



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica  
Superior d'Enginyeria  
Informàtica

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica  
Universitat Politècnica de València

Estudio práctico de utilización de  
tecnologías web como soporte a la Industria  
4.0

Trabajo Fin de Grado

**Grado en Ingeniería Informática**

**Autor:** Iker Adot Fernandez

**Tutor:** Miguel Ángel Mateo Pla

**Cotutor:** María Begoña Saiz Mauleón

Curso 2018-2019



# Resumen

---

Al manejar una instalación con un grupo de pozos de intercambio de calor (*Borehole heat exchanger*, BHE en inglés) se produce una ingente cantidad de datos. Además del tratamiento de esta gran cantidad de datos para su uso posterior, hay que tener en cuenta la forma de acceder a los mismos. En este trabajo de fin de grado o TFG se ofrecerán unas soluciones teóricas para entender el alcance de las nuevas tecnologías web a la hora de extraer y hacer uso de la información. Se seleccionará una de ellas para su realización práctica.

**Palabras clave:** “*Web-Scraping*”, JavaScript o JS, Java, C#, Arduino, Pozo Térmico, ensayos de Respuesta Térmica, geotermia.

# Abstract

---

When managing a facility with a group of Borehole Heat Exchangers (BHE), a huge amount of data is produced. In addition to the treatment of this large amount of information for later use, we must take into account the way to access it. In this final degree project or TFG, theoretical solutions will be offered to understand the scope of new technologies when that way of extracting and making use of the information. One of them will be selected for practical realization.

**Keywords:** “*Web-Scraping*”, JavaScript o JS, Java, C#, Arduino, *Borehole heat exchanger*, *Thermal Response Test*, geothermal.



# Tabla de contenidos

---

1.	Introducción .....	7
1.1.	Objetivos .....	10
1.2.	Mapa Memoria.....	10
2.	Estado del Arte .....	10
2.1.	¿Qué es la Geotermia? .....	11
2.2.	La Geotermia a lo largo de la historia.....	11
2.3.	Estado actual de la Geotermia .....	11
2.4.	Tecnologías .....	12
2.4.1.	Hardware de monitorización y control .....	12
2.4.2.	Librerías del Fabricante .....	13
2.4.3.	Librerías OPEN-SOURCE.....	13
2.4.3.1.	SNAP7.....	13
2.4.4.	“Web-Scraping” .....	14
2.4.4.1.	Legalidad de “Web-Scraping” .....	15
2.4.4.2.	Medidas de contención o detención para “Web-Scraping” .....	16
2.5.	Critica.....	17
2.6.	Propuesta .....	17
3.	Análisis / Diseño / Implementación / Pruebas .....	18
3.1.	PLC S7-1200 y Software.....	19
3.2.	Librerías del Fabricante.....	19
3.3.	Librerías OPEN-SOURCE.....	19
3.4.	“Web-Scraping” .....	21
4.	Resultados.....	24
4.1.	Experimentos de acceso.....	24
5.	Casos de Uso y Presupuesto .....	36
5.1.	Casos de Uso .....	36
5.2.	Presupuesto .....	38
6.	Conclusiones .....	40
	Bibliografía .....	42



