Uso de Certificados - Programación Práctica 6A

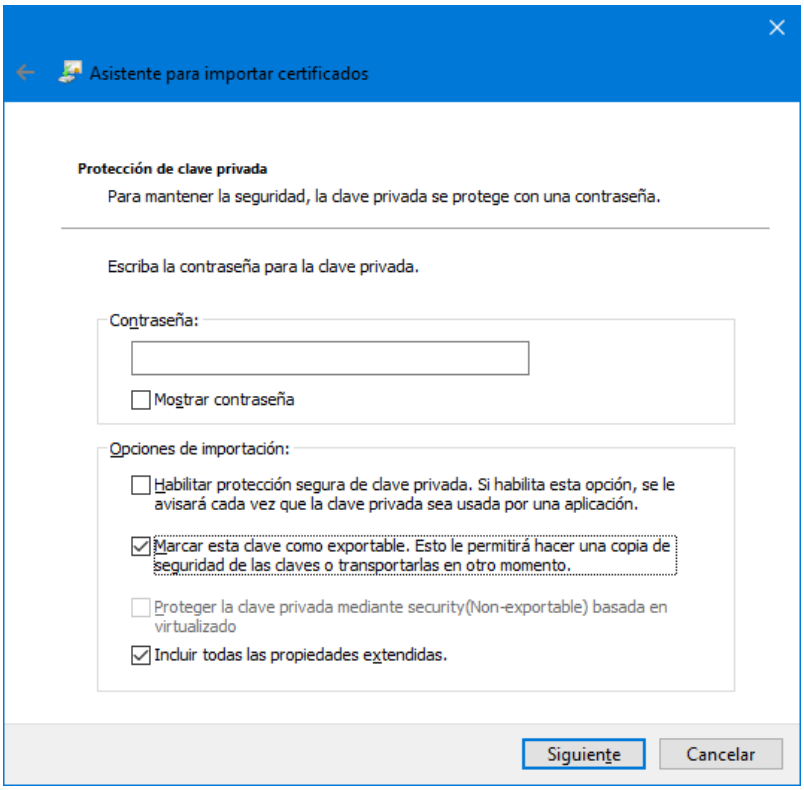
1. Objetivo

En esta práctica el alumno debe realizar pequeños programas que permitan acceder a un certificado de un almacén y utilizar sus claves asociadas con las protecciones apropiadas.

2. Integración del certificado en el almacén de certificados

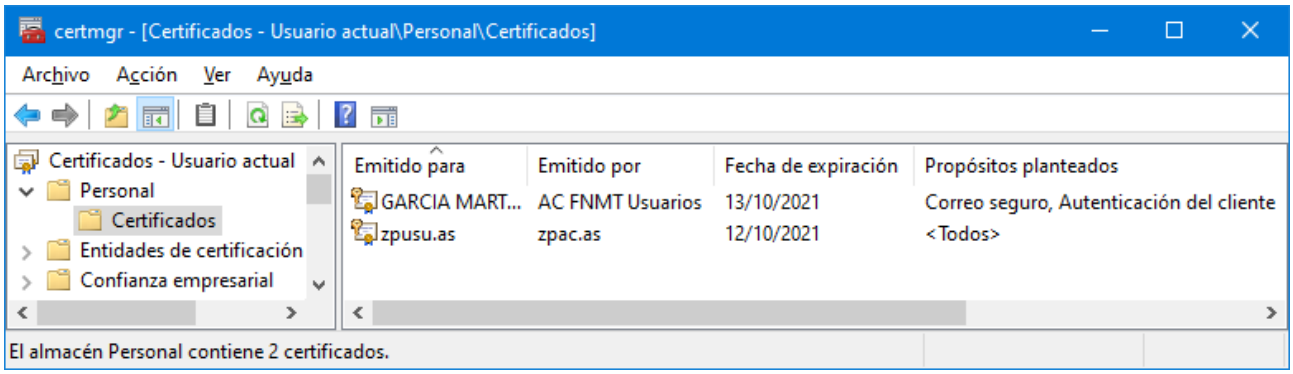
Carga el certificado contenido en zpUSUas.pfx en el almacén de certificados personales del usuario. Si ya estuviera cargado previamente, bórralo y cárgalo nuevamente como se indica en esta práctica. El certificado de la autoridad certificadora (zpACas.cer) que ha firmado el certificado del usuario debe estar cargado en el almacén de certificados "Entidades de certificación raíz de confianza".

Haz doble clic en el fichero zpUSUas.pfx. Se abre automáticamente el asistente para importación de certificados y se llega a la siguiente ventana:

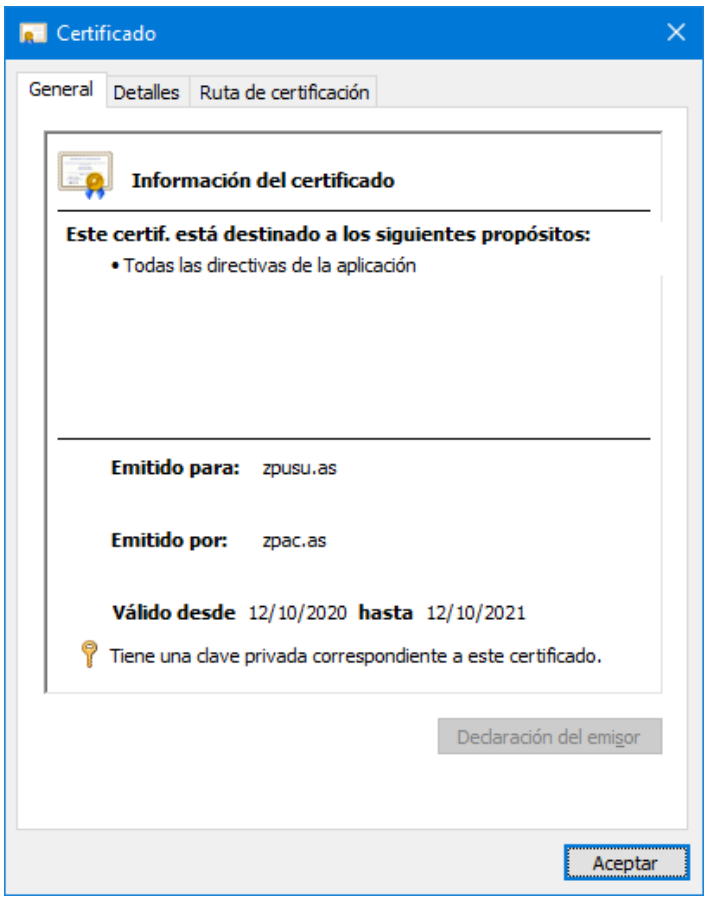


Selecciona las **dos** últimas opciones activas y proporciona la contraseña: conusupfx. Elige el almacén de certificados personales del usuario y termina el proceso de importación.

Abre la herramienta de gestión de certificados **certmgr.msc** y comprueba que el certificado está en el almacén de certificados personales.



Haz doble clic en el certificado para que se muestre la ventana de visualización de certificados:



Observa que en la ventana se indica "Tiene una clave privada correspondiente a este certificado".

CONCEPTO: Cuando se importa un certificado desde un fichero .pfx, además de importarse el certificado con su clave pública, también se importa la clave privada asociada al certificado en el almacén de claves privadas correspondiente.

3. Utilización del certificado y su clave privada asociada

Realiza un programa que permita acceder al almacén de certificados en el que Windows almacena los certificados del usuario, para extraer el certificado y usar sus claves. Reutiliza el método ExtraeCertificado() del programa de la práctica anterior.

Crea el array de bytes Msg, de 64 bytes, que contenga los bytes 0x00 a 0x3F.

FASE.- ACCESO A UN CERTIFICADO DEL ALMACÉN DE CERTIFICADOS

En el método Main() declara el string NombreCert y asígnale el nombre del sujeto del certificado al que hay que acceder.

