafuegos del host no interfiere con los puertos expuestos por los servicios de Keylime, puede ejecutarla utilizando la misma imagen, por ejemplo:

```
# podman run --rm \
-v keylime-control-plane-volume:/var/lib/keylime/ \
keylime-control-plane:latest \
keylime_tenant -v 10.88.0.1 -r 10.88.0.1 --cert default -c reglist
```

2.3 Extracción del certificado de Keylime

La primera vez que se ejecuta el contenedor de Keylime, sus servicios crean un certificado requerido por varios agentes. Debe extraer el certificado del contenedor y copiarlo en el directorio `/var/lib/keylime/cv_ca/` del agente.

```
# podman cp \
keylime-control-plane-container:/var/lib/keylime/cv_ca/cacert.crt
.# scp cacert.crt
AGENT_HOST:/var/lib/keylime/cv_ca/
```



Sugerencia

Encontrará más información sobre la instalación del agente en la [Sección 3, “Instalación del agente de Keylime”](#).

3 Instalación del agente de Keylime

Keylime es una solución de certificación remota que permite monitorizar el estado de los nodos remotos. El agente de Keylime es un servicio que se ejecuta en el sistema que debe certificarse y envía el registro de eventos, los valores hash de IMA e información sobre el arranque medido al verificador.

El agente de Keylime no está incluido en SLE Micro por defecto y debe instalarlo manualmente. Para instalar el agente, haga lo siguiente:

1. Instale el paquete `rust-keylime` de la siguiente manera:

```
# transactional-update pkg in rust-keylime
```

A continuación, re arranque el sistema.

2. Ajuste la configuración por defecto del agente.

- a. Cree un directorio para almacenar un nuevo archivo de configuración para sus cambios en `/etc/keylime/agent.conf.d/`. La configuración por defecto se almacena en `/usr/etc/keylime/agent.conf`, pero no se recomienda editar este archivo porque puede sobrescribirse en las próximas actualizaciones del sistema.

```
# mkdir -p /etc/keylime/agent.conf.d
```

- b. Cree un nuevo archivo `/etc/keylime/agent.conf.d/agent.conf`:

```
# cat << EOF > /etc/keylime/agent.conf.d/agent.conf
[agent]

uuid = "d111ec46-34d8-41af-ad56-d560bc97b2e8" ❶ registrar_ip =
"<REMOTE_IP>" ❷
revocation_notification_ip = "<REMOTE_IP>" ❸
EOF
```

- ❶ El identificador exclusivo se genera cada vez que se ejecuta el agente. Sin embargo, puede definir un valor específico mediante esta opción.
- ❷ Dirección IP del registrador.
- ❸ Dirección IP del verificador.

- c. Cambie el propietario del directorio `/etc/keylime/` a `keylime:tss`:

```
# chown -R keylime:tss /etc/keylime
```

- d. Cambie los permisos del directorio `/etc/keylime/`:

```
# chmod -R 600 /etc/keylime
```

3. Copie los certificados generados por la CA en el nodo del agente. En el nodo del agente, haga lo siguiente:

- a. Prepare un directorio para el certificado:

```
# mkdir -p /var/lib/keylime/cv_ca
```

- b. Copie el certificado en el agente:

```
# scpCERT_SERVER_ADDRESS:/var/lib/keylime/cv_ca/cacert.crt /var/lib/keylime/cv_ca
```

- c. Cambie el propietario del certificado a keylime:tss:

```
# chown -R keylime:tss /var/lib/keylime/cv_ca
```

4. Inicie y habilite keylime_agent.service:

```
# systemctl enable --now keylime_agent.service
```

4 Registro del agente de Keylime

Keylime es una solución de certificación remota que permite monitorizar el estado de los nodos remotos. El agente de Keylime es un servicio que se ejecuta en el sistema que debe certificarse y envía el registro de eventos, los valores hash de IMA e información sobre el arranque medido al verificador.

Puede registrar un nuevo agente mediante la herramienta de línea de comandos inquilina o editando la configuración del verificador. Con el inquilino en el host del verificador, ejecute lo siguiente:

```
# keylime_tenant -v 127.0.0.1 \  
-tAGENT \①  
-u UUID \②  
--cert default \  
-c add  
[--include PATH_TO_ZIP_FILE] ③
```

① AGENT es una dirección IP del agente que se va a registrar.