## Tabla de figuras

Figura 1 - Localización del Test Site de la UPV.....	8
Figura 2 - Vista del Test Site (Exterior) .....	8
Figura 3 – Autómata.....	9
Figura 4 - Instalación del Test Site .....	9
Figura 5 - Fichero CSV del Muestreo del Autómata .....	18
Figura 6 - Tabla de identificación de Areas .....	20
Figura 7 - Intento de acceso Web-Scraping (SIN VPN).....	22
Figura 8 -Acceso Web-Scraping (Con VPN) .....	22
Figura 9 -Muestreo variables Web-Scraping (Con VPN) .....	23
Figura 10 -Listado de variables para los experimentos .....	24
Figura 11 -Tiempos de acceso a dato (Tipo Byte) .....	25
Figura 12 -Cálculo de Media y Desviación Estándar (Dato tipo Byte) .....	26
Figura 13 - Gráfico Campana de Gauss (Dato tipo Byte).....	26
Figura 14 - Tiempos de acceso a dato (Tipo Word) .....	27
Figura 15 -Cálculo de Media y Desviación Estándar (Dato tipo Word).....	27
Figura 16 - Gráfico Campana de Gauss (Dato tipo Word).....	28
Figura 17 - Tiempos de acceso a dato (Tipo D-Word) .....	29
Figura 18 - Cálculo de Media y Desviación Estándar (Dato tipo D-Word) .....	29
Figura 19 - Gráfico Campana de Gauss (Dato tipo D-Word).....	30
Figura 20 - Tiempos de acceso a datos (1 Tipo dato Byte + 1 Tipo dato Word + 1 Tipo D-Word)31	
Figura 21 - Cálculo de Media y Desviación Estándar (1 Tipo dato Byte + 1 Tipo dato Word + 1 Tipo D-Word).....	31
Figura 22 - Gráfico Campana de Gauss (1 Tipo dato Byte + 1 Tipo dato Word + 1 Tipo D-Word)32	
Figura 23 - Tiempos de acceso a datos (Lista de Variables).....	33
Figura 24 - Cálculo de Media y Desviación Estándar (Lista de Variables).....	33
Figura 25 - Gráfico Campana de Gauss (Lista de Variables).....	34
Figura 26 - Diagrama de nubes de dispersión.....	35
Figura 27 - Caso de uso de "Acceso" .....	36
Figura 28 - Caso de uso de "Opciones tras el acceso" .....	37
Figura 29 - Caso de uso de "Servidor WEB" .....	38



# 1. Introducción

---

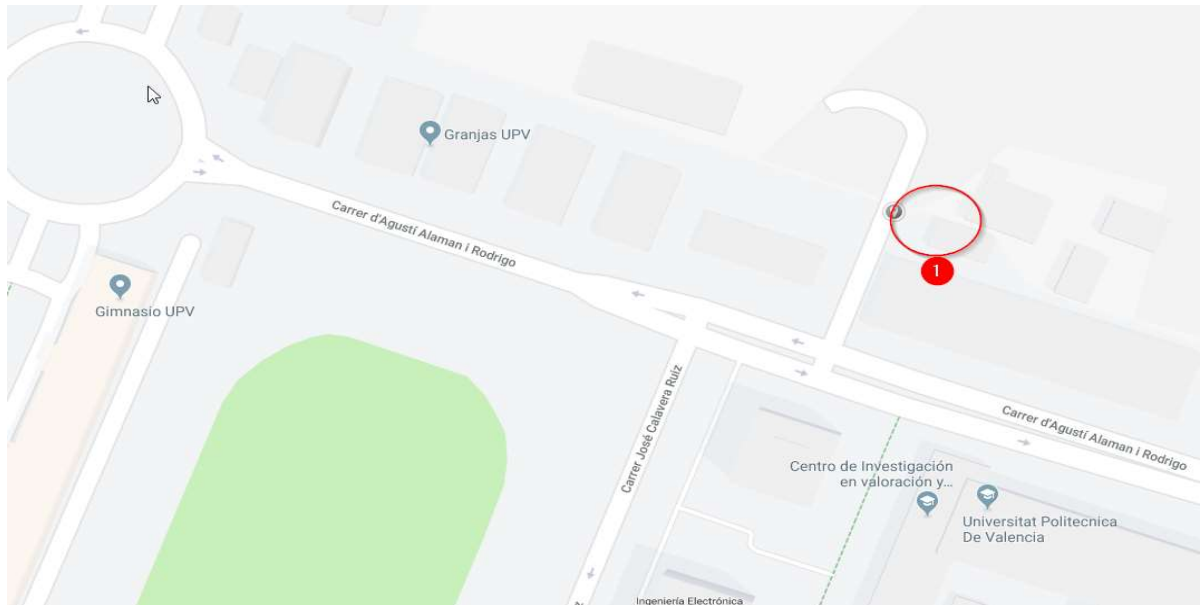
Un pozo de intercambio de calor (BHE del inglés *Borehole Heat Exchanger*) [1] es una instalación geotérmica que tiene como objetivo mejorar o perfeccionar la eficiencia energética de los sistemas de climatización. Para lograr alcanzar un nivel de eficiencia óptimo hay que tener en cuenta en su diseño las posibles variables que pueden intervenir en dicha eficiencia. Existen diferentes métodos a la hora de determinar el valor de las variables que pueden afectar el diseño del sistema.

