

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación



Comunicaciones Industriales y Sistemas SCADA

Documento:

Manual de Configuración y Operación - Módulo Compute CMS1B1

Presentado por:

Gonzalo Fabrizzio Vélez Olivo

Reynolds Andrés Arteaga Pino

Ayudante:

Arturo Freire Veliz

Profesor:

Ing. José Cueva Tumbaco

Fecha de elaboración:

20/07/2025

GUAYAQUIL - ECUADOR

Contenido

1. Introducción	2
1.1 ¿Qué es el módulo CMS1B1?.....	2
1.2 Propósito y alcance del manual.....	3
2. Especificaciones Técnicas	4
2.1 Características principales del equipo.....	4
2.2 Especificaciones importantes del equipo	5
3. Aplicaciones e Implementación Industrial	7
3.1 Para qué sirve el módulo CMS1B1.....	7
3.2 Posibles aplicaciones en la industria.....	8
3.3 Algunos casos de uso recomendados.....	9
4. Procedimientos de Configuración	10
4.1 Preparación inicial del sistema (En caso de fallas del Módulo Compute).....	10
4.1.1 Como restaurar de fábrica	10
4.1.2 Como iniciar y configurar el módulo al inicio	17
4.2 Configuración de conectividad	20
4.2.1 Como conectar con la red interna local de ESPOL	20
4.2.2 Como habilitar el acceso remoto al módulo	22
5. Verificación y Pruebas	24
6. Buenas Prácticas y Recomendaciones.....	26
6.1 Lo que SE DEBE hacer (DO's).....	26
6.2 Lo que NO SE DEBE hacer (DON'Ts).....	26
7. Referencias	27

1. Introducción

1.1 ¿Qué es el módulo CMS1B1?

El módulo ControlLogix Compute 1756-CMS1B1 es un dispositivo de computación industrial avanzado fabricado por Rockwell Automation que forma parte de la familia de módulos compute ControlLogix. Este módulo representa una evolución significativa en la automatización industrial al integrar capacidades de computación de propósito general directamente dentro del ecosistema ControlLogix, permitiendo que aplicaciones personalizadas coexistan y se comuniquen de manera nativa con los controladores ControlLogix tradicionales a través del backplane del sistema.

Técnicamente, el CMS1B1 está equipado con un sistema operativo Windows 10 IoT Enterprise de 64 bits, lo que lo distingue de otros módulos de la serie como el CMS1C1 (Linux Debian 32 bit), CMS1D1 (Linux Debian 64 bit) y CMS1H1 (Linux Red Hat 64 bit). Esta característica particular lo convierte en una plataforma robusta para desarrollar aplicaciones que requieren compatibilidad con el ecosistema Windows en entornos industriales. El módulo puede comunicarse directamente con cualquier controlador ControlLogix mediante el backplane del sistema, eliminando la necesidad de interfaces de comunicación externa adicionales y proporcionando acceso de alta velocidad a los datos del controlador.

Desde el punto de vista de conectividad, el módulo CMS1B1 incorpora dos puertos Gigabit Ethernet que permiten la integración con redes industriales EtherNet/IP y sistemas de información empresariales. Adicionalmente, cuenta con un puerto USB 3.0 para la conexión de periféricos del sistema operativo y un puerto DisplayPort integrado que soporta conectividad de monitor de alta definición, facilitando la implementación de interfaces de usuario locales o aplicaciones de visualización avanzada. Estas características de hardware lo posicionan como una solución integral para aplicaciones que requieren procesamiento intensivo de datos, análisis en tiempo real, o integración con sistemas IoT y plataformas en la nube.



La arquitectura del módulo permite a los desarrolladores utilizar una interfaz de programación de aplicaciones (API) especializada para crear aplicaciones personalizadas que pueden acceder directamente a los datos del controlador a través del backplane, habilitando casos de uso como análisis predictivo, optimización de procesos, integración con sistemas MES/ERP, y desarrollo de aplicaciones de edge computing. Su capacidad de operar en rangos de temperatura industrial (-25°C a +60°C en chasis Serie C) y su diseño para instalación en ambientes industriales lo convierten en una solución confiable para aplicaciones críticas de automatización.

1.2 Propósito y alcance del manual

El presente manual constituye una guía técnica especializada desarrollada específicamente para el personal académico, estudiantes e investigadores del Laboratorio de Comunicaciones Industriales y Sistemas SCADA de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), con el objetivo de proporcionar los conocimientos y procedimientos necesarios para la correcta implementación, configuración y operación del módulo ControlLogix Compute 1756-CMS1B1 dentro del contexto educativo y de investigación de la institución.

Este documento ha sido estructurado para abordar las necesidades específicas del entorno académico de ESPOL, considerando tanto la formación de estudiantes de pregrado y posgrado en tecnologías de automatización industrial avanzada, como el soporte a proyectos de investigación que requieran la integración de sistemas de computación industrial con plataformas de control distribuido.

El alcance del manual abarca desde los fundamentos teóricos del módulo CMS1B1 hasta la implementación práctica de proyectos específicos, proporcionando una metodología estructurada que permite a los usuarios del laboratorio iniciar desde la configuración básica del módulo hasta el desarrollo de aplicaciones avanzadas de automatización. Se incluyen procedimientos detallados para la conexión del módulo a la red interna de ESPOL, configuración de acceso remoto seguro para facilitar el trabajo colaborativo y a distancia, y la implementación de códigos de prueba que permitan validar la correcta integración del sistema.



2. Especificaciones Técnicas

2.1 Características principales del equipo

Información del Módulo en ESPOL

- Número de Catálogo: 1756-CMS1B1.
- Número del material: PN-420112.
- Número de Serie: 800D13A8.
- Fecha de Fabricación: 22 de octubre de 2020.
- País de Origen: Estados Unidos (Product of USA).

Procesador y Memoria

- CPU: Intel Atom Dual Core (Arquitectura x64).
- Memoria RAM: 4 GB de memoria integrada (onboard memory).
- Almacenamiento: 32 GB de almacenamiento de estado sólido (SSD).
- Arquitectura: 64 bits para aplicaciones de alto rendimiento.

Sistema Operativo y Plataforma

- OS: Windows 10 IoT Enterprise 64 bit.
- Arquitectura: Plataforma x64 para aplicaciones industriales.
- Compatibilidad: Visual Studio, .NET Framework, herramientas Microsoft estándar.
- API: Interfaz de programación para acceso a datos del controlador vía backplane.

Conectividad y Comunicaciones

- Puertos Ethernet: 2 puertos Gigabit Ethernet (GbE).
- Protocolo Principal: EtherNet/IP nativo.
- Puerto USB: 1 puerto USB 3.0 para periféricos del OS.
- DisplayPort: Puerto integrado para monitores HD (hasta 1080p)
- Comunicación Backplane: Acceso directo a controladores ControlLogix.

Interfaces de Usuario y Diagnóstico

- Display: Pantalla de 4 caracteres programable.
- Indicadores LED: 4 indicadores de estado programables.
- Switches: 3 switches rotativos laterales para configuración.
- Botón Reset: Ubicado detrás de la puerta frontal.
- Estados Visuales: Verde (operación normal), Rojo (falla), Apagado (sin energía).



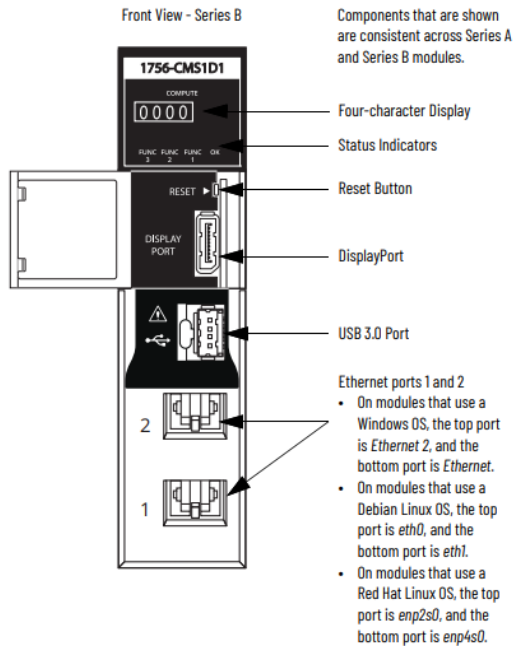


Figura 1: Vista frontal del módulo.



Figura 2: Etiqueta técnica del Módulo Compute del laboratorio.