② UUID es el identificador exclusivo del agente.

- ③ El archivo pasado por la opción `include` se utiliza para entregar datos de carga útil secreta al agente. Para obtener información detallada, consulte la [Sección 5, “Cargas útiles seguras de Keylime”](#).

Puede mostrar los agentes registrados mediante el comando `reglist` en el host del verificador de la siguiente manera:

```
# keylime_tenant -v 127.0.0.1 \
--cert default \
-c reglist
```

Para eliminar un agente registrado, especifique el agente mediante las opciones `-t` y `-u`, así como el comando `-c delete` de la siguiente manera:

```
# keylime_tenant -v 127.0.0.1 \
-tAGENT \
-u UUID \
-c delete
```

5 Cargas útiles seguras de Keylime

Keylime es una solución de certificación remota que permite monitorizar el estado de los nodos remotos.

5.1 ¿Qué es una carga útil segura?

Una carga útil segura de Keylime permite entregar datos cifrados a agentes en buen estado. Las cargas útiles se utilizan para proporcionar claves, contraseñas, certificados, configuraciones o guiones que utiliza el agente de Keylime en una etapa posterior.

5.2 ¿Cómo funciona una carga útil segura?

Una carga útil segura se entrega al agente en un archivo `zip` que debe contener un guion de shell denominado `autorun.sh`. El guion solo se ejecuta si el agente se ha registrado y verificado correctamente. Para entregar el archivo `zip`, utilice la opción `--include` del comando `keylime_tenant`.

Por ejemplo, el guion `autorun.sh` siguiente crea una estructura de directorios y copia en ella las claves SSH. El archivo de reserva `zip` relacionado debe incluir estas claves SSH.

```
> cat autorun.sh
#!/bin/bash

mkdir -p /root/.ssh/
cp id_rsa* /root/.ssh/
chmod 600 /root/.ssh/id_rsa*
cp /root/.ssh/id_rsa.pub /root/.ssh/authorized_keys
```

6 Habilitación del seguimiento de IMA para Keylime

Keylime es una solución de certificación remota que permite monitorizar el estado de los nodos remotos. La *arquitectura de gestión de la integridad* (IMA) es un subsistema de integridad del kernel que proporciona un medio para detectar cambios maliciosos en los archivos.

Cuando se utiliza la IMA, el kernel calcula un hash de los archivos a los que se ha accedido. El hash se utiliza entonces para extender el PCR 10 en el TPM y también para registrar una lista de los archivos a los que se ha accedido. El verificador puede solicitar una cotización firmada al agente para que el PCR 10 obtenga los registros de todos los archivos a los que se ha accedido, incluidos los hash de archivo. A continuación, los verificadores comparan los archivos a los que se ha accedido con una lista de permisos local de archivos aprobados. Si alguno de los hash no se reconoce, el sistema se considera inseguro y se activa un evento de revocación.

Antes de que Keylime pueda recopilar información, es necesario habilitar IMA/EVM. Para habilitar el proceso, arranque un kernel del agente con los parámetros `ima_appraise=log` y `ima_policy=tcb`:

1. Actualice la opción `GRUB_CMDLINE_LINUX_DEFAULT` con los parámetros de `/etc/default/grub`:

```
GRUB_CMDLINE_LINUX_DEFAULT="ima_appraise=log ima_policy=tcb"
```

2. Regenera `grub.cfg` ejecutando:

```
# transactional-update grub.cfg
```

3. Rearranque el sistema.

El procedimiento anterior utiliza la directiva de IMA del kernel por defecto. Para evitar monitorizar demasiados archivos y, por lo tanto, crear registros largos, cree una nueva directiva personalizada. Encontrará más detalles en la [Keylime documentation \(https://keylime-docs.readthedocs.io/en/latest/user_guide/runtime_ima.html\)](https://keylime-docs.readthedocs.io/en/latest/user_guide/runtime_ima.html).