Lo que me interesa para este trabajo de fin de grado y dónde me voy a centrar es en lo que se conocen como pruebas o test de respuesta térmica (*Thermal Response Test* o TRT en inglés) y también en la forma en que las nuevas tecnologías web pueden ayudarnos a la hora de realizar los estudios y a controlar toda la información que generan estos test o pruebas que hemos realizado.

Actualmente se están realizando TRT en la Universitat Politècnica de València o UPV. Se trata de ensayos que consisten en introducir un líquido a una temperatura controlada en el intercambiador, tomando medidas de las temperaturas de entrada y de salida del mismo. Estos datos, junto con otros como el caudal y las propias dimensiones del pozo, dan como resultado los parámetros que necesitamos para obtener un modelo analítico del intercambiador.

En nuestro caso, los datos obtenidos durante el ensayo son registrados por medio de un controlador lógico programable Siemens S7-1200 (*Programmable Logic Controller* o PLC en inglés) que se encuentra en la instalación del BHE. Este PLC está configurado para almacenar temporalmente en ficheros, toda la información y los datos obtenidos durante los ensayos, así como para controlar los parámetros de realización del ensayo.

Los datos obtenidos durante la realización de los experimentos se almacenan para su posterior uso en los estudios y para realizar las comparaciones necesarias. Esto se puede realizar por medio de una aplicación Web y, si fuera necesario, también elaborando una base de datos. Con ello obtendremos una forma más cómoda para la visualización e interpretación de los parámetros obtenidos.



*Figura 1 - Localización del Test Site de la UPV*



*Figura 2 - Vista del Test Site (Exterior)*



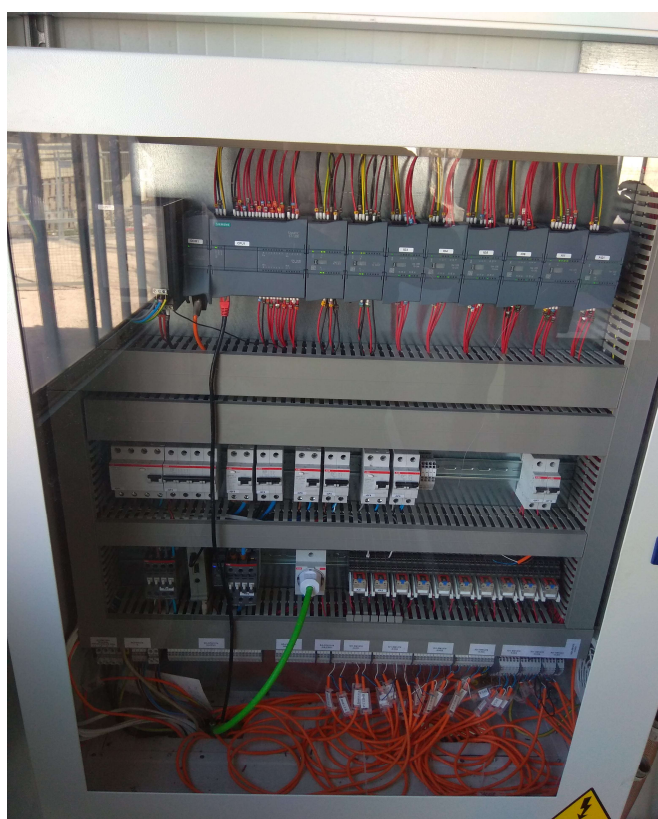


Figura 3 – Detalle del armario de control con el autómata S7-1200



Figura 4 - Instalación del Test Site

## 1.1. Objetivos

Los objetivos que se plantean para este TFG son:

- Estudiar de manera teórica algunos de los mecanismos existentes para obtener los datos producidos en la instalación.
- Comprobar, usando los mecanismos anteriores, la viabilidad del acceso a esa información.
- Estudiar el tiempo de respuesta de las diversas formas de obtención de datos ya mencionadas, por medio de múltiples accesos a diferentes cantidades de datos.
- Evaluar con esos tiempos de respuesta, que método nos daría la seguridad y el mejor tiempo para usarlo en una aplicación real.
- Comparación cualitativa de las metodologías empleadas.