2.2 Especificaciones importantes del equipo

Especificaciones Ambientales

- Temperatura de Operación:
 - Chassis Serie C: -25°C a +60°C (-13°F a +140°F).
 - Chassis Serie B: -25°C a +50°C (-13°F a +122°F).
- Estándares de Temperatura: IEC 60068-2-1, IEC 60068-2-2, IEC 60068-2-14.
- Altitud Máxima: 2000 m (6562 ft) sin degradación.
- Grado de Contaminación: 2 (ambiente industrial).
- Categoría de Sobretensión: II según EN/IEC 60664-1.

Dimensiones Físicas

- Altura: 145.20 mm (5.72 in.).
- Ancho: 34.55 mm (1.36 in.).
- Profundidad: 139.60 mm (5.50 in.).
- Tipo de Gabinete: Abierto (open-style) para uso interior.
- Compatibilidad: Chassis ControlLogix estándar.

Certificaciones de Seguridad

- Clasificación Área Peligrosa: Clase I, División 2, Grupos A, B, C, D.
- Código de Temperatura: T5 (visible en figura 2).

- Certificaciones: UL Listed, CE, CSA.
- Normativas: NEMA 250, EN/IEC 60529.
- Restricción: No usar en sistemas de redundancia mejorada.

Especificaciones Eléctricas

- Voltaje de Alimentación: 5.1V DC.
- Corriente: 1.40 A.
- Consumo de Potencia: ~7.14 W.
- Batería: Interna para reloj de tiempo real.
- Compatibilidad: Fuentes ControlLogix estándar.

Conectividad y Cableado

- Ethernet: Según IEC 61918 e IEC 61784-5-2.
- Conectores: RJ45 industriales.
- USB/DisplayPort: Máximo 3.0 m de longitud de cable.
- Protocolos: EtherNet/IP, TCP/IP, UDP/IP.
- Velocidad Ethernet: Gigabit (1000 Mbps) por puerto.

Compatibilidad de Sistema

- Requisito: Al menos un controlador ControlLogix en el sistema.
- Ubicación: Mismo chassis o chassis remoto vía EtherNet/IP.
- Restricción: No compatible con chassis primario/secundario redundante.
- Comunicación: Automática durante secuencia de arranque.



3. Aplicaciones e Implementación Industrial

3.1 Para qué sirve el módulo CMS1B1

El módulo ControlLogix Compute 1756-CMS1B1 desempeña un papel fundamental como elemento de convergencia entre la automatización tradicional y las aplicaciones de computación moderna, estableciendo una comunicación directa y de alta velocidad con controladores ControlLogix a través del backplane del sistema. Esta conectividad nativa elimina las latencias inherentes a las comunicaciones de red convencionales, proporcionando acceso inmediato a datos críticos del proceso y permitiendo que las aplicaciones personalizadas respondan en tiempo real a cambios en las condiciones operativas. La capacidad de comunicación directa via backplane representa una ventaja significativa sobre soluciones tradicionales que dependen de protocolos de red, ya que garantiza consistencia temporal y reduce la posibilidad de pérdida de datos durante transferencias críticas.

Como plataforma de desarrollo, el módulo proporciona un entorno completo basado en Windows 10 IoT Enterprise que permite a los ingenieros desarrollar aplicaciones personalizadas utilizando herramientas familiares como Visual Studio y lenguajes de programación estándar, particularmente C++. Esta característica democratiza el desarrollo de aplicaciones industriales al permitir que programadores con experiencia en entornos Windows puedan crear soluciones avanzadas sin necesidad de aprender plataformas de programación especializadas o propietarias. El entorno de desarrollo completo incluye soporte para frameworks .NET, bibliotecas estándar de Windows, y todas las herramientas de diagnóstico y depuración disponibles en el ecosistema Microsoft, facilitando significativamente el proceso de desarrollo, prueba y mantenimiento de aplicaciones industriales.

La funcionalidad de acceso mediante API especializada constituye el núcleo técnico diferenciador del módulo, ya que utiliza una interfaz de programación específicamente diseñada para acceder no solo a tags y variables de proceso, sino también a información detallada sobre la configuración del rack, estados de módulos, diagnósticos del sistema, y metadatos operacionales que normalmente no están disponibles a través de protocolos de comunicación estándar. Esta API permite que las aplicaciones obtengan una visibilidad

completa del sistema ControlLogix, incluyendo información sobre qué módulos están instalados en cada slot, sus estados operacionales, códigos de diagnóstico, y parámetros de configuración, información que resulta invaluable para aplicaciones de mantenimiento predictivo, optimización de sistemas, y diagnóstico avanzado.

3.2 Posibles aplicaciones en la industria

Aplicaciones de Análisis y Optimización

- Análisis Predictivo: Desarrollo de algoritmos de mantenimiento predictivo basados en datos históricos del proceso.
- Optimización de Procesos: Implementación de algoritmos de optimización en tiempo real para mejora de eficiencia.
- Monitoreo Avanzado: Sistemas de supervisión con capacidades de análisis estadístico y trending.
- Registro Histórico: Almacenamiento y análisis de datos históricos de proceso para mejora continua.

Aplicaciones de Conectividad Industrial

- Gateway IoT: Puente entre sistemas ControlLogix y plataformas IoT/Cloud (Azure, AWS, etc.).
- Integración de Protocolos: Instalación de brokers y servidores (KEP Server, Modbus, etc.) para comunicación con otras marcas.
- Sistemas SCADA Distribuidos: Recolección y distribución de datos para sistemas SCADA centralizados.
- Intercambio de Datos Multi-Vendor: Comunicación entre equipos de diferentes fabricantes (con limitaciones según protocolos disponibles).

Aplicaciones de Bases de Datos y Reportes

- Bases de Datos Locales: Instalación de PostgreSQL, SQLite, o SQL Server para almacenamiento local.
- Sistemas de Reportes: Generación automática de reportes de producción y calidad.
- Sincronización con ERP/MES: Integración directa con sistemas empresariales.
- Data Logging Avanzado: Registro detallado de eventos y alarmas con timestamps precisos.



Aplicaciones de Control Avanzado

- Algoritmos de Control Personalizado: Implementación de controladores PID avanzados, control predictivo, o lógica difusa.
- Coordinación Multi-Controlador: Sincronización y coordinación entre múltiples sistemas ControlLogix.
- Control de Calidad en Línea: Algoritmos de inspección y control de calidad integrados al proceso.
- Sistemas de Seguridad Funcional: Implementación de lógicas de seguridad complementarias.

3.3 Algunos casos de uso recomendados

Caso de Uso 1: Sistema de Monitoreo Multi-Rack

Escenario: Planta con múltiples sistemas ControlLogix distribuidos.

- Implementación: Una aplicación C++ que se conecta a chassis remotos vía EtherNet/IP.
- Beneficios: Centralización de datos de múltiples sistemas en una sola interfaz.
- Consideración: Requiere switches administrables para comunicación entre redes diferentes.

Caso de Uso 2: Gateway Industrial para Cloud Computing

Escenario: Industria 4.0 con necesidad de conectividad cloud.

- Implementación:
 - Recolección de datos vía API del backplane.
 - Almacenamiento temporal en memoria externa (USB).
 - Transmisión a plataformas cloud (Azure, AWS).
- Beneficios: Análisis avanzado de datos y acceso remoto a información de planta.

Caso de Uso 3: Sistema de Base de Datos Industrial Distribuida

Escenario: Necesidad de compartir datos entre diferentes sistemas de automatización.

- Implementación:
 - Datos extraídos del ControlLogix y almacenados en base de datos local.
 - Otras aplicaciones (incluyendo otros fabricantes) acceden a estos datos.
 - Sincronización bidireccional con controladores usando APIs de escritura.
- Limitación: Solo un ejecutable (.exe) puede correr simultáneamente.

4. Procedimientos de Configuración

4.1 Preparación inicial del sistema (En caso de fallas del Módulo Compute)

4.1.1 Como restaurar de fábrica

Crear una unidad USB booteable usando WinPE (Se lo realiza desde su computadora)

Paso 0 ⇒ Descargar y descomprimir el archivo Windows.zip del siguiente enlace:

https://drive.google.com/drive/u/4/folders/1Traj0_wC4GaYpYTWcOavIBfJYUdRxT5g

Paso 1 ⇒ Crear o tener una Imagen de Windows 10 IoT Enterprise 2016 del Módulo Compute.

