



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

Presentación candidatura a:

Premios Socinfo Digital: UNIVERSIDADES TIC
2022

“Implantación de escritorios virtuales en la
UPM”

Vicerrectorado de Estrategia y Transformación
Digital de la Universidad Politécnica de Madrid

Contenido

1.	Presentación.....	3
2.	Descripción del proyecto.....	3
2.1	Objetivo 1: Escritorios virtuales para actividad docente.	4
2.2	Objetivos 2: Escritorios virtuales para gestión administrativa.....	4
2.3	Objetivo 3: Eficiencia energética.....	5
3.	Arquitectura de la infraestructura necesaria.	5
3.1	Entorno de virtualización.	6
3.2	Hardware de virtualización.	6
3.3	Almacenamiento.	6
3.4	Solución de VDI.	6
3.5	Persistencia de datos.	7
3.6	Eficiencia energética.	7
4.	Plazos de puesta en producción.....	8
5.	Valoración Económica y proveedores.....	9
6.	Conclusiones.....	9

1. Presentación

La Universidad Politécnica de Madrid (UPM) es referente en investigación y docencia en Arquitectura, Ingeniería, Ciencias del Deporte y Diseño de Moda. Se sitúa entre las 100 mejores universidades del mundo en Ingeniería y Tecnología y es, además, la primera universidad politécnica española en empleabilidad, según el QS World University Ranking 2021. La UPM está integrada por 16 Escuelas, una Facultad y un Centro adscrito.

Es la primera universidad española en captación de recursos externos en I+D+i: cerca de 2.800 investigadores trabajan en sus centros en 202 grupos de investigación. Es líder entre las universidades españolas en patentes concedidas, teniendo un 11% de su presupuesto derivado de actividades de transferencias de tecnología. La UPM cuenta con 14 centros de investigación, uno de los cuales, el Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas, cuenta con la acreditación oficial de Centro de Excelencia Severo Ochoa. Además, tiene 5 institutos de investigación y 3 centros de innovación.

La UPM dispone de dos Data Centers (Tier II+) ubicados en Campus de Montegancedo y Campus de Ciudad Universitaria (Rectorado) que alojan todos los servicios TI que la Universidad proporciona a todos sus miembros. En estos DC se aloja toda la infraestructura de servidores, almacenamiento y comunicaciones que soporta los servicios, entre los que se encuentran desde la solución de *Disaster Recovery* (active – active) para los servicios críticos de la UPM, como puede ser UPMdrive¹, hasta el supercomputador Magerit.

Por contrapartida, la UPM presenta una marcada dispersión geográfica, contando con 17 centros educativos dispersos en cuatro campus universitarios, lo que a efectos de soporte informático implica dificultades a la hora de optimizar los recursos técnicos y humanos existentes, pues además del equipamiento físico, mucho del trabajo se repite en todos los centros con el fin de mantener las mismas aplicaciones.

2. Descripción del proyecto

La idea de implantar una solución basada en escritorios virtuales (VDI) era un proyecto que llevaba tiempo valorándose para ser incluido en los planes de trabajo de los servicios TI. La situación generada por la pandemia COVID-19 puso en evidencia la imperiosa necesidad de promover la transformación digital en la universidad, lo que se ha traducido en una aceleración en los planes.

Aunque la solución de escritorios virtuales debía ir, preferentemente, focalizada hacia la labor docente, lo que beneficia directamente a nuestros estudiantes y profesores, no debíamos olvidar la necesidad de dar solución a los puestos de gestión administrativa de la universidad.

Uno de los retos al que sería necesario enfrentarse en este proyecto era que debía proporcionar soporte a más de 40.000 usuarios accediendo con sus propios dispositivos, dando cabida a lo que se denomina BYOD (*Bring Your Own Device*). Proporcionar una adecuada respuesta a este problema determinaría gran parte del éxito de este proyecto.