Declara el objeto Cert de la clase X509Certificate2 y asígnale el certificado que devuelve el método ExtraCertificado(NombreCert) desarrollado en la práctica anterior.

FASE.- USO DEL CERTIFICADO

Primeramente, muestra algunas propiedades de Cert, como Subject y HasPrivateKey. Solamente si HasPrivateKey es true, muestra el algoritmo de la clave privada y su longitud.

1) Declara un objeto ProvRSA1 de la clase RSACryptoServiceProvider y asígnale en la misma declaración la clave pública contenida en Cert, haciendo el cast apropiado:

= (RSACryptoServiceProvider) Cert.PublicKey.Key;

Muestra los parámetros de la clave llamando al método VerParam() suministrado con la práctica.

El proveedor ProvRSA**1** tiene **1** clave (pública solamente).

2) Declara un objeto ProvRSA2 de la clase RSACryptoServiceProvider y asígnale en la misma declaración la clave privada asociada a Cert, haciendo el cast apropiado:

= (RSACryptoServiceProvider) Cert.PrivateKey;

El proveedor ProvRSA**2** tiene **2** claves (pública + privada)

3) Comprueba si ProvRSA2 == null. En este caso muestra un mensaje de error y termina la ejecución. En caso contrario muestra un mensaje indicando que se ha creado un proveedor con una clave privada (=completa, pública + privada) y muestra los parámetros de la clave llamando al método VerParam() suministrado con la práctica.

Ahora realiza las operaciones básicas con la clave pública del certificado y su clave privada asociada que se indican a continuación:

Cifra con la clave pública

4) Cifra el mensaje Msg usando el método **Encrypt()** de ProvRSA1 y muestra el texto cifrado en la consola. Comprueba que también puedes cifrar usando ProvRSA2. ¿por qué?

Descifra con la clave privada

5) Descifra el texto cifrado usando el método **Decrypt()** de ProvRSA2 y muestra el texto descifrado en la consola. Comprueba que NO puedes descifrar usando ProvRSA1. ¿por qué?

Firma con la clave privada

6) Crea el array de bytes Firma e inicialízalo con lo que devuelve el método **SignData()** del proveedor ProvRSA2. Usa el algoritmo "SHA1". Muestra el contenido de Firma en la consola. Comprueba que NO puedes firmar usando ProvRSA1. ¿por qué?

7) Inserta un par de instrucciones que permitan "estropear" Msg y/o Firma. Inicialmente comenta ambas instrucciones.

```
// Msg[0] = 0xFF;
// Firma[0] = 0xFF;
```

Verifica con la clave pública

8) Crea la variable booleana Verifica e inicialízala con lo que devuelve el método **VerifyData()** del proveedor ProvRSA1. Muestra el contenido de Verifica en la consola. Comprueba que también puedes verificar usando ProvRSA2. ¿por qué?

POSIBLES PROBLEMAS CON EL CERTIFICADO:

La creación de un proveedor criptográfico RSA con la siguiente línea de código:

```
RSACryptoServiceProvider ProvRSA2 = (RSACryptoServiceProvider)Cert.PrivateKey;
```

Puede limitar la utilización de las claves del proveedor RSA.

Si el certificado se ha creado con el script New-SelfSignedCertificate usando como proveedor de servicios criptográficos…

1) –Provider “Microsoft Base Cryptographic Provider v1.0” (o no se usa el parámetro –Provider)
ENTONCES SI habrá limitaciones (no se puede descifrar)

2) –Provider “Microsoft Enhanced Cryptographic Provider v1.0”
ENTONCES NO habrá limitaciones

Una forma posible de eliminar las limitaciones consiste en exportar las claves del certificado a una cadena y luego usar la cadena para inicializar un proveedor RSA. Por ejemplo, para un certificado que utiliza una clave RSA de 2048 y un proveedor RSA de la clase RSACryptoServiceProvider, el código puede ser el siguiente:

```
string ClavePriXML = Cert.PrivateKey.ToXmlString(true);
Console.WriteLine("\n\nClave Privada en XML: " + ClavePriXML);
RSACryptoServiceProvider ProvRSA2 = new RSACryptoServiceProvider(2048);
ProvRSA2.FromXmlString(ClavePriXML);
```

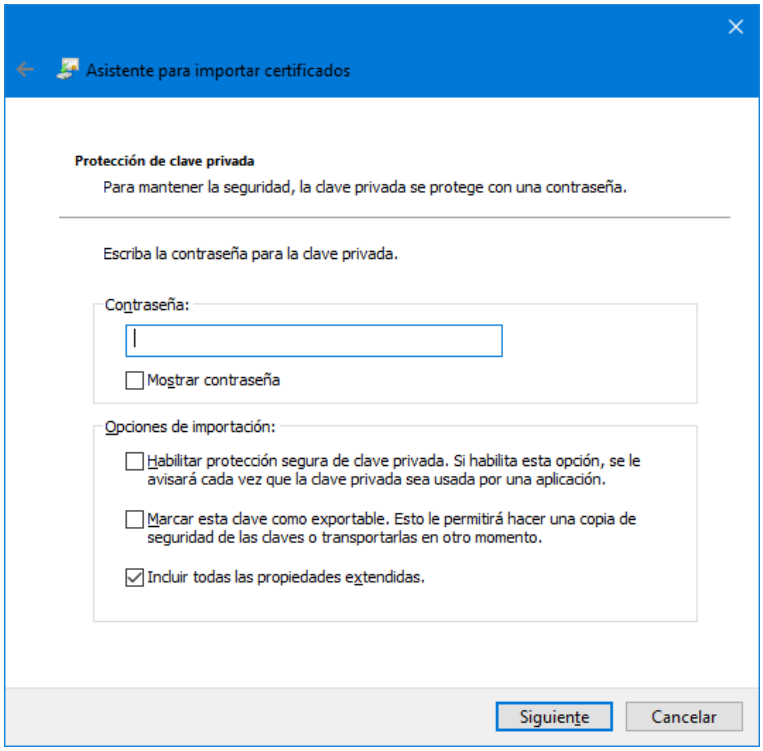
Para que este código funcione, al importar el certificado en el almacén de certificados desde el fichero .pfx hay que marcar la clave privada como EXPORTABLE.

Para realizar estas pruebas, no generes un nuevo proyecto. Introduce en el código las dos formas de crear el proveedor RSA y comenta una u otra según la prueba a realizar.

4. Pruebas variando la importación del certificado en el almacén

PRUEBA 1

Borra el certificado de zpusu.as del almacén y vuelve a importarlo a partir del fichero zpUSUas.pfx. En el asistente de importación deja solo marcada la última opción, tal como se muestra a continuación.



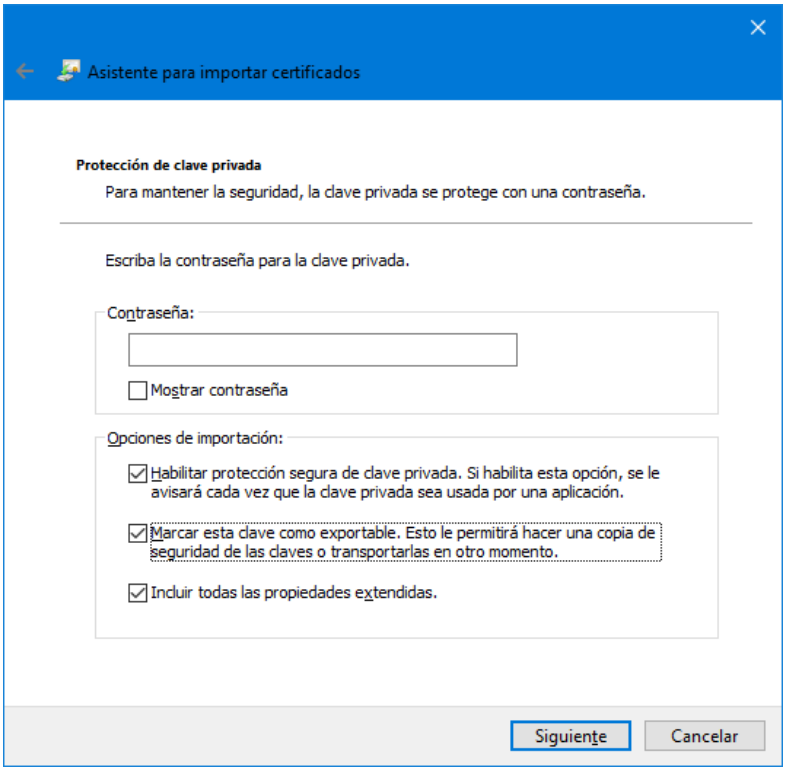
En este caso, la clave privada no es exportable.