Paso 2 ⇒ Adquirir e instalar Windows ADK para su versión de Windows a través de los siguientes enlaces:

<https://go.microsoft.com/fwlink/?linkid=2289980>

<https://go.microsoft.com/fwlink/?linkid=2289981>

Paso 3 ⇒ Crear el USB (Use una de 32GB o mayor). Conectar el USB a su PC. Abrir símbolo del sistema, ejecutar como administrador (cmd). Escribir *diskpart*. Ejecutar los siguientes comandos uno a la vez:

```
list disk
select <número de disco>
clean

rem === Crear la partición de Windows PE. ===
rescan
create partition primary size=2000
format quick fs=fat32 label="Windows PE"
assign letter=P
active
```

```
rem === Crear una partición de datos. ===  
create partition primary  
format fs=ntfs quick label="Other files"  
assign letter=O  
list vol (Confirmar que todo se ve correcto)  
exit
```

Paso 4 ⇒ Iniciar el Entorno de Herramientas de Implementación e Imágenes o Deployment and Imaging Tools Environment (como administrador).

Paso 5 ⇒ Escribir el siguiente comando (Solo necesitará ejecutar este comando una vez):

copype amd64 C:\WinPE_amd64

Paso 6 ⇒ Escribir el siguiente comando:

MakeWinPEMedia /UFD C:\WinPE_amd64 P:

Paso 7 ⇒ En la unidad O, crear una carpeta llamada "Images" y una carpeta llamada "Scripts".

Paso 8 ⇒ Mover los archivos "ApplyImage.bat" y "CreatePartitions-UEFI.txt" de la carpeta Scripts de Windows (paso 0) a la carpeta Scripts (unidad O).

Paso 9 ⇒ Mover la imagen "Win10IotEnt2016x64_008_post.wim" de la carpeta OldImage_Before_4_2022 de Windows (paso 0) a la carpeta Images (unidad O).

¡La unidad USB booteable debería estar lista!

Para restaurar una imagen usando el USB booteable (desde el Módulo Compute)

Paso 1 ⇒ Apagar el Módulo Compute. Insertar un hub USB en el puerto USB. Insertar un teclado USB con cable y la unidad USB booteable en el hub

Paso 2 ⇒ Restaurar la energía al módulo compute. Inmediatamente comenzar a presionar "F5". El menú de arranque debería mostrarse.

Paso 3 ⇒ Seleccionar la unidad USB WinPE del menú, presionar enter.

Paso 4 ⇒ Esperar a que termine de cargar el símbolo del sistema. A veces esto puede tomar unos minutos.

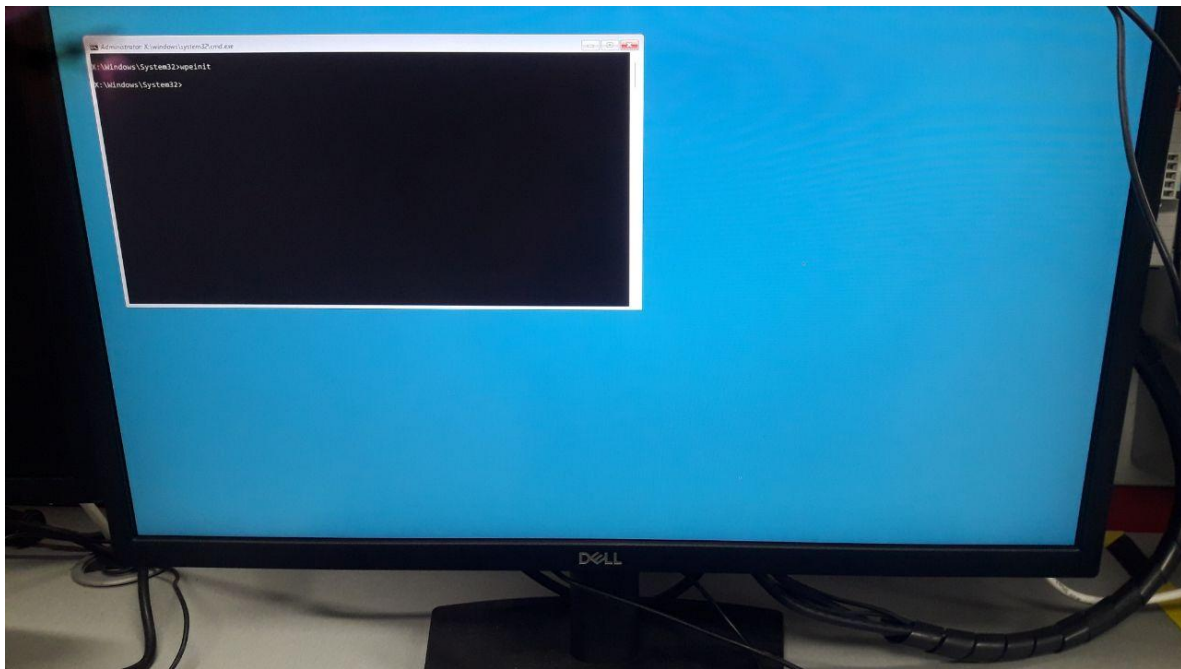


Figura 3: Vista Real del Paso 4.

Paso 5 ⇒ Escribir el siguiente comando. Asegúrese de usar la letra de unidad que corresponde a su USB. Generalmente es D, E, o F. Sabrá si no es correcta porque obtendrá un error indicando que no puede encontrar la unidad.

```
diskpart /s E:\Scripts\CreatePartitions-UEFI.txt
```



```
X:\Windows\System32>
X:\Windows\System32>diskpart /s E:\Scripts\CreatePartitions-UEFI.txt

Microsoft DiskPart version 10.0.26100.1

Copyright (C) Microsoft Corporation.
On computer: MININT-1F05H05

Disk 0 is now the selected disk.

DiskPart succeeded in cleaning the disk.

DiskPart successfully converted the selected disk to GPT format.

DiskPart succeeded in creating the specified partition.

    100 percent completed

DiskPart successfully formatted the volume.

DiskPart successfully assigned the drive letter or mount point.

DiskPart succeeded in creating the specified partition.

DiskPart succeeded in creating the specified partition.

DiskPart successfully shrunk the volume by: 500 MB

    100 percent completed
```

Figura 4: Vista Real del Paso 5.

```
100 percent completed

DiskPart successfully formatted the volume.

DiskPart successfully assigned the drive letter or mount point.

DiskPart succeeded in creating the specified partition.

    100 percent completed

DiskPart successfully formatted the volume.

DiskPart successfully assigned the drive letter or mount point.

DiskPart successfully set the partition ID.

DiskPart successfully assigned the attributes to the selected GPT partition.

Volume ###  Ltr  Label             Fs      Type        Size      Status      Info
-----
Volume 0      W  Windows           NTFS     Partition   29 GB     Healthy
Volume 1      S  SYSTEM            FAT32     Partition   100 MB    Healthy     Hidden
* Volume 2      R  Recovery to       NTFS     Partition   500 MB    Healthy     Hidden
Volume 3      D  WINPE             FAT32     Removable   2000 MB   Healthy
Volume 4      E  Other files        NTFS     Removable   26 GB     Healthy

Leaving DiskPart...

X:\Windows\System32>
```

Figura 5: Vista Real del Paso 5.

Paso 6 ⇒ Escribir el siguiente comando.