Para indicar los valores hash esperados, utilice la opción `--allowlist` del comando `keylime_tenant` al registrar el agente. Para ver los archivos excluidos u omitidos, utilice la opción `--exclude` del comando `keylime_tenant`:

```
# keylime_tenant --allowlist
-v 127.0.0.1 \
-uUUID
```

7 Información adicional

- La página de inicio de Keylime está en <https://keylime.dev>.
- La documentación más reciente de Keylime está en <https://keylime.readthedocs.io/en/latest/>.
- Para obtener una descripción general de IMA/EVM, consulte https://en.opensuse.org/SDB:IMA_ima_evm#Introduction.
- Encontrará más información sobre cómo crear una nueva directiva de IMA del kernel en https://keylime-docs.readthedocs.io/en/latest/user_guide/runtime_ima.html.

8 Información legal

Copyright © 2006 –2025 SUSE LLC y colaboradores. Reservados todos los derechos.

Está permitido copiar, distribuir y modificar este documento según los términos de la licencia de documentación gratuita GNU, versión 1.2 o (según su criterio) versión 1.3. Este aviso de copyright y licencia deberán permanecer inalterados. En la sección titulada “GNU Free Documentation License” (Licencia de documentación gratuita GNU) se incluye una copia de la versión 1.2 de la licencia.

Para obtener información sobre las marcas comerciales de SUSE, consulte <https://www.suse.com/company/legal/>. Todas las marcas comerciales de otros fabricantes son propiedad de sus respectivas empresas. Los símbolos de marcas comerciales (®, ™, etc.) indican marcas comerciales de SUSE y sus filiales. Los asteriscos (*) indican marcas comerciales de otros fabricantes.

Toda la información recogida en esta publicación se ha compilado prestando toda la atención posible al más mínimo detalle. Sin embargo, esto no garantiza una precisión total. Ni SUSE LLC, ni sus filiales, ni los autores o traductores serán responsables de los posibles errores o las consecuencias que de ellos pudieran derivarse.

A Licencia de documentación gratuita de GNU

Copyright (C) 2000, 2001, 2002 Free Software Foundation, Inc. 51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301, EE. UU. Se permite la copia literal y la distribución de este documento de licencia, pero sin realizar cambios en él.

0. PREÁMBULO

El propósito de esta Licencia es crear un manual, libro de instrucciones u otro documento funcional y útil "libre", en el sentido de libertad, para garantizar que todo el mundo disfrute de la libertad real de copiarlo y distribuirlo, tras modificarlo o no hacerlo, ya sea con objetivos comerciales o no comerciales. En segundo término, esta Licencia proporciona al autor y al editor una manera de obtener reconocimiento por su trabajo, sin que se le considere responsable de las modificaciones realizadas por otros.

Esta Licencia es de tipo "copyleft", lo que significa que los trabajos derivados del documento deben, a su vez, ser libres en el mismo sentido. Esta Licencia complementa a la Licencia pública general de GNU, que es una licencia tipo copyleft diseñada para el software libre.

Hemos diseñado esta Licencia para utilizarla en manuales de software libre, ya que el software libre necesita documentación libre: un programa libre debe incluir manuales que proporcionen las mismas libertades que el software. Pero esta licencia no se limita a manuales de software; puede usarse para cualquier texto, sin tener en cuenta su temática o si se publica como libro impreso o no. Recomendamos esta licencia principalmente para trabajos cuyo fin sea instructivo o de referencia.

1. APLICACIÓN Y DEFINICIONES

Esta Licencia se aplica a todos los manuales u otros trabajos (en cualquier medio) que contengan un aviso del titular del copyright indicando que el producto puede distribuirse según las condiciones de esta Licencia. Tal aviso garantiza en cualquier lugar del mundo, sin pago de derechos de autor y sin límite de tiempo, el uso de dicho trabajo según las condiciones aquí estipuladas.

En adelante, la palabra "Documento" se referirá a cualquiera de dichos manuales o trabajos. Cualquier persona es un licenciatario y se hará referencia a él como "Usted". Usted acepta la licencia si copia, modifica o distribuye el trabajo de cualquier modo que requiera permiso según las leyes de copyright.

Una "Versión modificada" del Documento hace referencia a cualquier trabajo que contenga el Documento o una porción del mismo, ya sea una copia literal o con modificaciones o traducciones a otro idioma.