¹ <https://www.upm.es/UPM/ServiciosTecnologicos/UPMdrive>

2.1 Objetivo 1: Escritorios virtuales para actividad docente.

La UPM cuenta con cerca de 38.000 alumnos matriculados, tanto de Grado, Master y Doctorado, en titulaciones de perfil muy tecnológico y que requieren disponer para la docencia de multitud de herramientas software, generalmente muy pesadas y costosas.

Hasta la fecha, la mayor parte del acceso a este software se hacía de manera presencial desde las aulas informáticas, ubicadas en cada uno de los centros. Lo que presentaba diversos inconvenientes, siendo el principal la no disponibilidad de acceso a estos recursos en régimen de 7x24.

Un objetivo fundamental era proporcionar infraestructura suficiente para que la disponibilidad de escritorios virtuales no fuese un problema, no requiriendo procesos de planificación o reservas previas, pensando no sólo en la utilización a nivel individual de nuestros estudiantes, sino en el uso docente, ya fuese desde las clásicas aulas informáticas, desde las aulas docentes (lo que resultaba un planteamiento novedoso), como sirviendo de base para aulas virtuales en entornos no presenciales.

Partiendo de estas premisas, y dando por aceptable un valor de concurrencia en los escritorios virtuales de 1/3 (uno de cada tres) alumnos, se necesitaba desplegar una infraestructura capaz de soportar una concurrencia de cerca de 14.000 escritorios virtuales. Escritorios que mayoritariamente ejecutarían programas científicos, relativamente pesados en términos de recursos informáticos.

Esta solución, al proyectarse de manera transversal, garantizaría que todos los estudiantes dispusieran de todo el software licenciado por la universidad en igualdad de condiciones hardware, independientemente de los recursos disponibles en las aulas informáticas de los centros, que habitualmente no presentan homogeneidad en hardware y software.

Adicionalmente, los estudiantes podrán acceder a todo el software de la UPM, desde cualquier ubicación, en régimen 7x24, sin necesidad de instalar nada en sus propios equipos y sin requerir disponer de potencia de cómputo propia que soporte estos pesados programas.

2.2 Objetivos 2: Escritorios virtuales para gestión administrativa.

De todo el personal de la UPM, cerca de 1.000 personas necesitan acceder a servicios de carácter administrativo, ya sea de perfil académico, económico, personal, etc.

La situación de pandemia puso en evidencia que hoy en día no es viable una solución basada en puestos fijos de trabajo a los que únicamente se accede de manera presencial. Esta realidad obligó a proporcionar soluciones de acceso remoto a los puestos de trabajo, lo que además de no ser lo más adecuado a efectos de seguridad, no resultaba nada adecuado en términos de eficiencia energética, ya que habitualmente éstos permanecían encendidos de manera continua.

A esto es necesario añadir la ineficiencia en términos de recursos humanos requeridos a la hora de aplicar actualizaciones, además de la problemática que generaba la transición coordinada entre versiones.

Una solución basada en escritorios virtuales permitiría cumplir con los requisitos planteados en el Esquema Nacional de Seguridad (ENS)² y al mismo tiempo daría solución a un nuevo modelo

² <https://ens.ccn.cni.es/es/esquema-nacional-de-seguridad-ens>

de trabajo, parcialmente no presencial, permitiendo acceder de manera segura y energéticamente eficiente a este tipo de aplicaciones desde cualquier lugar y dispositivo.

2.3 Objetivo 3: Eficiencia energética.

En la UPM se dispone de sobrada experiencia previa habiendo implantado una Nube Privada que ha permitido consolidar todos los servidores en entornos virtuales, por lo que se sabe de primera mano la reducción, entre otros, de los costes energéticos que esto implica.