## 1.2. Mapa Memoria

En la memoria de este TFG podremos encontrar en primer lugar una explicación sobre los conceptos básicos empleados, además de las tecnologías que he escogido para estudiar su aplicación en los proyectos de los TRT. En segundo lugar, procederé a explicar las posibles formas de extraer la información del PLC. En tercer lugar, pasaré a explicar, con uno o varios de los procesos anteriores, como se extrae la información; mostrando las pruebas que he realizado junto con sus resultados. En cuarto lugar, comentaré algunos de los casos de uso con los que me he encontrado y un presupuesto de todo el estudio realizado. Finalmente, explicaré las conclusiones que he obtenido tras la realización de este TFG.

# 2. Estado del Arte

---

Antes de comenzar con las diferentes formas de trabajar los datos de un TRT, quiero explicar algo de la terminología empleada, con el fin de que resulte más fácil comprender todo este proyecto, así como al ámbito de la geotermia en que me he centrado para realizar las pruebas.

Para ello explicaremos algunos conceptos necesarios como son:

- ¿Qué es la Geotermia?
- La Geotermia a lo largo de la historia
- Estado actual de la Geotermia
- Tecnologías
- Critica
- Propuesta



## 2.1. ¿Qué es la Geotermia?

Podemos definir la geotermia como la forma de aprovechar los fenómenos térmicos que se producen en el subsuelo para la obtención de energía o la reducción del consumo de otras formas de energía. Su gran importancia radica en que se trata de una alternativa energética sostenible y altamente eficiente.

El aprovechamiento de esta energía no es novedoso; en EEUU y en los países del norte de Europa estas técnicas se llevan aplicando desde hace más de 30 años de forma habitual y regulada. Sin embargo, en España es una desconocida para el gran público.

## 2.2. La Geotermia a lo largo de la historia

La utilización de los recursos naturales de la tierra, concretamente de la geotermia, no es algo nuevo. [2] [3]

La utilización de la energía proveniente del calor del interior de la tierra es algo que ya hacían nuestros antepasados más antiguos. En Niisato (Japón) se han hallado restos arqueológicos relacionados con la geotermia que se estima tienen entre 15.000 y 20.000 años de antigüedad.

También en Norte América se han encontrado restos de asentamientos próximos a fuentes termales. Se supone que estos antecesores de los indios americanos aprovechaban el calor del agua de los manantiales para cocinar y sus minerales con fines medicinales.

Los griegos y más tarde los romanos, nos han dejado restos que muestran varios usos para la geotermia. Además de las conocidas termas y los baños públicos, también usaban este tipo de energía para la calefacción en las viviendas.

Hacia el año 1300, en Francia, se desarrolló la que puede considerarse como la primera calefacción de distrito por medio de la geotermia. Años después, en 1818, el descubrimiento de sales de boro en Larderelle, Italia, marcó el que se considera como el inicio del aprovechamiento industrial de los recursos naturales de la geotermia.

Pero es a partir del S.XX cuando se empieza a desarrollar la geotermia como alternativa a otros tipos de energía, y a partir de la década de los 70 la geotermia comienza a desarrollarse a nivel mundial.

## 2.3. Estado actual de la Geotermia

Las principales regiones en aprovechamiento de energía geotérmica en la actualidad son Europa, África Oriental y el Pacífico Sur, aunque las previsiones son que aumente considerablemente el uso de esta energía a nivel global en los próximos cinco años.



En España también hace años que se realizan investigaciones para la aplicación de la geotermia, pero debido a las crisis económicas y al coste de las instalaciones esta técnica se ha visto ralentizada y en la actualidad, prácticamente sólo se explota a nivel particular.