Una "Sección secundaria" es un apéndice determinado o una sección preliminar del Documento que trata exclusivamente de la relación entre los autores o editores y el tema general del Documento (o temas relacionados) pero que no contiene nada que entre directamente en dicho tema general. Por ejemplo, si el Documento es en parte un texto de matemáticas, una Sección Secundaria puede no explicar nada de matemáticas. La relación puede ser una conexión histórica con el tema o temas relacionados, o una opinión legal, comercial, filosófica, ética o política acerca de ellos.

Las "Secciones fijas" son ciertas Secciones Secundarias cuyos títulos son designados como Secciones fijas en el aviso que indica que el documento está sujeto a esta Licencia. Si una sección no entra en la definición de Secundaria, no puede designarse como Fija. El documento puede no tener Secciones fijas. Si el Documento no identifica las Secciones fijas, es que no las tiene.

Los "Textos de cubierta" son ciertos pasajes cortos de texto que se incluyen como Textos de cubierta delantera o Textos de cubierta trasera en el aviso que indica que el documento está sujeto a esta Licencia. Un Texto de cubierta delantera puede tener como máximo 5 palabras, y uno de Cubierta trasera puede tener hasta 25 palabras.

Una copia "Transparente" del Documento es una copia para lectura en máquina, representada en un formato cuya especificación está disponible para el público en general, apto para que los contenidos puedan ser vistos y editados directamente con editores de texto genéricos; o, en el caso de las imágenes compuestas por píxeles, con programas genéricos de manipulación de imágenes; o en el caso de los dibujos, con algún editor de dibujos ampliamente disponible; y que sea adecuado como entrada para formateadores de texto o para su traducción automática a formatos adecuados para formateadores de texto. Una copia hecha en un formato definido como Transparente, pero cuyo marcado, o ausencia de él, haya sido diseñado para impedir o dificultar modificaciones posteriores por parte de los lectores no se puede considerar como Transparente. Un formato de imagen no es Transparente si se usa para una cantidad de texto sustancial. Una copia que no sea Transparente se denomina "Opaca".

Ejemplos de formatos adecuados para copias Transparentes son: ASCII puro sin marcas, formato de entrada de Texinfo, formato de entrada de LaTeX, SGML o XML usando DTD disponibles públicamente, y HTML, PostScript o PDF simples, que sigan los estándares y diseñados para ser modificados por personas. Ejemplos de formatos de imagen transparentes son PNG, XCF y JPG. Los formatos Opacos incluyen formatos de propiedad que pueden ser leídos y editados únicamente en procesadores de textos propietarios, SGML o XML para los cuáles las DTD o herramientas de procesamiento no estén ampliamente disponibles, y HTML, PostScript o PDF generados por algunos procesadores de textos sólo como salida.

La "Portada" es, en un libro impreso, la página de título, más las páginas siguientes que sean necesarias para mantener legiblemente el material que esta Licencia requiere en la portada. Para trabajos en formatos que no tengan página de portada como tal, la "Portada" hace referencia al texto cercano a la aparición más destacada del título del trabajo que precede el comienzo del cuerpo del texto.

Una sección "Titulada XYZ" hace referencia a una parte del Documento cuyo título es precisamente XYZ o contiene XYZ entre paréntesis, y a continuación, el texto que traduce XYZ a otro idioma (aquí XYZ se refiere a nombres de sección específicos mencionados más abajo como, por ejemplo, "Agradecimientos", "Dedicatorias", "Aprobaciones" o "Historia"). "Conservar el título" de tal sección cuando se modifica el Documento significa que permanece una sección "Titulada XYZ" según esta definición.

El Documento puede incluir limitaciones de garantía junto al aviso donde se declara que al Documento se le aplica esta Licencia. Se considera que estas Limitaciones de garantía se incluyen como referencia en esta Licencia, pero solo en concepto de renuncia de garantía: cualquier otra implicación que estas Limitaciones de garantía pudiera tener se considera nula y no tiene efecto alguno en el significado de esta Licencia.

2. COPIA LITERAL

Usted puede copiar y distribuir el Documento en cualquier medio, sea en forma comercial o no, siempre y cuando esta Licencia, los avisos de copyright y la nota que indica que esta Licencia se aplica al Documento se reproduzcan en todas las copias y que usted no añada ninguna otra condición a las expuestas en esta Licencia. Usted no puede usar medidas técnicas para obstruir o controlar la lectura o copia posterior de las copias que usted haga o distribuya. Sin embargo, usted puede aceptar compensación a cambio de las copias. Si distribuye un número suficientemente grande de copias, también deberá seguir las condiciones de la sección 3.