Vuelve a ejecutar el programa. Comprueba que se genera una excepción en el método VerParam() cuando se intenta exportar la clave privada. Comenta la llamada al método VerParam(). Comprueba que el programa funciona, esto es, que se puede usar la clave privada, pero no exportarla (verla).

Si la clave privada no es exportable, puede que solo puedas usar el certificado (y su clave asociada) solo para firmar y verificar. Es posible que permita cifrar, pero no descifrar.

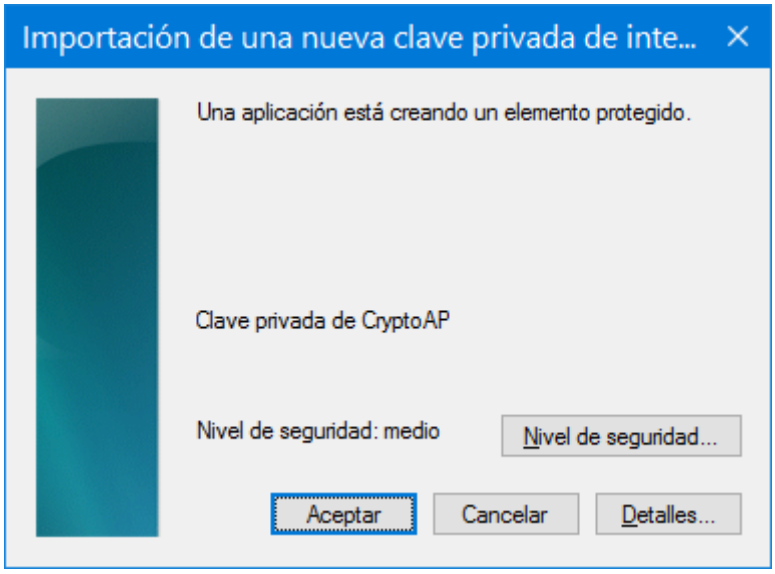
PRUEBA 2

Borra el certificado de zpusu.as del almacén y vuelve a importarlo a partir del fichero zpUSUas.pfx. En el asistente de importación selecciona las tres opciones, tal como se muestra a continuación.

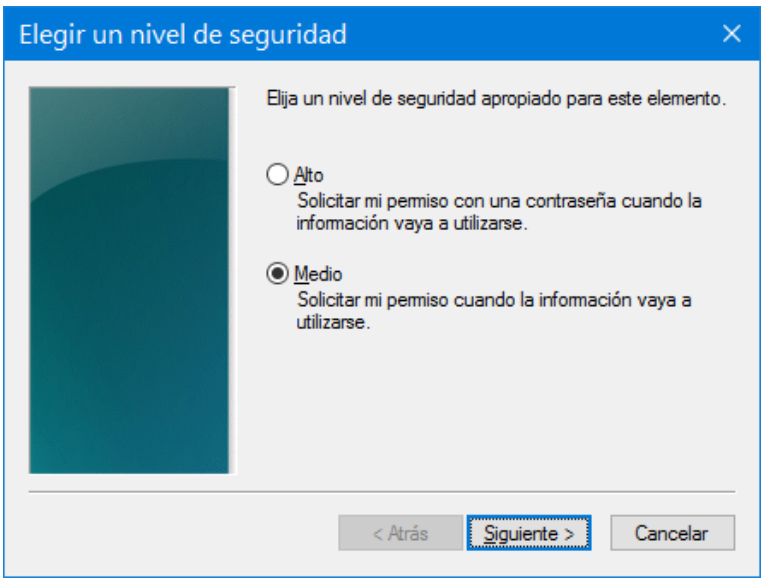


Se está solicitando habilitar la protección (de la utilización) de la clave privada.

Elige el almacén personal y antes de terminar la importación, Windows muestra la ventana que permite elegir el nivel de seguridad con el que se desea proteger el uso de la clave privada.



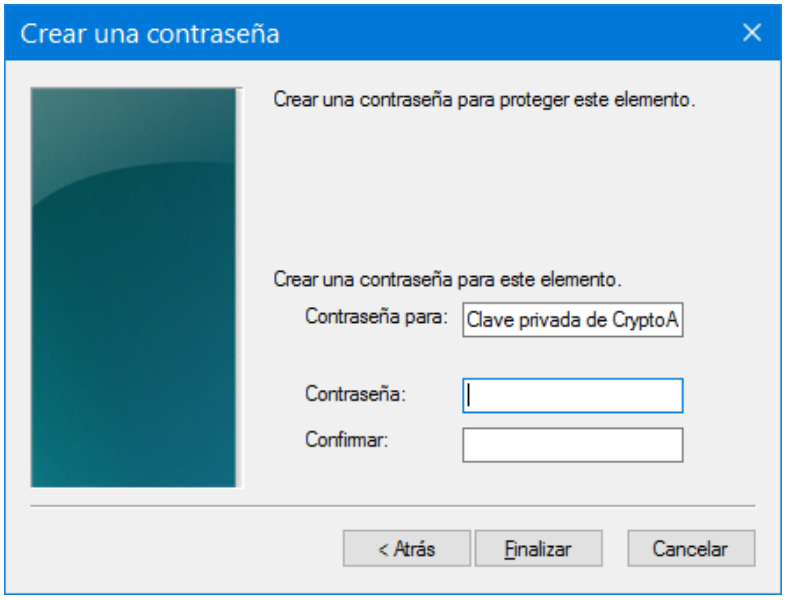
Pulsa el botón "Nivel de seguridad..." para realizar la selección y aparece la ventana que se muestra a continuación:



Si se selecciona Medio, cada vez que se utilice la clave privada se abre una ventana que pide autorización para utilizar la clave privada.

Si se selecciona Alto, cada vez que se utilice la clave privada se abre una ventana que pide una contraseña que hay que introducir para utilizar la clave privada.

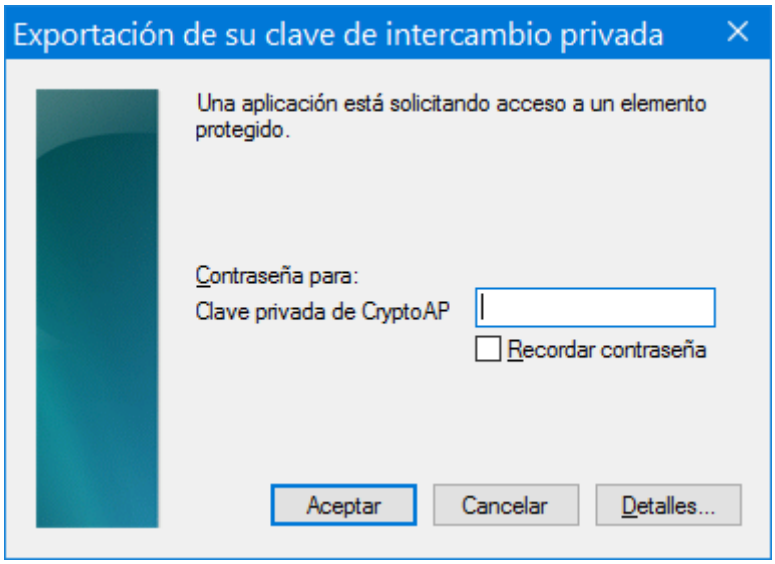
SELECCIONA el nivel Alto. Aparece la ventana siguiente:



Introduce una contraseña y la importación termina correctamente.