e:\Scripts\ApplyImage.bat e:\Images**Nombre_Imagen.wim**



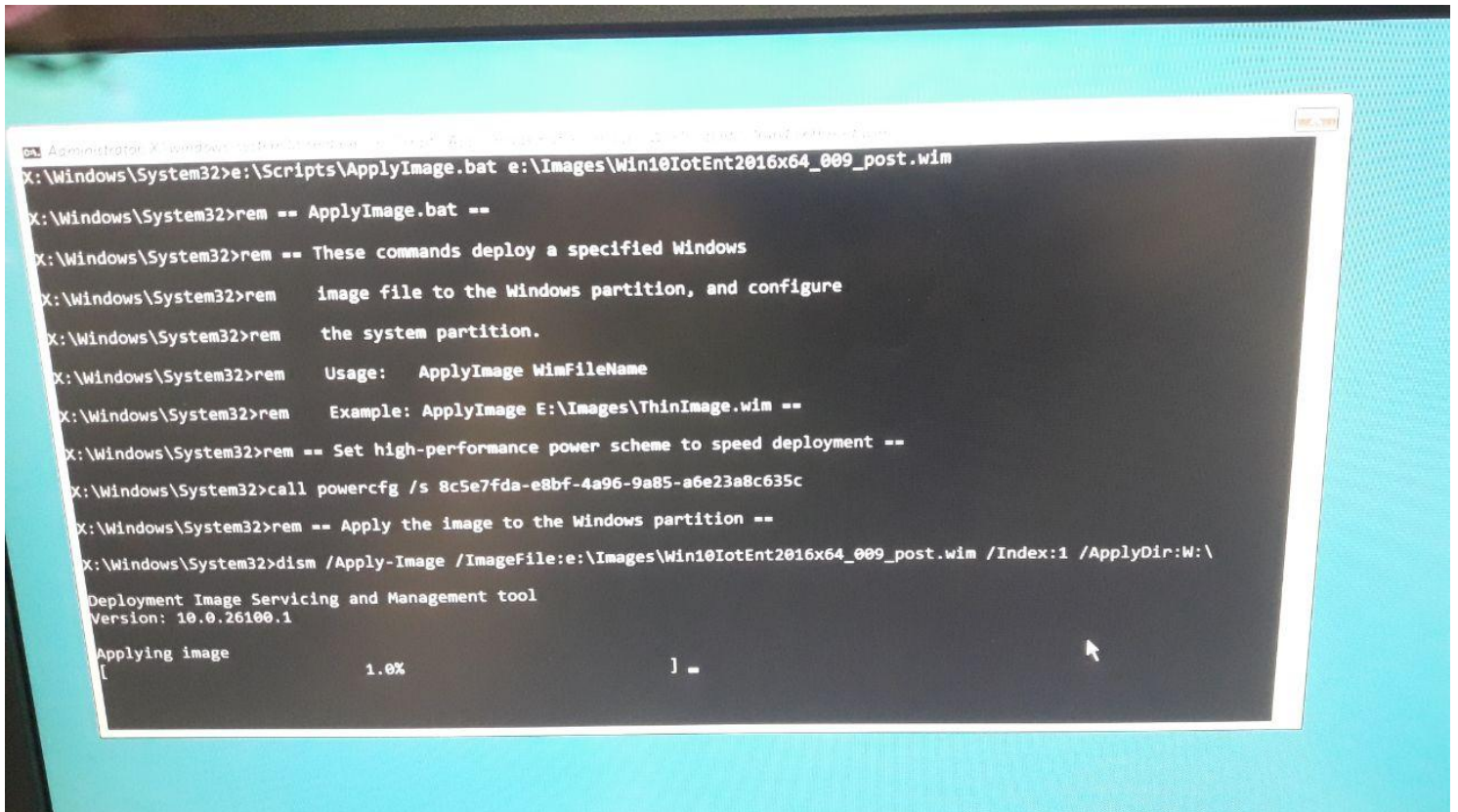


Figura 6: Vista Real del Paso 6.

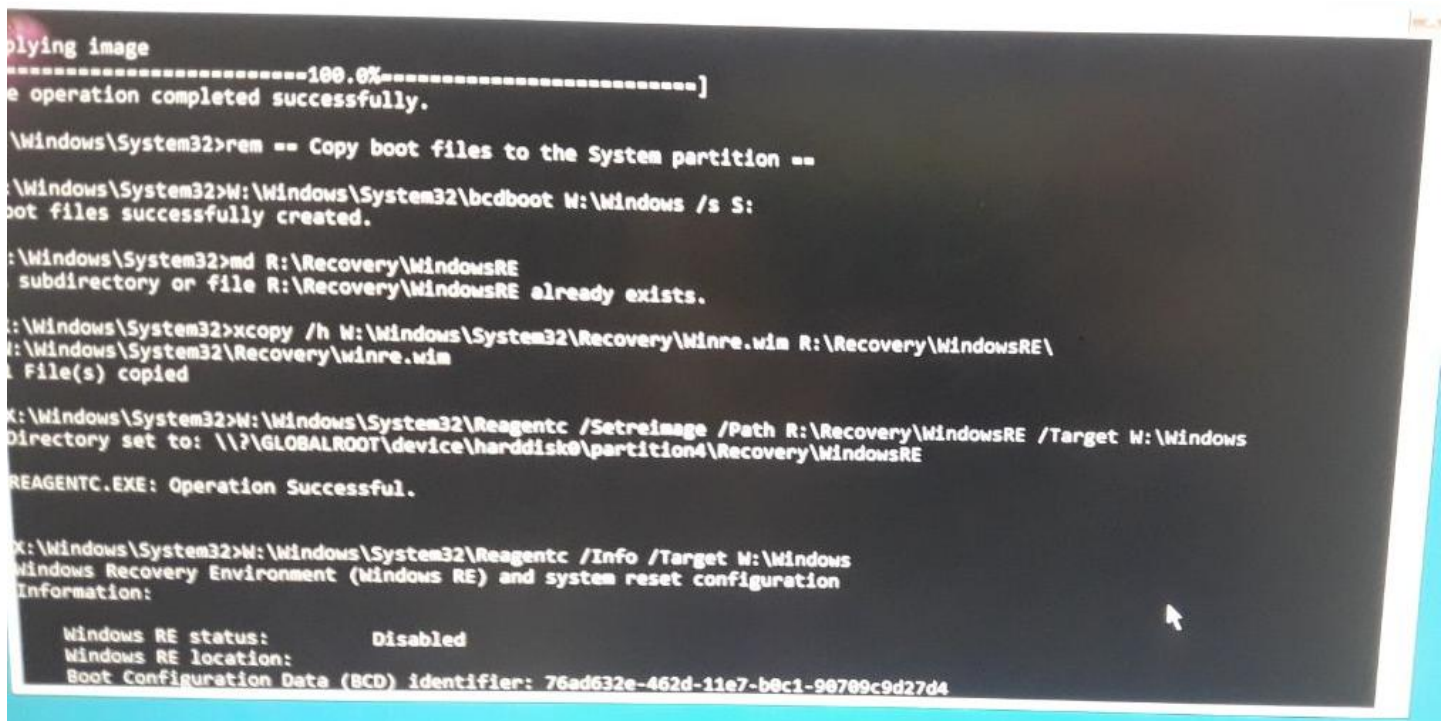


Figura 7: Vista Real del Paso 6.