También puede prestar copias, bajo las mismas condiciones establecidas anteriormente, y puede exhibir copias públicamente.

3. GRANDES CANTIDADES DE COPIAS

Si publica copias impresas del Documento (o copias en medios que tengan normalmente cubiertas impresas) que sobrepasen las 100 unidades, y el aviso de licencia del Documento exige Textos de cubierta, las copias deben llevar cubiertas que especifiquen de forma clara y legible todos esos Textos de cubierta: Textos de cubierta delantera o Textos de cubierta trasera. Ambas cubiertas deben identificarlo a usted clara y legiblemente como editor de tales copias. La cubierta debe mostrar el título completo con todas las palabras igualmente destacadas y visibles. Además puede añadir otro material en las cubiertas. Las copias con cambios limitados a las cubiertas, siempre que conserven el título del Documento y satisfagan estas condiciones, pueden considerarse como copias literales en otros aspectos.

Si los textos requeridos para la cubierta son muy numerosos para que encajen legiblemente, debe colocar los primeros (tantos como sea razonable colocar) en la verdadera cubierta y situar el resto en páginas posteriores.

Si publica o distribuye copias Opacas del Documento cuya cantidad exceda las 100 unidades, debe incluir una copia Transparente, que pueda ser leída por una máquina, con cada copia Opaca, o bien mostrar, en cada copia Opaca, una dirección de red donde cualquier usuario de la misma tenga acceso por medio de protocolos públicos y estandarizados a una copia Transparente del Documento completa, sin material adicional. Si hace uso de la última opción, deberá tomar las medidas necesarias, cuando comience la distribución de las copias Opacas en cantidad, para garantizar que esta copia Transparente permanezca accesible en el sitio establecido por lo menos un año después de la última vez que distribuyó una copia Opaca de esa edición al público (ya sea directamente o a través de sus agentes o distribuidores).

Se solicita, aunque no es obligatorio, que se ponga en contacto con los autores del Documento antes de redistribuir un número grande de copias, para darles la oportunidad de que le proporcionen una versión actualizada del Documento.

4. MODIFICACIONES

Puede copiar y distribuir una Versión modificada del documento bajo las condiciones de las secciones 2 y 3 anteriores (siempre que la Versión modificada esté sujeta a esta misma Licencia), con la Versión modificada actuando como Documento, lo que otorga licencia de distribución y modificación de la Versión modificada a todos los que posean una copia de ella. Además, debe hacer lo siguiente en la Versión modificada:

- A. Usar en la Portada (y en las cubiertas, si hay alguna) un título distinto al del Documento y al de las versiones anteriores (que deberían, si hay alguna, estar listadas en la sección de Historia del Documento). Puede usar el mismo título de versiones anteriores siempre y cuando quien las publicó originalmente le otorgue permiso.
- B. Debe enumerar en la Portada, como autores, a la persona o personas o entidades responsables de la autoría de las modificaciones de la Versión modificada, junto con, al menos, cinco de los autores principales del Documento (todos sus autores principales, si hay menos de cinco), a menos que le eximan de tal requisito.
- C. Mostrar en la Portada como editor el nombre del editor de la Versión modificada.
- D. Conservar toda la información de copyright del Documento.
- E. Añadir información de copyright apropiada a sus modificaciones junto a otra información de copyright.
- F. Incluir, inmediatamente después de la información de copyright, aviso de licencia dando el permiso público para usar la Versión modificada bajo los términos de esta Licencia, como se muestra en el anexo al final de este documento.
- G. Conservar en ese aviso de licencia el listado completo de las Secciones fijas y de los Textos de cubierta que sean requeridos en el aviso de Licencia del Documento.
- H. Incluir una copia sin modificación de esta Licencia.
- I. Conservar la sección titulada "Historia", conservar su Título y añadirle un elemento que declare al menos el título, el año, los nuevos autores y el editor de la Versión modificada, tal como figuran en la Portada. Si no hay una sección titulada "Historia" en el Documento, deberá crear una estableciendo el título, el año, los autores y el editor del Documento, tal como figuran en su Portada, añadiendo además un elemento que describa la Versión modificada, como se estableció anteriormente.