No obstante, en la UPV contamos con unas instalaciones para la investigación geotérmica de muy baja entalpia; esto quiere decir que la temperatura con la que trabaja suele ser inferior a los 30°C. Dichas instalaciones funcionan mediante el uso de bombas de calor. Los datos tomados en estas instalaciones son los datos en los que voy a basar la realización de mi TFG.

## 2.4. Tecnologías

La industria 4.0 genera mucha más información a nivel industrial de la que se ha generado en cualquier otro momento de la historia. Por ello es necesario utilizar nuevas tecnologías para el tratamiento de toda esta información de forma que resulte útil. Este tratamiento de datos puede hacerse tanto a nivel local por medio de una intranet o comunicación directa, como externamente a través de comunicaciones por internet.

A continuación, voy a enumerar las tecnologías que he considerado a la hora de realizar este TFG.

### 2.4.1. Hardware de monitorización y control

Para esta parte se suelen utilizar PLC industriales por las ventajas que ofrecen frente a los ordenadores. Entre éstas se encuentran la versatilidad a la hora de programar procesos industriales y controlar maquinaria; el número de entradas y salidas que pueden manejar, etc.

El elegido en este caso es el PLC S7-1200 ya que es el que se está utilizando actualmente en las instalaciones de la UPV. Este PLC ofrece características que pueden ser de utilidad ahora y en un futuro, como por ejemplo en caso de que el proyecto necesitara una escalabilidad más alta. El PLC posee una tecnología instalada que facilita su manejo

Este es el primer método de acceso a la información del experimento TRT que he considerado emplear. Debemos tener en cuenta que la información que obtiene y registra el PLC del estudio del TRT, se mantiene registrado en el “*software*” que nos ofrece SIEMENS. Analizaremos por encima la herramienta de automatización y programación que usa SIEMENS a la hora de programar a nivel de PLC su material. Esta herramienta es conocida como TIA Portal (*Totally Integrated Automation Portal*).

Este *software* es un innovador sistema de ingeniería que permite configurar, de forma muy intuitiva y eficiente, todos los procesos de planificación y producción. Su funcionalidad, ya probada, ofrece un entorno de ingeniería unificado para todas las tareas de control, visualización y accionamiento que resulta muy útil. Además, TIA Portal incorpora las últimas versiones de *software* de ingeniería SIMATIC STEP 7 que permite



la planificación, programación y diagnóstico de controladores, así como accionamientos de última generación.

Hay que destacar que TIA Portal incluye las recomendaciones de los propios usuarios en sus mejoras. Como usuarios, podemos hacer llegar nuestras sugerencias a SIEMENS, quienes las incorporan por medio de nuevos parches o actualizaciones del programa base. De esta forma, podemos solicitar por ejemplo que se añadan nuevas librerías de lenguajes de programación, incluir otros lenguajes de programación, etc. Esto hace que su utilidad como herramienta nos resulte muy interesante.

Existen algunos manuales básicos *online* al alcance de cualquiera, para comenzar a ver el manejo de TIA Portal con ejemplos sencillos para realizar, como por ejemplo la programación sencilla de un ascensor entre 2 plantas o la programación de una barrera de garaje.

Como en este TFG se utiliza un PLC S7-1200, tenemos a nuestra disposición un ligero manual sobre el sistema y el autómatas para que el usuario pueda acceder a alguna información adicional [4].

#### **2.4.2. Librerías del Fabricante**

Otra de las formas de acceder a estos datos sería solicitando al fabricante del hardware librerías específicas, que ofrecieran una funcionalidad más adecuada al experimento a realizar; permitiendo a su vez el acceso o modificación de los parámetros o las variables de dicho experimento única y exclusivamente.

Aunque este método resultaría ser uno de los más fiables y cómodos, ya que estaría completamente relacionado con la tecnología usada en la instalación; debemos de tener en cuenta el sobrecosto de este software adicional

#### **2.4.3. Librerías OPEN-SOURCE**

Otra posibilidad consiste en utilizar software de licencia abierta ("*Open-Source*" en inglés). Como son muchas las posibilidades que nos da este software, me he centrado en una, que me parece la más interesante para mi TFG. En este caso se trata de la librería SNAP7, la cual me permite disponer de unas funciones diseñadas para la interacción con el autómatas de la instalación y otras variantes, todas estas opciones preparadas para el trabajo con autómatas SIEMENS. A continuación, hago un análisis más detallado de esta librería y de las características que presenta.