El traslado de la potencia de cómputo necesaria en los puestos de trabajo, ya sean de personal o de aulas informáticas, a la nueva plataforma de virtualización, forzosamente deberá traducirse en una reducción sustancial en el consumo eléctrico, lo que contribuirá a facilitar que la universidad cumpla con los ODS³:

- **ODS 4: EDUCACIÓN DE CALIDAD.** La nueva solución VDI de la UPM garantiza la capacidad de la universidad para seguir ofreciendo una educación de calidad sin fisuras ante cualquier contratiempo que impida el acceso a las instalaciones de los campus. También facilita el acceso universal a los programas formativos, sin importar el tipo de dispositivo que tengan los usuarios, ni el país en el que se encuentren, favoreciendo la igualdad de oportunidades.
- **ODS 9: INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA.** Gracias a esta plataforma VDI estamos reduciendo la huella de carbono de la universidad, ya que, además de disminuir el consumo energético, nos ha permitido limitar la adquisición de hardware. Se trata además de una infraestructura sostenible y resiliente, preparada para aprovechar las ventajas del 5G, que según los expertos será una tecnología indispensable para impulsar la sostenibilidad durante los próximos años.
- **ODS 12: PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES.** Además de asegurar una mayor eficiencia energética, con nuestra nueva solución VDI estamos logrando ampliar la vida útil de los equipos informáticos de la universidad. Esta tecnología también nos permite reutilizarlos, favoreciendo la economía circular y reduciendo la generación de desechos tecnológicos.
- **ODS 13: ACCIÓN POR EL CLIMA.** El acceso 24x7 desde cualquier lugar y dispositivo impulsa la educación a distancia y el teletrabajo, por lo que se reduce la movilidad de los estudiantes y del resto de colectivos de la universidad. Como consecuencia, se limitan las emisiones de CO₂, al disminuir los desplazamientos de los usuarios.

3. Arquitectura de la infraestructura necesaria.

En el momento de abordar este proyecto se vio que, en términos de escala de concurrencia de usuarios, no existía nada similar en entornos universitarios españoles. Tampoco se encontraron referentes en Europa. Sólo en el ámbito bancario se despliegan entornos de este tipo de manera masiva, aunque en este caso, el perfil de sus usuarios no resulta tan exigente a efectos de potencia de cómputo frente a lo que sería un puesto de docencia de un ingeniero, donde es habitual utilizar herramientas como Matlab, Autocad, ArcGIS, etc.

Un aspecto importante era el techo económico disponible. Se necesitaba una solución capaz de cumplir con los objetivos pero que al mismo tiempo resultase moderada en costes, tanto a la

³ <https://sostenibilidad.upm.es/la-upm-y-los-ods/>

hora de realizar inversiones, como en operación, debiendo intentar garantizar la amortización durante el periodo de vida útil de la infraestructura.

Los aspectos que se valoraron fueron:

3.1 Entorno de virtualización.

Se barajaron diversas soluciones comerciales, basadas en software propietario, que finalmente fueron descartadas. En general, los costes de las licencias comerciales necesarias suponían más del 70% del presupuesto disponible dejando únicamente un 30% para la adquisición de la infraestructura necesaria, lo que hacía inviable este proyecto al no permitir alcanzar los objetivos de concurrencia establecidos en el proyecto.

Finalmente se optó por utilizar Proxmox⁴, una solución basada en el hipervisor KVM (Open Source). La infraestructura de la UPM es, en estos momentos, una de las instalaciones de Proxmox más grandes a nivel mundial.

3.2 Hardware de virtualización.

Según las estimaciones realizadas, cada uno de los hipervisores tendría que soportar entre 120 y 150 escritorios virtuales, lo que nos situaba en la necesidad de una potencia de cómputo pico (RPeak) de unos 310 TFLOPS y un total de 72TB de RAM.

Finalmente, la infraestructura se basa en 96 nodos Lenovo ThinkSystem SD-530 con dos procesadores Intel Xeon Gold 6240R y 768 GB de RAM. Toda la conectividad se realiza con redes Ethernet a 25Gb de ultra baja latencia.

3.3 Almacenamiento.

Aunque inicialmente el proyecto se había planteado en base a una solución de hiperconvergencia, las estimaciones de IOPS necesarios en lectura y escritura, así como los costes, hicieron que finalmente el diseño se basara en cabinas de discos NVMe de alto rendimiento.

La solución final que se implantó se basa en dos cabinas NetApp AFF A800 capaces de proporcionar conjuntamente unos 2.000.000 IOPS/R y 1.000.000 IOPS/W y configuradas con una capacidad bruta de almacenamiento de 369 TB. Lo que proporciona margen suficiente para soportar los objetivos planteados.