Ejecutar nuevamente el programa de la práctica.

Cuando el programa necesita exportar la clave muestra la ventana siguiente:



Se puede comprobar que Windows pide la contraseña en el primer método que la utiliza la clave; en este caso el método ExportParameters() del proveedor RSA en el método VerParams().

Tras suministrarle la contraseña, el programa se ejecuta hasta el final sin volver a pedir la contraseña, aunque la clave privada se utiliza en otros sitios del programa.

Comentar la llamada a VerParams() y volver a ejecutar el programa. Ahora se puede comprobar que la contraseña se pide al invocar al método Decrypt() o SignData(). Luego no se vuelve a pedir.

PRUEBAS ADICIONALES

Puedes realizar cualquier variación con las opciones de importación del certificado para comprobar el comportamiento del programa en función de la importación.

5. Pruebas con el certificado de la FNMT

Carga tu certificado de la FNMT (usuario.pfx) en el almacén de certificados personales del usuario. No habilites la protección segura de la clave privada y marca la clave como exportable.

El fichero .pfx generalmente contiene una cadena de tres certificados: el del usuario, el certificado intermedio "AC FNMT Usuarios" y el certificado raíz de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre, denominado "AC RAIZ FNMT-RCM". **Usa certutil.exe para ver la cadena de certificados en el pfx**.

Si en el asistente de importación de certificados se elige "Seleccionar automáticamente el almacén de certificados según el tipo de certificado", el asistente carga el certificado del usuario en el almacén "Personal", el certificado AC FNMT Usuarios en el almacén "Entidades de certificación intermedias" y el certificado AC RAIZ FNMT-RCM en el almacén "Entidades de certificación raíz de confianza". Esto es lo correcto.

Si en el asistente de importación de certificados se elige "Colocar todos los certificados en el siguiente almacén" y se elige el almacén "Personal" coloca todos los certificados en el almacén "Personal". Es incorrecto que los certificados de entidades de certificación estén en el almacén "Personal". Hay que exportarlos a ficheros y luego cargarlos en el almacén apropiado. Después se deben eliminar del almacén "Personal".

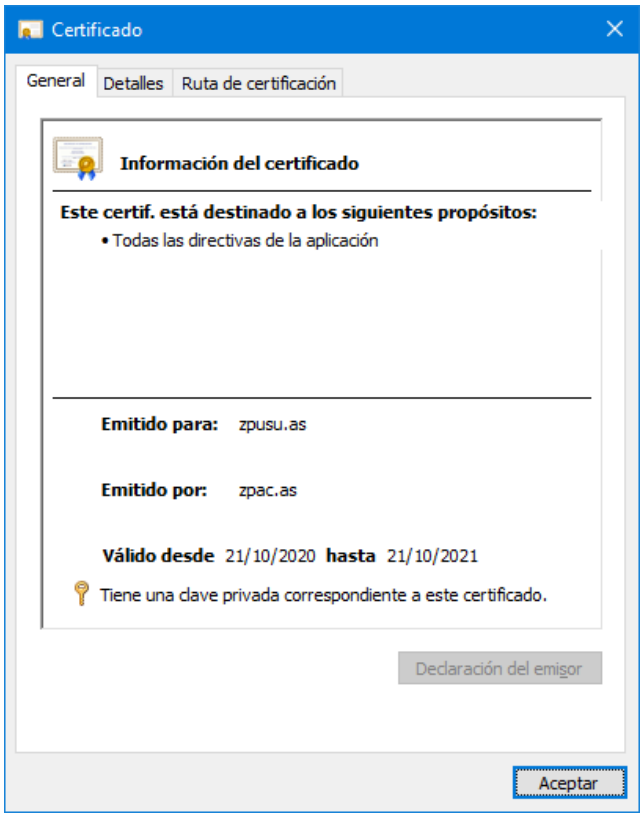
Otra opción es descargar los certificados necesarios de la FNMT de:

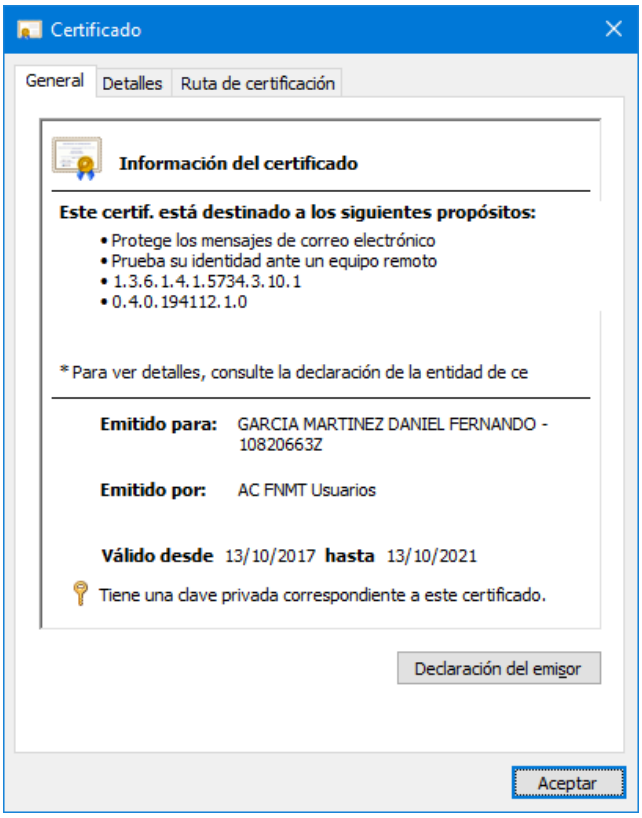
https://www.sede.fnmt.gob.es/descargas/certificados-raiz-de-la-fnmt

Cargarlos directamente en los almacenes apropiados y luego borrarlos del almacén "Personal".

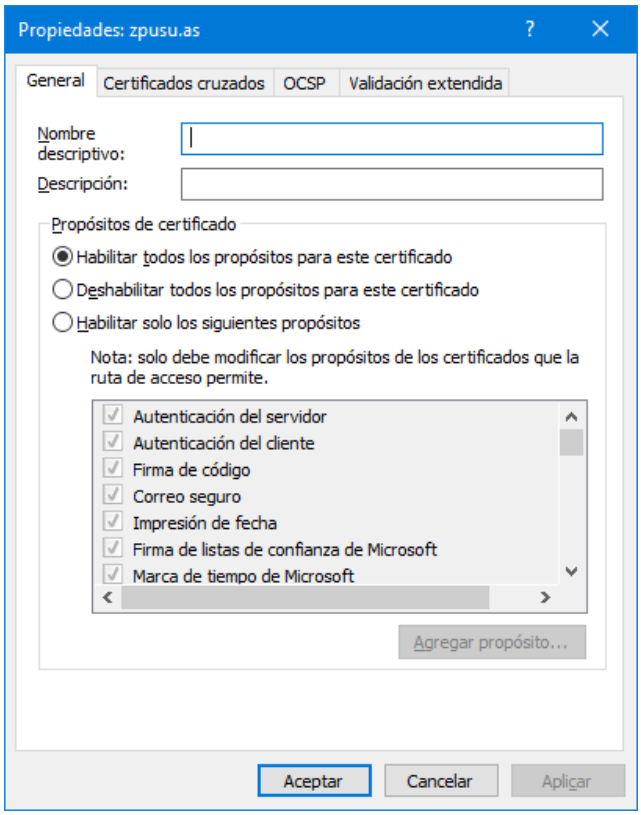
¿Puedes hacer las mismas operaciones que con el certificado del cliente generado con PowerShell?