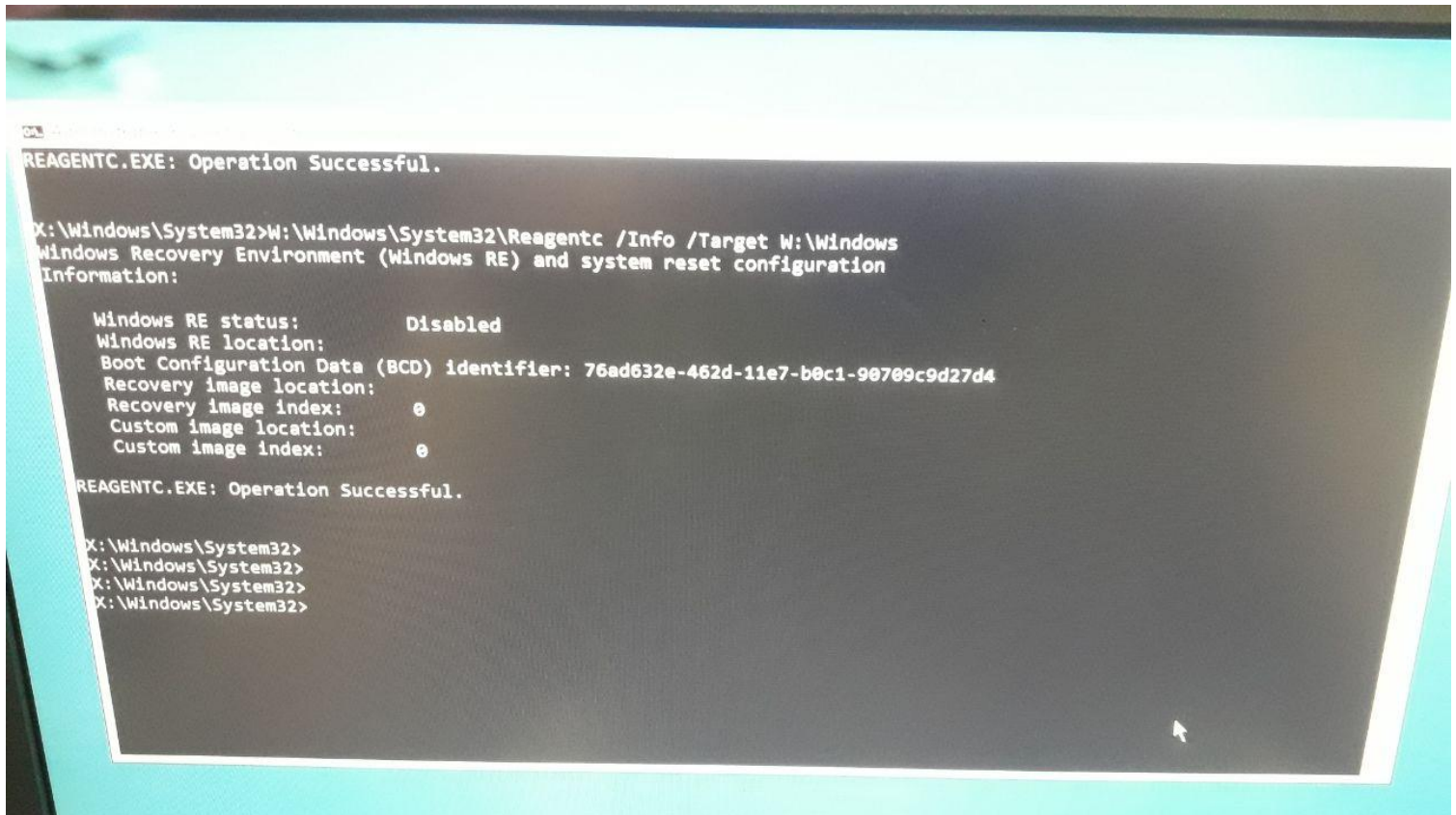


Figura 8: Vista Real del Paso 6.

Tomará algo de tiempo para que la imagen se despliegue. Si falla repetidamente o toma tiempo excesivo (horas), intente con una unidad USB diferente. Cuando funciona correctamente, debería tomar aproximadamente 20-30 minutos.

Paso 7 ⇒ Quitar el USB y reiniciar el módulo, al iniciar el módulo esto podría demorar entre 10 – 15 minutos para que se inicie de forma correcta.

Para respaldar una imagen usando el USB booteable (Desde el Módulo Compute)

Paso 1 ⇒ Apagar el Módulo Compute. Insertar un hub USB en el puerto USB. Insertar un teclado USB con cable y la unidad USB booteable en el hub.

Paso 2 ⇒ Restaurar la energía al módulo compute. Inmediatamente comenzar a presionar "F5". El menú de arranque debería mostrarse.

Paso 3 ⇒ Seleccionar la unidad USB WinPE del menú, presionar enter.

Paso 4 ⇒ Esperar a que termine de cargar el símbolo del sistema. A veces esto puede tomar unos minutos.

Paso 5 ⇒ Escribir el siguiente comando. Asegúrese de usar la letra de unidad que corresponde a su USB. Generalmente es D, E, o F. Sabrá si no es correcta porque obtendrá un error indicando que no puede encontrar la unidad.

```
dism /Capture-Image /ImageFile:"E:\Images\**Nombre_Imagen.wim**"  
/CaptureDir:C:\ /Name:**Nombre_Imagen**
```

Tomará algo de tiempo para que este comando se complete. Debería proporcionar el estado después de unos minutos.



4.1.2 Como iniciar y configurar el módulo al inicio

Paso 1 ⇒ Verificar que se tiene la siguiente interfaz al iniciar y seleccionar la configuración de acuerdo con la necesidad del usuario.

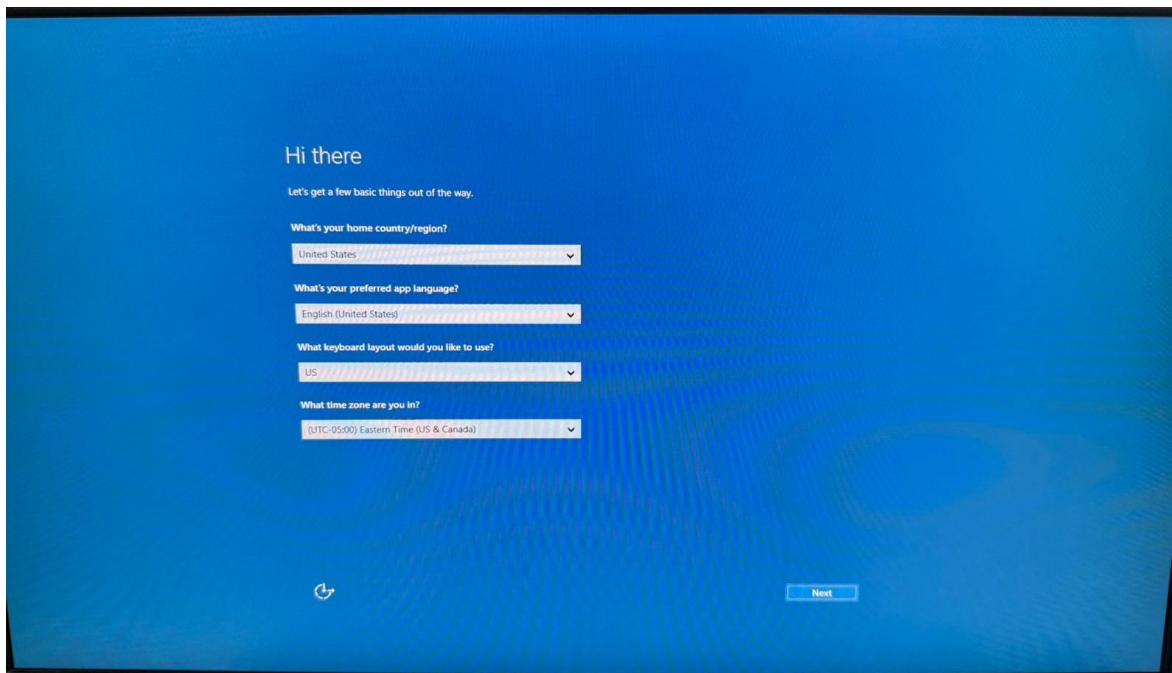


Figura 9: Vista Real del Paso 1.

Paso 2 ⇒ Aceptar términos y condiciones.

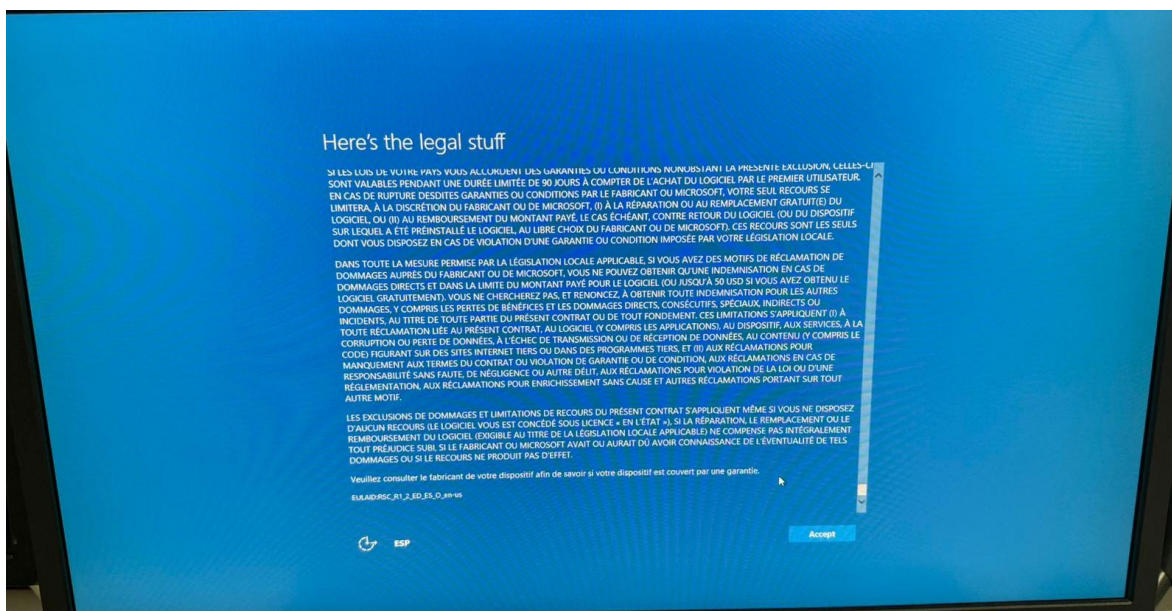


Figura 10: Vista Real del Paso 2.