3.4 Solución de VDI.

Tras analizar diversas soluciones, finalmente se optó por la solución UDS Enterprise de la empresa española Virtual Cable⁵.

Virtual Cable dispone una tarifa plana para su solución que la hace muy competitiva, por lo que es una solución muy extendida en los entornos universitarios, contando con una base de clientes a nivel mundial.

⁴ <https://www.proxmox.com/en/>

⁵ <https://www.virtualcable.net/>

Además, nos encontramos con una solución muy versátil, que permite arrancar escritorios virtuales con casi cualquier hipervisor, e incluso, usar distintos hipervisores a la vez. Contempla la posibilidad de desborde hacia la nube pública, lo que puede ser muy interesante de cara a un futuro próximo y, comparado con otras soluciones, es bastante sencillo de configurar y administrar.

Por último y, no menos importante, al tratarse de una empresa nacional, ha resultado sencillo acceder a su entorno técnico, planteándoles propuestas de mejora o resolución de problemas que se han ido detectando, y que han atendido en plazos de tiempo muy razonable.

3.5 Persistencia de datos.

Este es un aspecto que generó bastante controversia en el seno del equipo responsable de la definición de la arquitectura.

Es evidente que, en un entorno de escritorios virtuales efímeros, es perentorio proporcionar persistencia de datos a los usuarios, ya sea dentro de la propia infraestructura o proporcionando mecanismos de almacenamiento externos.

Dado el volumen de usuarios a los que tendría que proporcionarse almacenamiento, el coste tendría un impacto relevante en el proyecto o directamente lo haría inviable.

Finalmente se optó por establecer mecanismos que permitan a los usuarios acceder de forma cómoda a soluciones de almacenamiento en la nube, ya sea OneDrive (al que tienen acceso tanto los estudiantes como el personal de la Universidad) o UPMdrive (solución de almacenamiento en la Nube Privada al que tiene acceso todo el personal de la UPM).

3.6 Eficiencia energética.

Conocer la eficiencia energética de la arquitectura implantada frente al modelo actual de producción es un ejercicio que en estos momentos es casi de obligado cumplimiento, pues en un entorno universitario el coste de la energía es fundamental en la ecuación del cálculo del Retorno sobre Inversión (RoI). Aunque debieran cuantificarse otros aspectos como son la mejora de imagen de la institución de cara a potenciales nuevos estudiantes o la posibilidad de explorar otras alternativas docentes basadas en la implantación de este tipo de tecnologías.

Aunque todavía es pronto para disponer de datos reales basados en medidas estables, es posible realizar un ejercicio bastante aproximado y realista.

Para garantizar una satisfactoria experiencia de usuario en entornos de escritorios virtuales no es necesario disponer de potentes ordenadores, pasando a tener un papel más relevante la latencia en la red utilizada. Para sustituir los PCs de las aulas informáticas y puestos de trabajo se ha diseñado un miniPC que harán las veces de cliente ligero (ThinClient) que van ubicados en la trasera de un monitor de 23,6" y que presentan un consumo máximo de 18Wh.

Los equipos que se utilizan actualmente, tanto para aulas informáticas como en los puestos de trabajo del personal de la UPM, se estima que consumen de media unos 80Wh. Esto supone que por cada equipo que se sustituya estaremos reduciendo el consumo en aproximadamente 62Wh.

Cada hipervisor de la infraestructura, prorrateando refrigeración y cabinas de discos, viene a consumir unos 500Wh. Dado que en cada uno de ellos corren unos 150 VDIs, podemos estimar que cada escritorio consume una media de 3,3Wh.

Es decir, por cada puesto de trabajo que pasa a operar de manera virtualizada, reduciremos el consumo aproximadamente unos 58,7Wh, o lo que es lo mismo, supondrá un ahorro del 73,37% de energía. Sólo contabilizando 3.000 ordenadores, entre aulas informáticas y puestos de trabajo, se estima un ahorro en torno a 176kWh, cantidad nada despreciable.