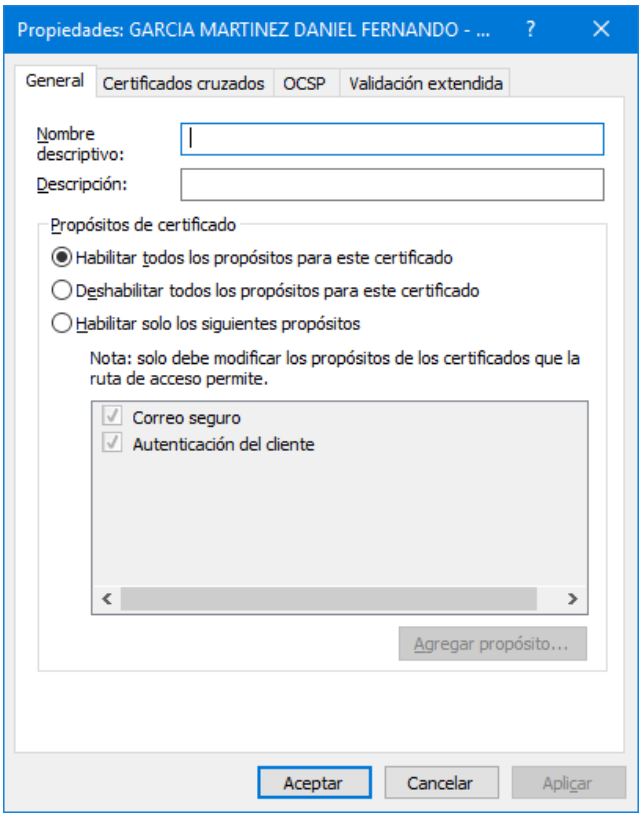
Si no puedes, el problema puede deberse a una limitación de los propósitos del certificado. En la ventana de certificados personales de **certmgr.msc** haz clic sobre el certificado del usuario y mira los propósitos. Luego mira los propósitos del certificado de la FNMT.





Después, selecciona el certificado del usuario en la ventana de certmgr y pulsa el botón derecho del ratón. En el menú emergente selecciona Propiedades y observa nuevamente los propósitos del certificado con más detalle y con la posibilidad de habilitar y deshabilitar algunos de los propósitos. Haz lo mismo con el certificado de usuario de la FNMT.



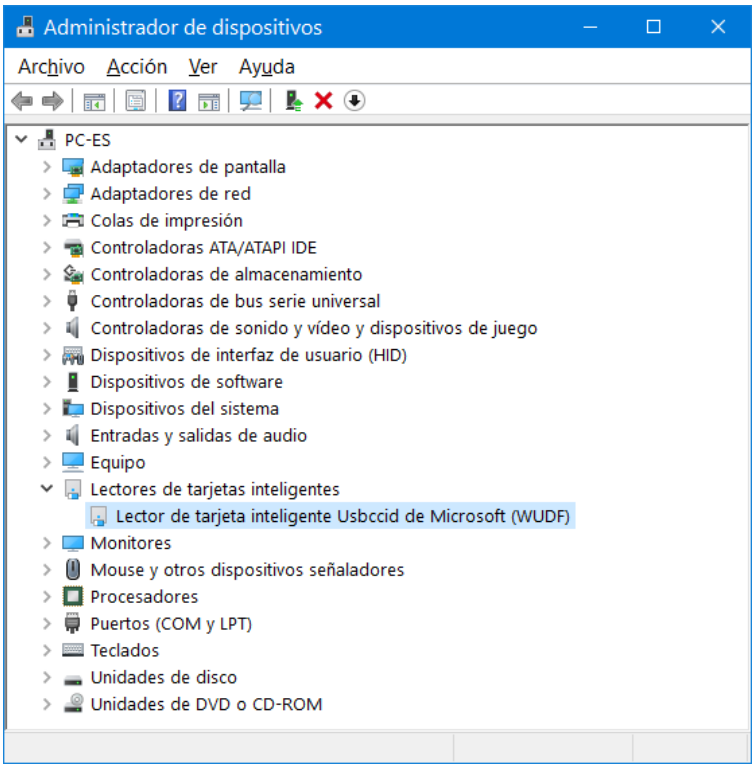


Claramente los propósitos de los certificados son diferentes.

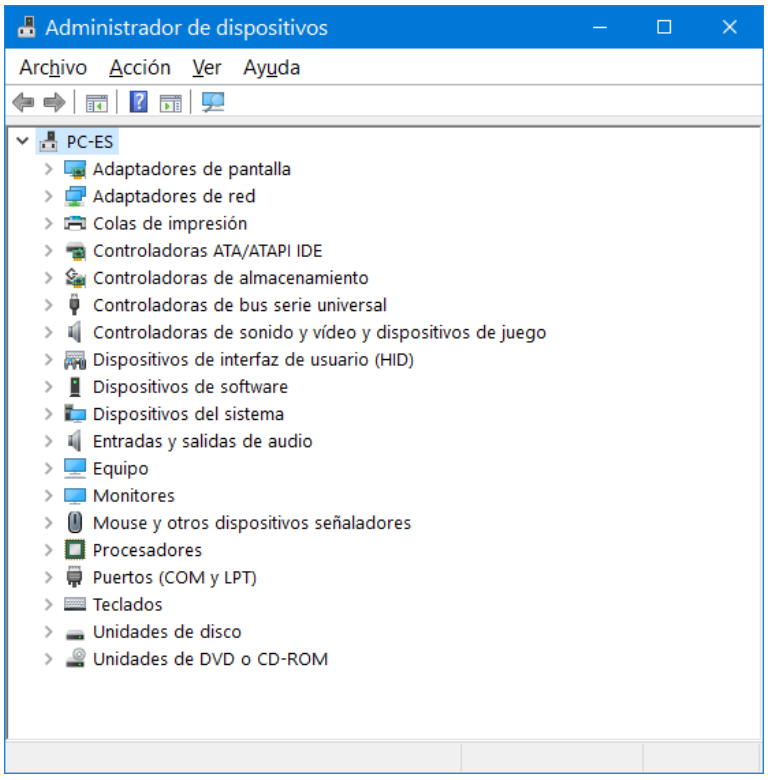
6. Pruebas con el DNIe

Inserta el lector de tarjetas inteligentes Woxter en un puerto USB.

En Windows 10 los drivers del lector están instalados por defecto. Abre el Administrador de dispositivos y observa que aparece el tipo de dispositivos "Lectores de tarjetas inteligentes" y en ese tipo "Lector de tarjeta inteligente Usbccid de Microsoft (WUDF)".