Paso 3 ⇒ Establecer el usuario y contraseña. Tener en cuenta que la contraseña debe contener mínimo una letra en mayúscula, un carácter especial (#%&/-) y un número. En este caso, para la fecha del 20 de Julio de 2025 (fecha en la que se desarrolla este documento), las

credenciales del módulo compute son las siguiente:

Usuario: laboratorio

Contraseña: #Scadacompute27

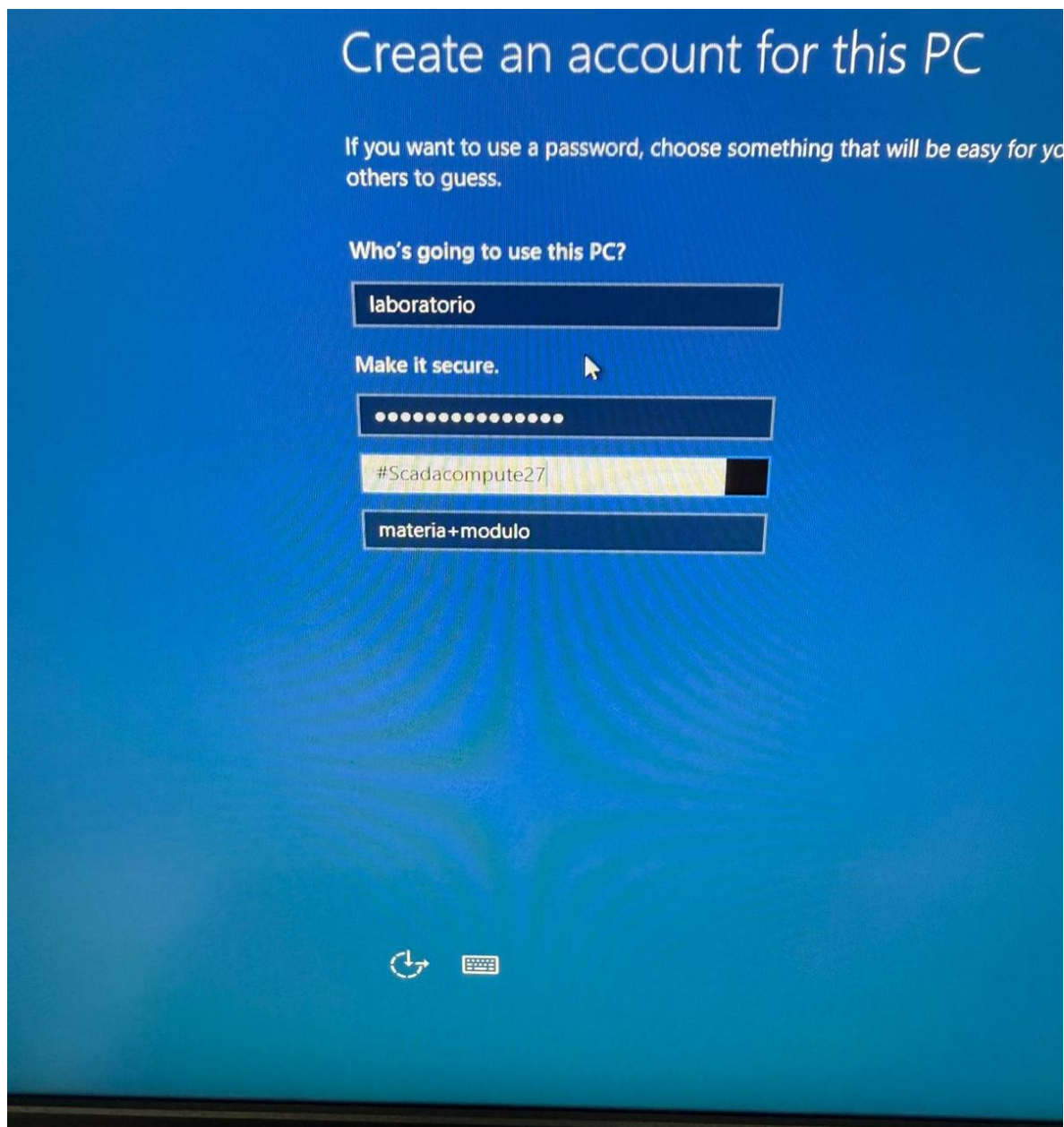


Figura 11: Vista Real del Paso 3.

Paso 4 ⇒ Verificar que la pantalla de escritorio del módulo compute se encuentre de la siguiente forma:



Figura 12: Vista Real del Paso 4.

4.2 Configuración de conectividad

4.2.1 Como conectar con la red interna local de ESPOL

Paso 1 ⇒ Conectar un cable ethernet al módulo compute:



Figura 13: Vista Real del Paso 1.

Paso 2 ⇒ Seleccionar en el buscador de Windows “View Network Connections”.

Paso 3 ⇒ Localizar la conexión Ethernet activa, hacer clic derecho sobre ella y seleccionar "Propiedades" del menú contextual.

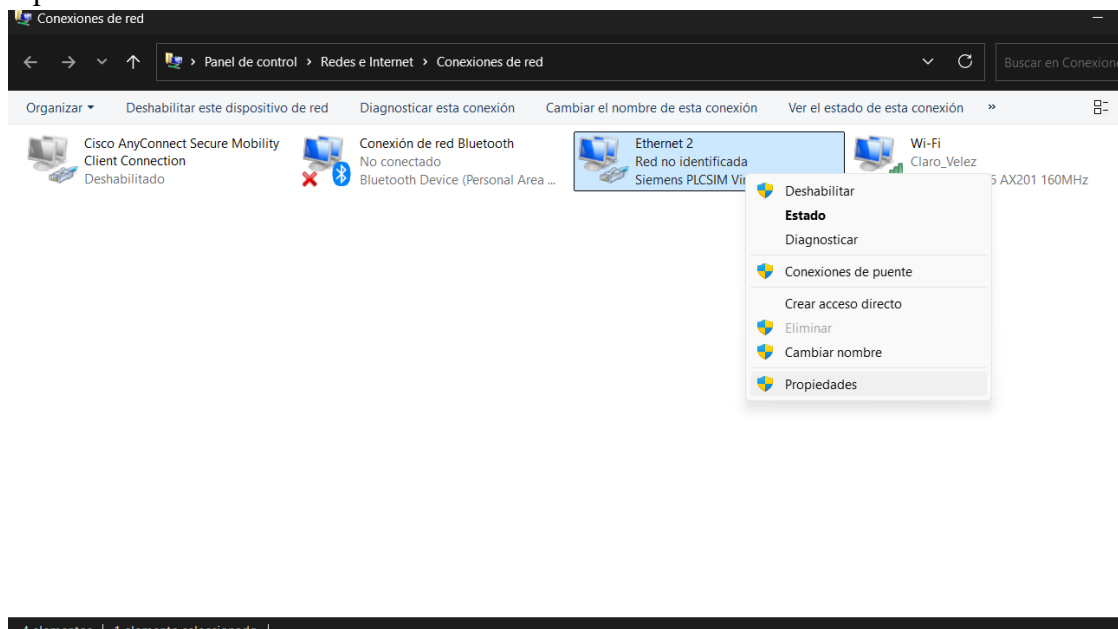


Figura 14: Vista Real del Paso 3.

Paso 4 ⇒ Localizar "Protocolo de Internet versión 4 (TCP/IPv4)" en la lista de elementos y hacer clic en "Propiedades". Configurar una dirección IP estática adecuada para el entorno industrial y establecer los servidores DNS correspondientes al laboratorio de ESPOL.

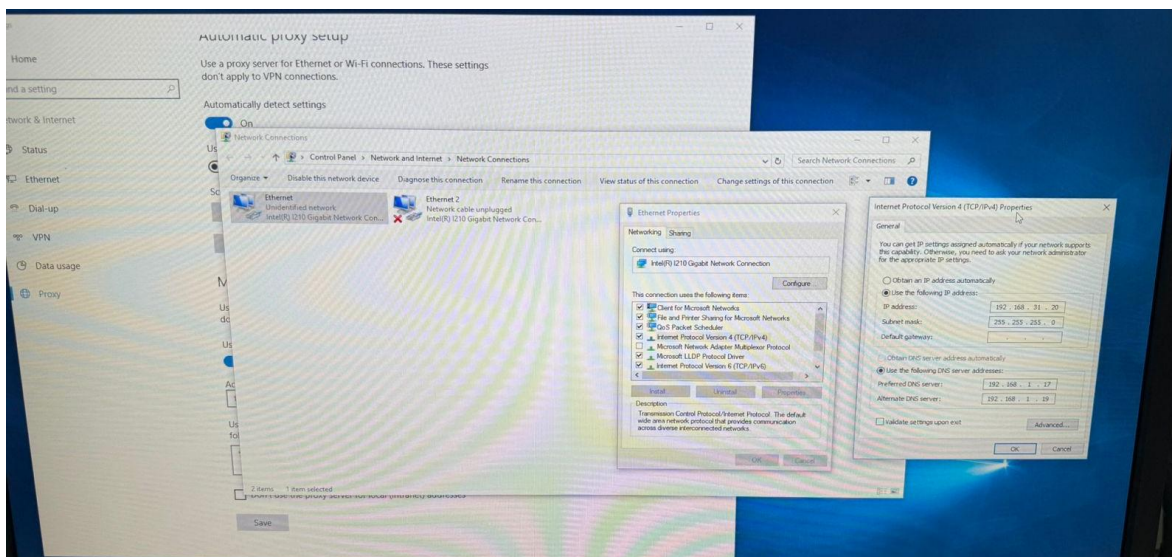


Figura 15: Vista Real del Paso 4.