- J. Conservar la dirección en red, si la hay, indicada en el Documento para el acceso público a una copia Transparente del mismo, así como las otras direcciones de red incluidas en el Documento para versiones anteriores en las que estuviese basado. Pueden ubicarse en la sección "Historia". Se puede omitir la ubicación en red de un trabajo que haya sido publicado por lo menos cuatro años antes que el Documento mismo, o si el editor original de dicha versión da permiso.
- K. En cualquier sección titulada "Agradecimientos" o "Dedicatorias", deberá conservar el título de la sección y conservar en ella toda la esencia y el tono de los agradecimientos o dedicatorias incluidos por cada contribuyente.
- L. Conservar todas las Secciones fijas del Documento, sin alterar su texto ni sus títulos. Los números de sección o el equivalente no se consideran parte de los títulos de la sección.
- M. Borre cualquier sección titulada "Aprobaciones". Tales secciones no pueden estar incluidas en las Versiones modificadas.
- N. No cambie el título de ninguna sección existente a "Aprobaciones" ni a otro título que entre en conflicto con el de alguna Sección fija.
- O. Conserve todas las Limitaciones de garantía.

Si la Versión modificada incluye secciones o apéndices nuevos que se puedan considerar como Secciones secundarias y no contiene material copiado del Documento, puede, opcionalmente, designar algunas o todas esas secciones como fijas. Para hacerlo, añada sus títulos a la lista de Secciones fijas en el aviso de licencia de la Versión modificada. Tales títulos deben ser distintos de cualquier otro título de sección.

Puede añadir una sección titulada "Aprobaciones", siempre que contenga únicamente aprobaciones de su Versión modificada otorgadas por otras fuentes (por ejemplo, observaciones de peritos o que el texto haya sido aprobado por una organización como la definición oficial de un estándar).

Puede añadir un pasaje de hasta cinco palabras como Texto de cubierta delantera y un pasaje de hasta 25 palabras como Texto de cubierta trasera al final de la lista de textos de cubierta en la Versión modificada. Una entidad solo puede añadir (o hacer que se añada) un pasaje al Texto de cubierta delantera y uno al de Cubierta trasera Si el Documento ya incluye textos de cubiertas añadidos previamente por usted o por la misma entidad a la que usted representa, usted no puede añadir otro; pero puede reemplazar el anterior, con permiso explícito del editor que añadió el anterior.

Con esta Licencia, ni los autores ni los editores del Documento dan permiso para usar sus nombres para publicidad ni para asegurar o implicar aprobación de cualquier Versión modificada.

5. COMBINACIÓN DE DOCUMENTOS

Usted puede combinar el Documento con otros documentos sujetos a esta Licencia, bajo los términos definidos en la sección 4 anterior para versiones modificadas, siempre que incluya en la combinación todas las Secciones fijas de todos los documentos originales, sin modificar, especificadas todas como Secciones fijas del trabajo combinado en su aviso de licencia. Así mismo debe incluir la Limitación de garantía.

El trabajo combinado necesita contener solamente una copia de esta Licencia, y puede reemplazar varias Secciones fijas idénticas por una sola copia. Si hay varias Secciones fijas con el mismo nombre pero con contenidos diferentes, haga que el título de cada una de estas secciones sea único añadiéndole al final del mismo, entre paréntesis, el nombre del autor o editor original de esa sección, si es conocido, o de lo contrario, un número único. Haga el mismo ajuste a los títulos de sección en la lista de Secciones fijas del aviso de licencia del trabajo combinado.

En la combinación, debe incluir cualquier sección titulada "Historia" de los documentos originales, formando una única sección con el mismo título; de la misma forma combine cualquier sección titulada "Agradecimientos" o "Dedicatorias". Debe borrar todas las secciones tituladas "Aprobaciones".

6. COLECCIONES DE DOCUMENTOS

Puede hacer una colección que conste del Documento y de otros documentos sujetos a esta Licencia, y reemplazar las copias individuales de esta Licencia de cada uno de los documentos por una sola copia que esté incluida en la colección, siempre que siga las indicaciones de esta Licencia para la copia literal de los documentos en cualquiera de los demás aspectos.

Puede extraer un solo documento de una colección de este tipo y distribuirlo individualmente con esta Licencia, siempre que inserte una copia de esta Licencia en el documento extraído, y siga las estipulaciones de esta Licencia en todos los demás aspectos relativos a la copia literal del documento.