Si se extrae el lector del puerto USB desaparece el tipo Lectores de tarjetas inteligentes:

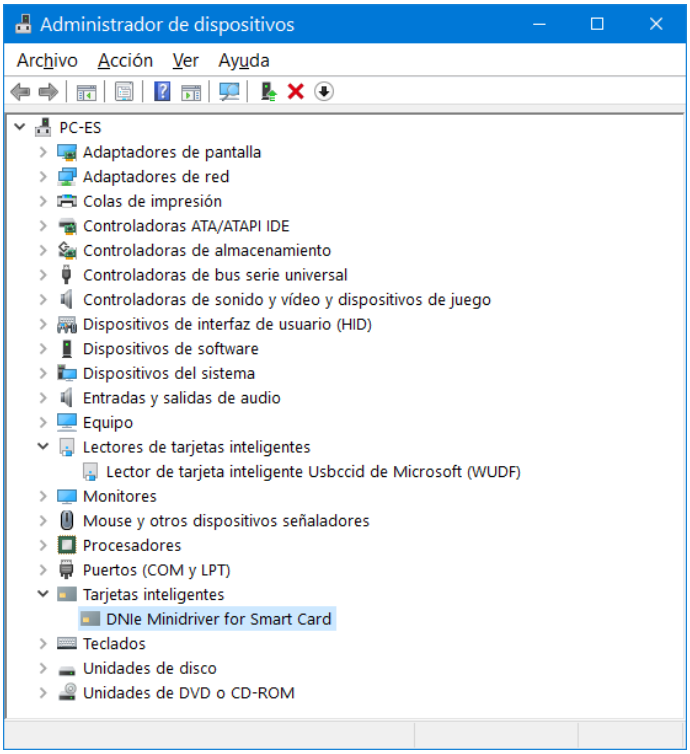


Posteriormente, al volver a insertar el lector en el puerto USB ya no reinstalan drivers. Se puede saber que el lector está activo porque en los iconos que hay en el extremo derecho de la barra de tareas, al seleccionar el icono "Expulsar hardware de forma segura y expulsar el medio" aparece "Expulsar EMV Smartcard Reader".

Inserta el DNIe en el lector de tarjetas. Es necesario instalar un driver para que el chip integrado en el DNIe se comunique con el lector. Los drivers del DNIe ya están instalados en Windows 10.

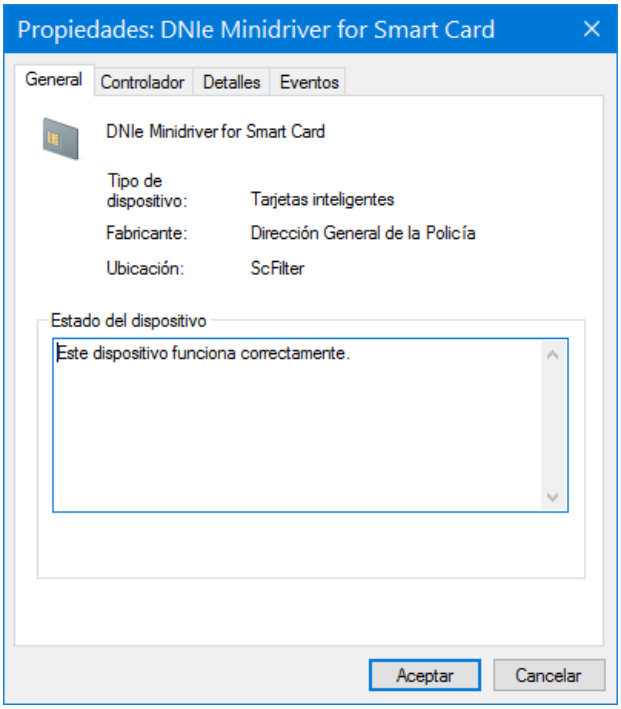
En la esquina inferior derecha de la pantalla aparece la siguiente ventana:

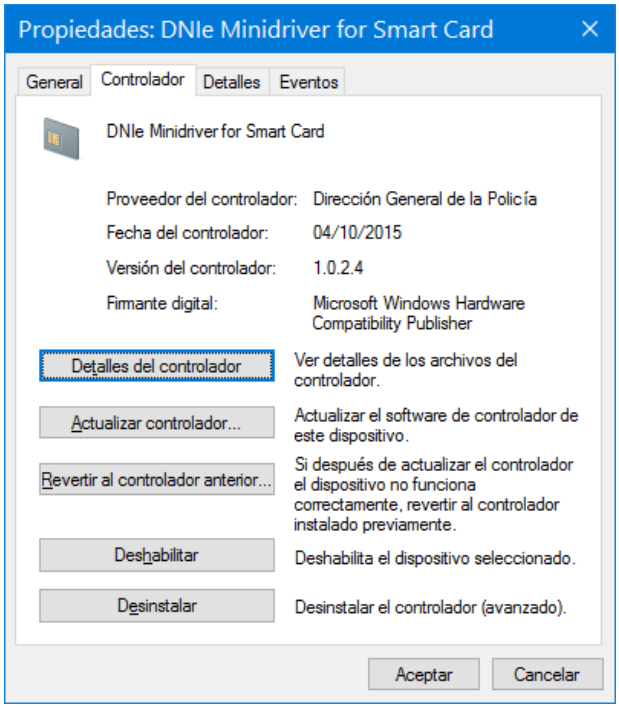
Comprueba que en el administrador de dispositivos aparece un nuevo tipo de dispositivos: "Tarjetas inteligentes", y que dentro de este tipo hay una tarjeta concreta: "DNIe Minidriver for Smart Card".

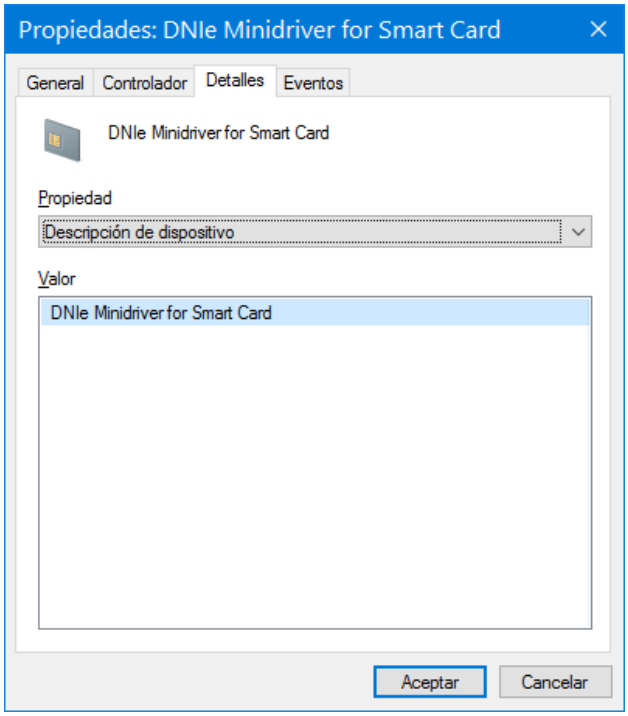


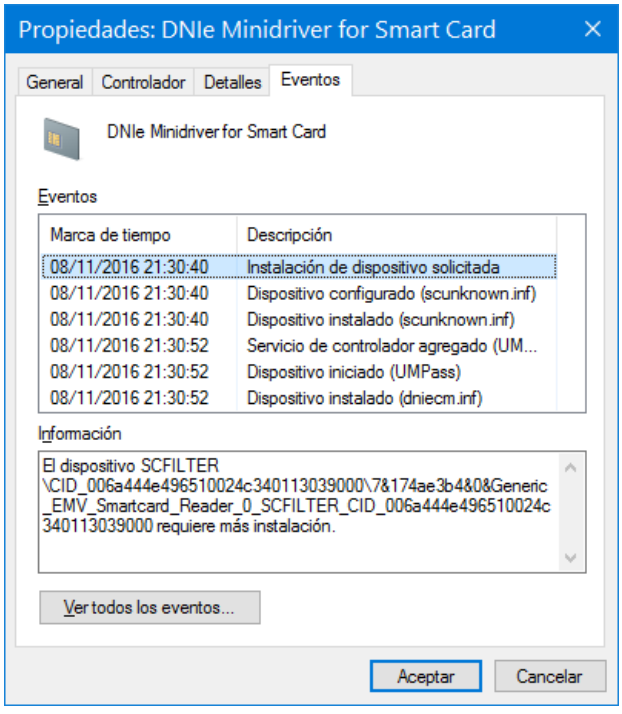
El DNIe Minidriver, al detectar un DNIe por primera vez en un equipo, solicitara el PIN para leer la parte pública de los certificados de ciudadano y mantener una cache cifrada en el perfil del usuario. Las siguientes veces que se inserta el DNIe se lee la parte pública de los certificados de dicha caché cifrada en lugar de la tarjeta para evitar la solicitud de PIN. Posteriormente solicitará el PIN únicamente cuando se realicen operaciones con el DNIe.