Paso 5 ⇒ Seleccionar en el buscador de Windows "Proxy Settings" y establecer la siguiente configuración:

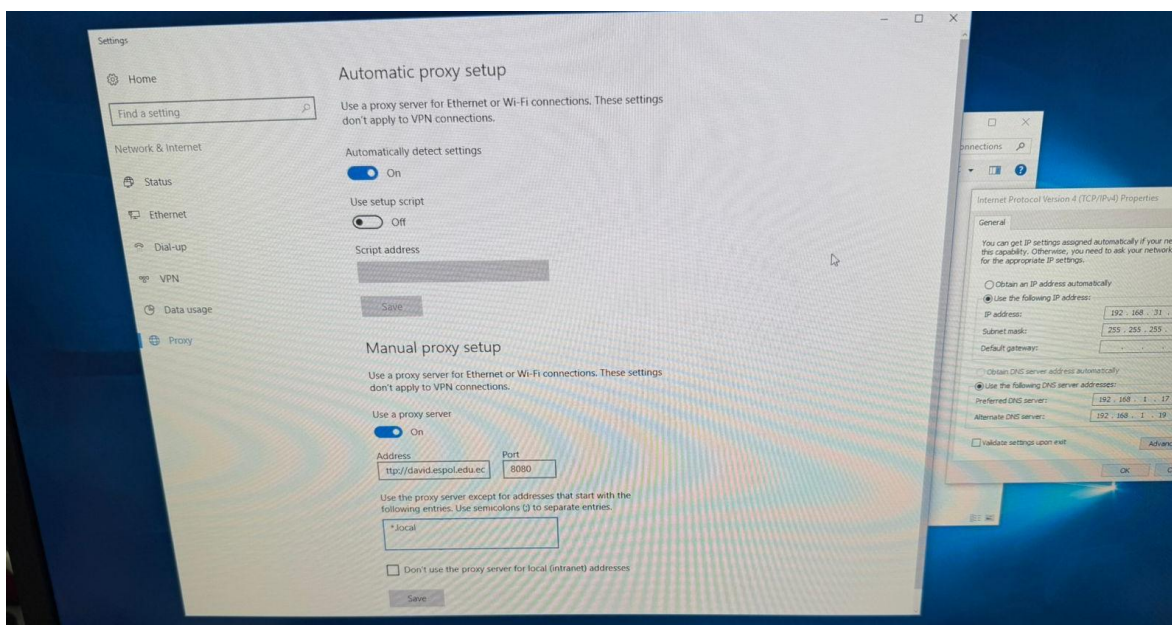


Figura 16: Vista Real del Paso 5.

4.2.2 Como habilitar el acceso remoto al módulo

La habilitación del acceso remoto no es un requisito obligatorio para el funcionamiento del módulo compute, sin embargo, proporciona una modalidad de trabajo considerablemente más cómoda y eficiente. Esta funcionalidad permite a los usuarios interactuar con el módulo CMS1B1 desde ubicaciones remotas, facilitando el desarrollo de aplicaciones, la supervisión de procesos y el mantenimiento del sistema sin necesidad de presencia física en el laboratorio.

Paso 1 ⇒ Para aquellos usuarios que deseen implementar esta funcionalidad, deberán seguir meticulosamente los pasos detallados en el archivo técnico "Enable Remote Desktop access to the 1756-Compute (1).pptx". El archivo de configuración se encuentra disponible en la carpeta compartida del laboratorio:

https://drive.google.com/drive/folders/1Traj0_wC4GaYpYTWcOavlBfjYUdRxT5g?usp=drive_link

Paso 2 ⇒ Para establecer conectividad remota con el módulo compute desde cualquier ubicación geográfica siga detalladamente las instrucciones contenidas en el manual técnico "manual-VPN-para-Windows.pdf" para establecer la conexión VPN apropiada. El archivo de configuración está disponible en la carpeta compartida del laboratorio:

[https://drive.google.com/drive/folders/1Traj0_wC4GaYpYTWcOavlBfjYUdRxT5g?usp=drive link](https://drive.google.com/drive/folders/1Traj0_wC4GaYpYTWcOavlBfjYUdRxT5g?usp=drive_link)



Paso 3 ⇒ Para conectarse de forma remota con el módulo compute, activar el VPN de Espol, luego localizar en el buscador de Windows “Conexión a Escritorio Remoto” y establecer la siguiente configuración (IP y nombre del módulo compute):

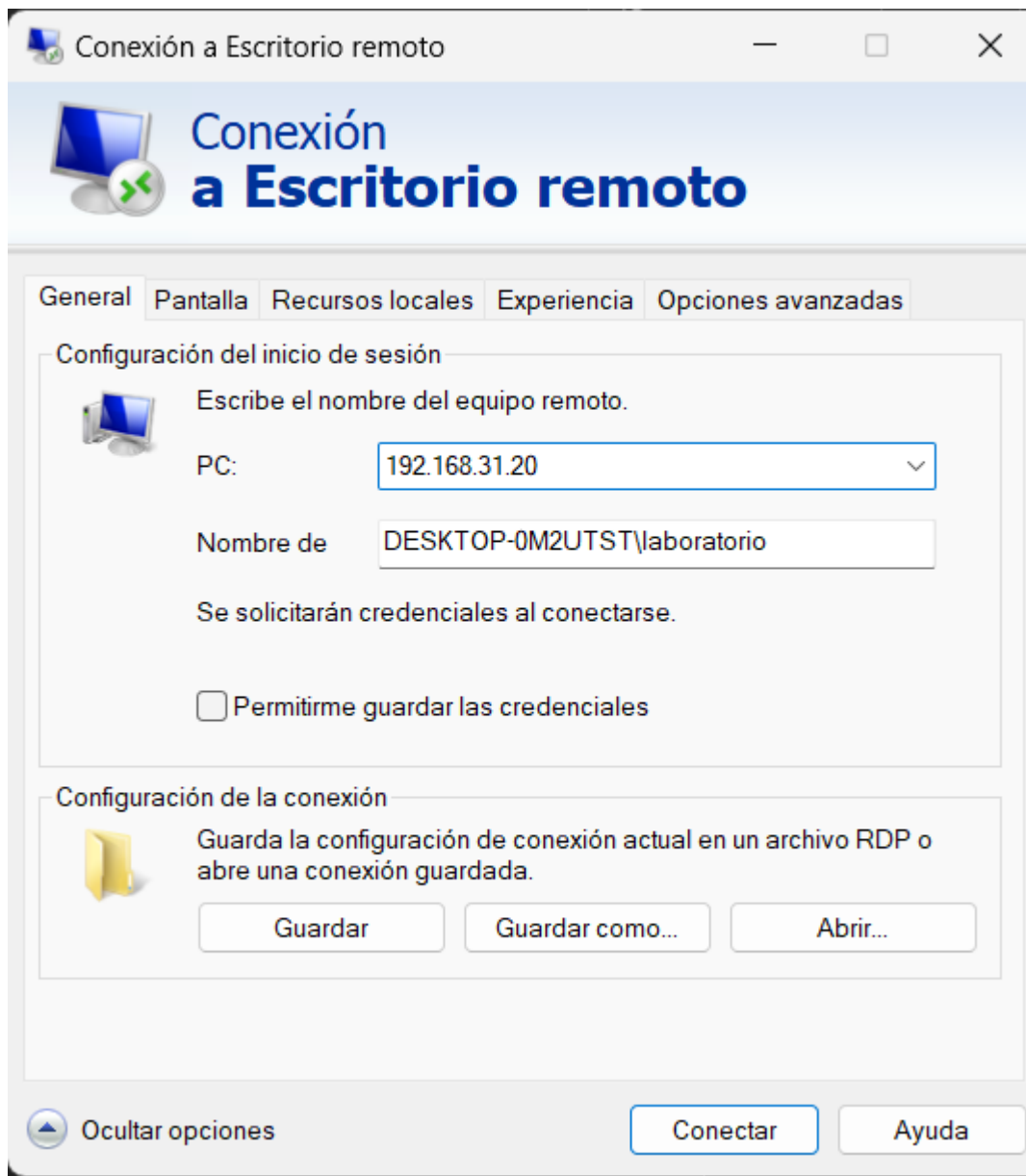


Figura 17: Vista Real del Paso 3.