7. AGREGACIÓN CON TRABAJOS INDEPENDIENTES

Una recopilación que conste del Documento o sus derivados y de otros documentos o trabajos separados e independientes, en cualquier medio de almacenamiento o distribución, se denomina un "agregado" si el copyright resultante de la compilación no se usa para limitar los derechos legales de los usuarios de la compilación más allá de lo que permiten los trabajos individuales. Cuando el Documento se incluye en un agregado, esta Licencia no se aplica a otros trabajos del agregado que no sean en sí mismos derivados del Documento.

Si el requisito de la sección 3 sobre el Texto de cubierta es aplicable a estas copias del Documento y el Documento es menor que la mitad del agregado entero, los Textos de cubierta del Documento pueden colocarse en cubiertas que enmarquen solamente el Documento dentro del agregado, o el equivalente electrónico de las cubiertas, si el documento está en formato electrónico. En caso contrario deben aparecer en cubiertas impresas enmarcando todo el agregado.

8. TRADUCCIÓN

La traducción se considera un tipo de modificación, por lo que puede distribuir las traducciones del Documento según los términos de la sección 4. La sustitución de las secciones invariables por traducciones requiere un permiso especial de los titulares de los derechos de autor, pero puede incluir traducciones de algunas o todas las secciones invariables además de las versiones originales de estas secciones. Puede incluir una traducción de esta Licencia, de todas las notas de licencia del documento, así como de las Limitaciones de garantía, siempre que incluya también su versión en inglés y las versiones originales de los avisos de licencia y Limitaciones de garantía. En caso de que haya discrepancias entre la traducción y la versión original en inglés de esta Licencia, el aviso de licencia o la limitación de garantía, prevalecerá la versión original en inglés. Si una sección del Documento está titulada "Agradecimientos", "Dedicatorias" o "Historia", el requisito (sección 4) de conservar su título (sección 1) requerirá, normalmente, que se cambie su título.

9. CONCLUSIÓN

El Documento no se debe copiar, modificar, sublicenciar ni distribuir bajo otras circunstancias que no sean las previstas en esta Licencia. Cualquier intento de copiar, modificar, sublicenciar y distribuir el Documento por otros medios se considerará nulo y pondrá fin automáticamente a

los derechos concedidos mediante esta Licencia. Sin embargo, las partes a las que haya proporcionado copias o derechos según los términos de esta Licencia seguirán conservando sus licencias siempre que se sigan ajustando totalmente a las condiciones aquí expuestas.

10. REVISIONES FUTURAS DE ESTA LICENCIA

La Free Software Foundation puede publicar versiones nuevas o revisadas de la Licencia de documentación gratuita de GNU de forma periódica. Estas nuevas versiones serán similares en espíritu a esta versión, pero pueden incluir detalles distintos para tratar problemas o preocupaciones nuevos. Consulte <https://www.gnu.org/copyleft/>.

A cada versión de la Licencia se le asigna un número de versión distintivo. Si el Documento especifica que está sujeto a un número de versión concreto de Licencia y añade "o cualquier versión posterior", tendrá la opción de seguir las cláusulas de dicha versión o de cualquier versión posterior que haya publicado la Free Software Foundation (que no sea un borrador). Si el Documento no indica ningún número de versión de licencia, puede elegir cualquier versión que haya publicado la Free Software Foundation (que no sea un borrador).

ANEXO: Cómo usar esta Licencia en sus documentos

```
Copyright (c) YEAR YOUR NAME.  
Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document  
under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2  
or any later version published by the Free Software Foundation;  
with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts.  
A copy of the license is included in the section entitled "GNU  
Free Documentation License".
```

Si tiene Secciones fijas, Textos de cubierta delantera y Textos de cubierta trasera, reemplace la frase "sin textos de [...]" por esto:

```
with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the  
Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST.
```

Si tiene Secciones fijas sin textos de cubierta, o alguna otra combinación de los tres, combine las alternativas para adaptarse a la situación.

Si su documento contiene ejemplos de código de programa no triviales, se recomienda que estos ejemplos estén sujetos a la licencia de software libre que usted elija, como la Licencia pública general de GNU para permitir su uso en software libre.