Haz doble clic en "DNIe Minidriver for Smart Card" para ver los detalles del controlador, tal como se muestra en las cuatro figuras siguientes:

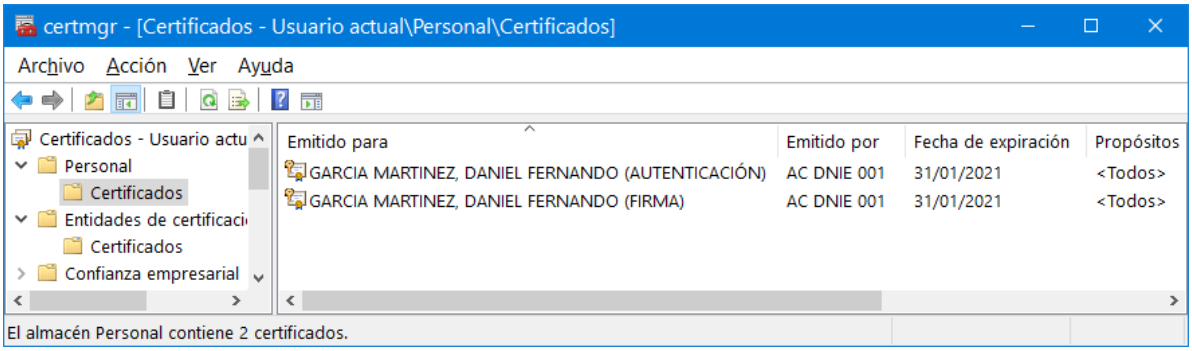




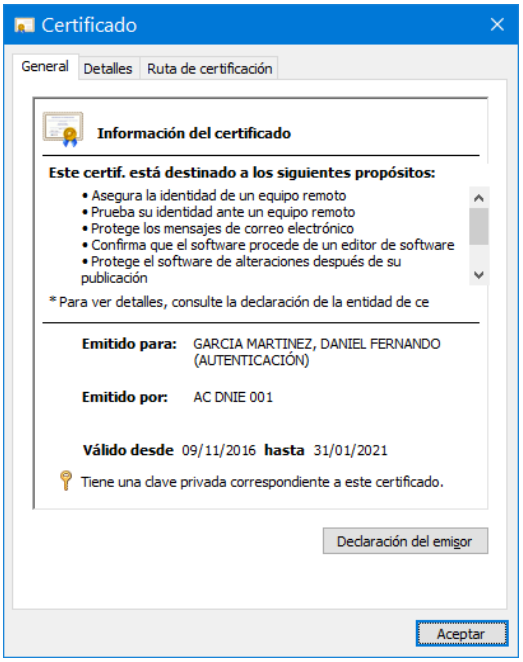


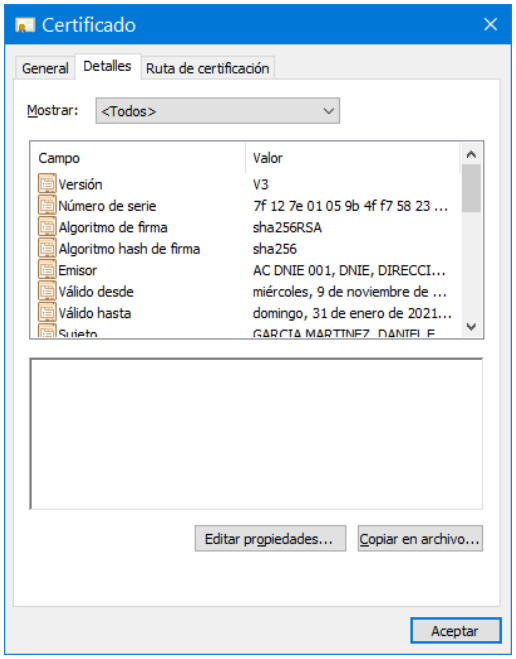


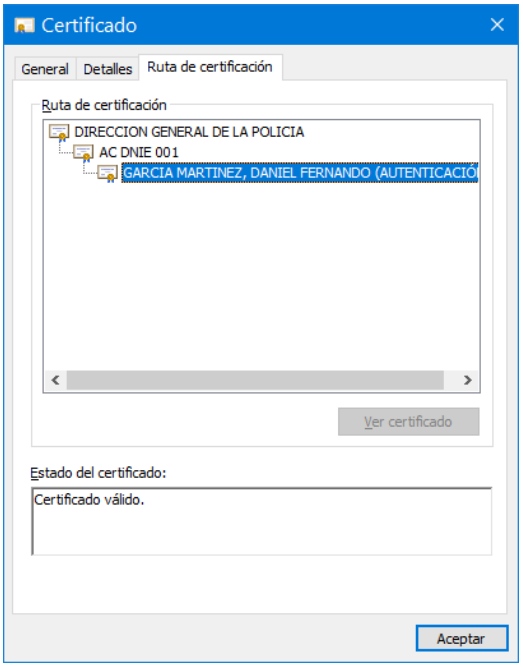
Usando la aplicación certmgr.msc comprueba que en el almacén de certificados Personal aparecen dos nuevos certificados automáticamente, uno para AUTENTICACIÓN y otro para FIRMA, tal como se muestra en la figura siguiente:



Haz doble clic sobre un certificado para ver la información sobre el propio certificado.



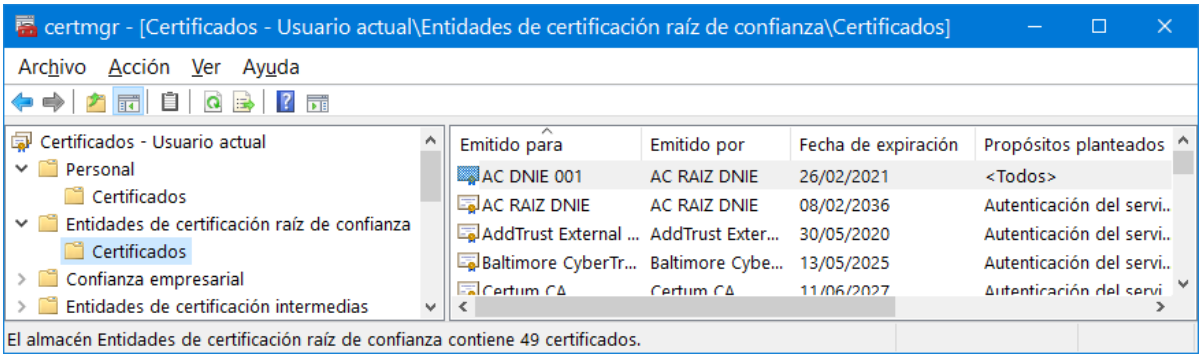




En la ventana detalles observa el campo clave pública. Comprueba que cada certificado del DNIe incluye una clave pública RSA de 2048 bits. Lógicamente las dos claves públicas son diferentes. Aunque los primeros 9 bytes y los últimos 5 bytes son iguales.