Para evaluar el impacto energético global que tiene esta solución, sería necesario tener en cuenta que nuestros estudiantes tampoco necesitarán disponer de ordenadores muy potentes para ejecutar el software que necesitan, lo que implica menor consumo energético, aunque esto debiera ser de un estudio más pormenorizado.

4. Plazos de puesta en producción.

La infraestructura de virtualización de escritorios se ha puesto en producción a primeros de septiembre de 2021, coincidiendo con el comienzo del curso académico.

Como era de esperar, la utilización de esta infraestructura no ha alcanzado todavía niveles de alta ocupación, aunque se observa un crecimiento exponencial en la utilización para fines docentes y, mucho mayor, en el uso individual de nuestros estudiantes, que era el objetivo fundamental de esta solución.

En estos momentos, bajo el entorno de escritorios virtuales, disponemos de más de 100 productos software distintos que cubren todas las áreas de la ingeniería, además de las clásicas herramientas ofimáticas.

Con el fin de potenciar el uso del sistema operativo Linux, se ha fijado la política de que siempre que sea posible se instale el software en los entornos Windows y Linux, lo que permite a nuestros usuarios trabajar con el entorno que les resulte más cómodo.

Al mismo tiempo, se está en fase de puesta en marcha de tres aulas piloto con unos 150 puestos de trabajo, basadas en los miniPCs anteriormente citados, siendo previsible que a medio plazo la mayor parte de la docencia práctica en la UPM pase a utilizar escritorios virtuales.

Respecto a la utilización en los puestos de trabajo del personal de la UPM, ya se encuentra en las últimas fases de implantación, habiéndose iniciado su utilización en fase beta como medida de validación y adecuación de las aplicaciones, obteniendo un magnífico retorno por parte de los usuarios.

Se tiene previsto que a partir del próximo curso sólo se utilice esta plataforma para el acceso a entornos administrativos, lo que ayudará a proporcionar un entorno más adecuado para el acceso a las aplicaciones administrativas, a cumplir con los objetivos marcados por el Esquema Nacional de Seguridad y a facilitar el teletrabajo.

Por ahora, la infraestructura se está comportando magníficamente, sin incidencias notables y permitiendo cumplir los plazos de las fases previstas.

5. Valoración Económica y proveedores.

La infraestructura que sustenta la solución de escritorios virtuales está compuesta por:

- Almacenamiento: 2 cabinas NetApp A800 con discos NVMe que proporcionan una capacidad de almacenamiento total de 368TB.
- Hipervisores: 96 nodos Lenovo SD530, dotado cada uno con dos procesadores Xeon Gold 6240R, 768 GB de RAM y 4 interfaz de red de 25GbE.
- Entorno de virtualización: Proxmox, solución de código abierto y que se basa en KVM.
- Agente (Broker) de virtualización: UDS Enterprise de la empresa Virtual Cable.

El coste final de la solución, incluyendo licencias y mantenimientos para cuatro años, ha sido de 1.526.000 (+ IVA).

6. Conclusiones.

Con la implantación a gran escala de la solución de escritorios virtuales, la Universidad Politécnica de Madrid ha conseguido dar un importantísimo avance en su proceso de transformación digital, proporcionando una solución versátil, que implica facilitar a nuestros estudiantes, profesores y personal de administración y servicios una herramienta muy flexible que abre opciones docentes y de administración que hasta la fecha no eran viables.

Además del impacto en el cumplimiento de los ODS con los datos sobre eficiencia energética descritos, es fácil suponer el impacto que pueda tener esta infraestructura y el servicio asociado entre los potenciales estudiantes de esta universidad, lo que en términos generales supone una ventaja competitiva importante para esta universidad.

La puesta en marcha de este proyecto ha supuesto un gran esfuerzo humano, económico y tecnológico para la Universidad Politécnica de Madrid, un gran paso en el proceso de transformación digital, pero que al mismo tiempo supondrá un gran impacto y proporcionará numerosas ventajas en el ámbito de la educación.