5. Verificación y Pruebas

En esta sección se describirán los procedimientos paso a paso necesarios para verificar el funcionamiento correcto del módulo y validar su conectividad con el sistema ControlLogix.

Paso 1 ⇒ Descargue y extraiga los archivos comprimidos “PRUEBA.zip” y “DLLS.zip” en su computadora. Ambos archivos están disponibles en la carpeta compartida del laboratorio:

https://drive.google.com/drive/folders/1Traj0_wC4GaYpYTWcOavlBfJYUdRxT5g?usp=drive_link

Paso 2 ⇒ Copie los archivos con extensión .dll ubicados en la carpeta “DLLS” hacia el directorio del sistema del Módulo Compute:

C:\Windows\System32

Paso 3 ⇒ Copie los archivos con extensión .exe ubicados en la carpeta Prueba hacia el escritorio del sistema del Módulo Compute.

Paso 4 ⇒ Ejecute el archivo "test_print.exe" para verificar la correcta instalación de las bibliotecas dinámicas. Si no se presentan mensajes de error, esto confirma que todos los archivos .dll se han instalado exitosamente en el módulo compute. El resultado esperado debe ser el siguiente:



Figura 18: Vista Real del Paso 4.

Paso 5 ⇒ Abra PowerShell con privilegios de administrador y ejecute el archivo "show_chassis.exe". Esta aplicación verifica y establece la comunicación con el backplane del sistema ControlLogix donde reside el módulo compute, proporcionando información detallada sobre cada slot del rack, incluyendo los módulos instalados y su estado operacional. El resultado esperado debe ser el siguiente:

```

Administrator: Windows PowerShell
C:\Users\laboratorio\Desktop
C:\Users\laboratorio\Desktop> ls

Directory: C:\Users\laboratorio\Desktop

Mode                LastWriteTime         Length Name
----                -
da-----         14/7/2025   13:28             71168 ComputeModule.exe
da-----         25/6/2025   12:48          123392 prueba_abrir_bp.exe
da-----         25/6/2025   12:10          126976 show_chassis.exe
da-----         10/7/2025   11:52           68608 test_print.exe

PS C:\Users\laboratorio\Desktop> ./.show_chassis.exe

Slot 0
Vendor: 1
Product Type: 14
Product Code: 94
Revision: 37.11
Serial No: 00CE11F2
1756-L738 LOGIX573

Slot 1
Vendor: 1
Product Type: 10
Product Code: 115
Revision: 2.1
Serial No: 601B03A3
1756-OF8H/A HART Analog Out

Slot 2
Vendor: 1
Product Type: 10
Product Code: 114
Revision: 2.1
Serial No: 8027E3D5
1756-IF8H/A HART Analog In

Slot 3
Vendor: 1
Product Type: 7
Product Code: 90
Revision: 3.3
Serial No: 601B41E8
1756-OW161/A RELAY s.s.

Slot 4
Vendor: 1
Product Type: 7
Product Code: 388
Revision: 3.12
Serial No: 00CE0E85
1756-OW161/A

Slot 5
Vendor: 1
Product Type: 109
Product Code: 74
Revision: 1.11
Serial No: 00C03F10
1756-LSCBX1881/A

Slot 6
Vendor: 1
Product Type: 12
Product Code: 200
Revision: 11.3
Serial No: 00CAF7AC
1756-LN2TR/C

Slot 7
Vendor: 1
Product Type: 12
Product Code: 22
Revision: 25.5
Serial No: 00C03CB
1756-LN2R/C

Slot 8
Vendor: 1
Product Type: 12

```

Figura 19: Vista Real del Paso 5.

Paso 6 ⇒ Ejecute el archivo "ComputeModule.exe" para realizar una prueba visual de los indicadores del módulo. Esta aplicación controla el LED de estado (OK) del módulo compute, haciéndolo alternar entre los colores rojo, amarillo y verde, mientras muestra simultáneamente en el display de 4 caracteres la palabra correspondiente a cada color.

Si todas las pruebas se ejecutan exitosamente, esto confirma que el módulo compute se encuentra completamente operativo y listo para el desarrollo de aplicaciones personalizadas. Este resultado valida que tanto la instalación como la configuración del sistema han sido realizadas correctamente.



6. Buenas Prácticas y Recomendaciones

6.1 Lo que SE DEBE hacer (DO's)

- Desarrollar aplicaciones en su equipo personal: Utilice Visual Studio en su computadora local para crear aplicaciones (.exe), empleando las librerías y comandos especificados en el manual oficial del módulo compute.
- Transferir únicamente el ejecutable: En el módulo compute instale solamente la aplicación compilada (.exe) y proceda a ejecutarla.
- Ejecutar una aplicación por sesión: Mantenga una sola aplicación en ejecución simultánea en el módulo compute para garantizar rendimiento óptimo.
- Expandir memoria via USB 3.0: Utilice dispositivos de almacenamiento externos conectados al puerto USB para aumentar la capacidad, considerando las limitaciones de velocidad de transferencia.
- Instalar software básico únicamente: Descargue exclusivamente programas esenciales que requieran mínimo espacio de almacenamiento.
- Usar almacenamiento externo para aplicaciones pesadas: Para software de gran tamaño, utilice memoria externa en lugar del almacenamiento interno del módulo.
- Contactar soporte oficial de Rockwell Automation en caso de cualquier duda:
 - Opción 1: Tech Connect: 1-800-225-528, luego marque: 844-477-8411.
 - Opción 2: Si la opción anterior no funciona, use Telz (requiere cuenta Google Play EEUU, servicio de pago) para contactar Rockwell México: +52 55-1105-8355.
 - Información requerida: Proporcione el número de serie del Factory Talk Activation Certificate (Studio 5000): 3526029237 para verificar que es cliente de TechConnect.

6.2 Lo que NO SE DEBE hacer (DON'Ts)

- NUNCA instalar Visual Studio en el módulo: El entorno de desarrollo debe permanecer en su equipo personal debido a las limitaciones de espacio (solo 10GB libres disponibles).
- NO instalar software pesado: Evite la instalación de aplicaciones que consuman significativo espacio de almacenamiento.
- NO descargar software no verificado: Absténgase de instalar aplicaciones de origen dudoso o no confiable.
- NO ejecutar múltiples aplicaciones: Evite la ejecución simultánea de más de una

aplicación para prevenir conflictos de recursos.

- NUNCA eliminar archivos del sistema: No modifique, mueva o elimine archivos predeterminados o del sistema operativo del módulo compute.

7. Referencias

- [1] Rockwell Automation, "ControlLogix Compute Modules Installation Instructions," Publication 1756-IN072E-EN-P, Rockwell Automation, enero 2023.
- [2] Rockwell Automation, "ControlLogix Compute Module User Manual," Publication 1756-UM003, referenciado en documento de instalación, Rockwell Automation, 2023.
- [3] Rockwell Automation, "ControlLogix Compute Module Specifications Technical Data," Publication 1756-TD002, referenciado en documento de instalación, Rockwell Automation, 2023.
- [4] Rockwell Automation, "Detailed Steps to Deploy and Restore WIM," manual técnico, Rockwell Automation, 2025.
- [5] Rockwell Automation, "Enable Remote Desktop access to the 1756-Compute," documento técnico, Rockwell Automation, 2025.
- [6] ESPOL, "Manual VPN para Windows," documento de configuración, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador, 2025.
- [7] ESPOL - Laboratorio Comunicaciones Industriales y Sistemas SCADA, "Modulo Compute CMS1B1," Google Drive:
https://drive.google.com/drive/folders/1Traj0_wC4GaYpYTWcOavIBfJYUdRxT5g
- [8] Rockwell Automation Tech Connect, "Servicio de Soporte Técnico," Tel: 1-800-225-528, ext: 844-477-8411, Factory Talk Activation Certificate: 3526029237, Milwaukee, WI, USA.
- [9] Rockwell Automation México, "Soporte Técnico Regional," Tel: +52 55-1105-8355, Ciudad de México, México.