Análisis de la cadena de 3 certificados del DNIe

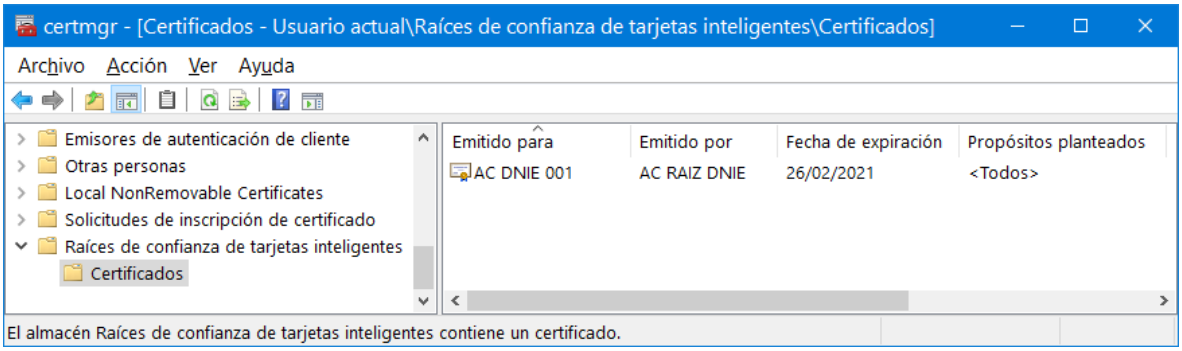
Haz doble clic sobre el certificado de autenticación del DNIe para verlo. Selecciona la pestaña "Ruta de certificación" y observa que el certificado ha sido emitido por la autoridad certificadora intermedia "AC DNIE 001". Busca este certificado en el almacén "Entidades de certificación raíz de confianza" y comprueba que efectivamente está en ese almacén.



Aunque parecería lógico que el certificado AC DNIE 001 estuviese en el almacén "Entidades de certificación intermedias", no es así. Comprueba que no está en ese almacén.

El certificado intermedio de "AC DNIE 001" ha sido emitido por "AC RAIZ DNIE", que en la ruta de certificación tiene el nombre "AC RAIZ DNIE, DNIE, DIRECCION GENERAL DE LA POLICIA, ES". Comprueba que este certificado raíz también se ha cargado automáticamente en el almacén "Entidades de certificación raíz de confianza". **Si el certificado "AC RAIZ DNIE" no está en el almacén descargalo del portal web del dni electrónico y cárgalo manualmente**.

Comprueba que el certificado intermedio "AC DNIE 001" también se ha cargado en el almacén "Raíces de confianza de tarjetas inteligentes", tal como muestra la figura siguiente:



Extrae el DNIe del lector de tarjetas. Comprueba que los dos certificados del usuario desaparecen del almacén de certificados "Personal" pero que el certificado AC DNIE 001 permanece en el almacén de certificados "Raíces de confianza de tarjetas inteligentes" y que los certificados AC RAIZ DNIE y AC DNIE 001 también permanecen en el almacén de certificados "Entidades de certificación raíz de confianza".

Si una segunda persona (con su DNIe diferente del utilizando anteriormente) utiliza el mismo computador en la misma sesión de usuario e inserta su DNIe en el lector, se genera un nuevo certificado intermedio "AC DNIE 002" en los almacenes de certificados "Entidades de certificación raíz de confianza" y "Raíces de confianza de tarjetas inteligentes".

Los certificados AC DNIE nnn los gestiona el sistema operativo y el usuario no los puede eliminar. Pero se eliminan automáticamente al cerrar la sesión o al apagar el computador.

Utilización del programa con los certificados del DNIe

En general el comportamiento del programa será similar al observado con un certificado creado con Makecert o con el certificado de la FNMT. No obstante hay algunas limitaciones con los dos certificados del DNIe. Independientemente de que se utilice el certificado de FIRMA o de AUTENTICACIÓN del DNIe, tener en cuenta las siguientes consideraciones:

a) El uso de la sentencia siguiente crea un proveedor RSA con dos claves: pública y privada, a partir de uno de los certificados del DNIe: FIRMA ó AUTENTICACIÓN.

```
RSACryptoServiceProvider ProvRSA2 = (RSACryptoServiceProvider)Cert.PrivateKey;
```

b) Pero el uso de la sentencia siguiente para extraer la clave privada genera una excepción.

```
string ClavePriXML = Cert.PrivateKey.ToXmlString(true);
```

Por tanto no se puede crear un proveedor RSA a partir de una clave privada almacenada en formato XML extraída de un certificado del DNIe.

c) Cuando un proveedor RSA se ha creado a partir de un certificado del DNIe usando Cert.PrivateKey, esto es, cargándoles las claves pública y privada, no permite la exportación de los parámetros de la clave privada. El uso de la sentencia siguiente genera una excepción.

```
ParamRSA = ProvRSA2.ExportParameters(true);
```

Utilizando el certificado de FIRMA del DNIe:

Comprueba que NO puedes cifrar con la clave pública ejecutando el método Encrypt() de ProvRSA2, creado cargando la clave pública y la privada del certificado de FIRMA del DNIe, porque se genera una excepción: clave incorrecta.

Comprueba que SI puedes cifrar con la clave pública ejecutando el método Encrypt() de ProvRSA1, creado cargando solo la clave pública del certificado de FIRMA del DNIe.

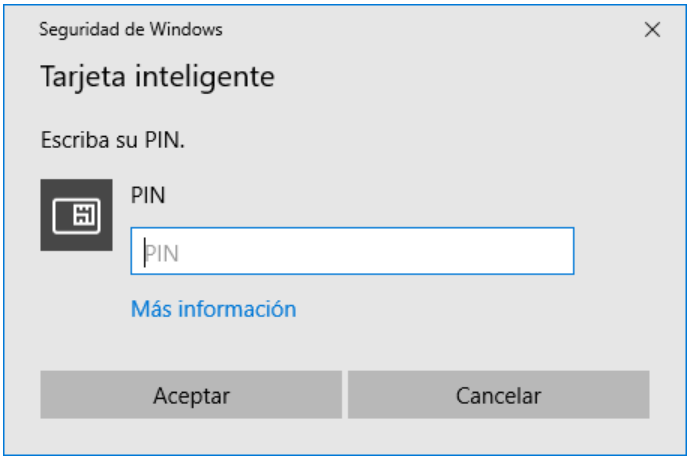
Pero NO puedes descifrar con la clave privada ejecutando el método Decrypt() de ProvRSA2, creado cargando la clave pública y la privada del certificado de FIRMA del DNIe, porque se genera una excepción: clave incorrecta.

Este comportamiento se debe a limitaciones en los usos posibles del certificado.

Ahora analiza el proceso de Firma y su Verificación. Para no utilizar la sección del código de “Cifrado con clave pública y Descifrado con clave privada” insertálo en un bloque de comentario: /* … código … */

Comprueba que SI se puede firmar con la clave privada ejecutando el método SignData() de ProvRSA2 y verificar la firma con la clave pública ejecutando el método VerifyData() de ProvRSA1. Comprueba que puedes usar varios algoritmos de resumen, por ejemplo SHA1, SHA256 y SHA512.

Al intentar acceder a la clave privada el sistema operativo muestra una ventana solicitando la contraseña que protege la utilización de la clave privada, tal como se muestra a continuación:



Tras introducir la contraseña correcta, el sistema operativo (dependiendo de la versión) puede mostrar una ventana en la esquina inferior derecha de la pantalla solicitando el permiso para realizar la operación de firma, como se muestra a continuación:

Utilizando el certificado de AUTENTICACIÓN del DNIe:

Este certificado permite cifrar con la clave pública de ProvRSA1 y descifrar con la clave privada de ProvRSA2. También permite firmar con la clave privada de ProvRSA2 y verificar con la clave pública de ProvRSA1. El sistema operativo pide la contraseña al descifrar y al firmar con la clave privada de ProvRSA2.

LIMITACIÓN 1: El programa puede hacer cifrado y descifrado solamente bien. También puede firmar y verficar solamente bien.

Pero si se descifra y seguidamente se firma es probable que el DNIe falle al firmar.

LIMITACIÓN 2: Solo admite tipo PKCS#1 para rellenar el mensaje a cifrar.

La sentencia ProvRSA2.Decrypt(TextoCifrado, true)

Genera un error al descodificar el relleno entre caracteres OAEP.

Pero la sentencia ProvRSA2.Decrypt(TextoCifrado, false)

Que utiliza Relleno PKCS#1 NO genera errores