##### **2.4.3.1. SNAP7**



Tal y como especifican en su página WEB, Snap7 [5] es un paquete de comunicación multiplataforma de código abierto, para interactuar igual que lo harían de forma nativa los PLC del fabricante SIEMENS, empleando tecnología Ethernet [6] y protocolo S7.

El protocolo S7 y su implementación parte de las comunicaciones entre diferentes dispositivos SIEMENS, soportado por una mejora del protocolo de control de transmisión o TCP [7]. Es necesario para que en las aplicaciones de automatización se trabaje no orientado al envío de datos sino al envío de mensajes, es decir que el receptor de este envío sea capaz de saber qué cantidad de datos recibe y donde terminan estos. Esta mejora del TCP viene recogida en la RFC 1006 [8].

Dentro de la estructura del Snap7 se definen tres componentes especializados, Cliente, Servidor y Socio, le permiten integrar definitivamente sus sistemas basados en PC en una cadena de automatización de PLC.

#### **Principales características y beneficios adicionales:**

- Su arquitectura ha sido diseñada para 32 y 64 bits.
- Es compatible con múltiples tipos de CPU: Intel y AMD i386 / x86\_64, ARM, etc.
- Utiliza software Open Source y una plataforma independiente.
- Actualmente es compatible con varios sistemas operativos: Windows (desde NT 4.0 hasta Windows 8), Linux, Oracle Solaris 11, MacOSX.
- Es totalmente escalable.
- No depende de las bibliotecas de terceros, no se necesita instalación ni configuración.
- Utiliza dos modelos de transferencia de datos clásicos, síncrono y asíncrono.
- Realiza el flujo de datos de dos formas: sondeo y no solicitado (el PLC transfiere datos cuando lo desea).

El SNAP7 está orientado para ser utilizado en comunicaciones Ethernet y S7, sin necesidad de ningún adaptador especial. Esto lo hace ideal para trabajar con el autómatas Siemens S7-1200 de nuestra instalación.

#### **2.4.4. “Web-Scraping”**

El “*Web-Scraping*” es una técnica que se utiliza para extraer datos e información de sitios webs de forma automatizada, mediante programas de software. Su significado en inglés sería más o menos “escarbar una web”.

Esta técnica habitualmente simula la navegación de una persona por el *World Wide Web*, usando protocolos como el de transferencia de hipertexto (“*Hypertext Transfer Protocol*” o HTTP en inglés [9]). Dicho de otra forma, buscamos información de forma automática en diferentes webs.

El “*Web-Scraping*” se utiliza con regularidad para extraer ingentes cantidades de información o datos sin realizar ninguna acción física. Se utilizan una gran cantidad de algoritmos para buscar entre diferentes webs y tomar la información que se desea. Podríamos decir que las habituales técnicas de “*Scraping*” están en el ámbito de la



Inteligencia Artificial o *IA* y del *Big Data*. Por eso es necesario saber hacer uso de las expresiones regulares para hacer nuestras búsquedas más precisas.

Obtener estas grandes cantidades de datos, sólo es la primera parte de nuestro trabajo. Tenemos que organizar estos datos, ya sea ordenándolos o filtrándolos, según las prioridades que nosotros establezcamos. Tras tener esto resuelto, a la hora de guardar la información, debemos tener claro a que plataforma o formato serán importados estos datos finales.

Para hacernos una idea de cómo funciona, podemos imaginarnos que queremos obtener un dato que se encuentra dentro de una cabecera de tipo `<h2>`; que a su vez se encuentra dentro de una `<tabla>` con una clase definida. Cuando usemos nuestro programa escarador buscará hasta detectar esa cabecera en la clase. Cuando encuentre esa similitud, extraerá la información que será guardada o exportada a un fichero de datos o a una base de datos.

Para poder realizar todo esto existen algunas herramientas definidas que nos facilitan los procesos. Algunas de las más conocidas son: “*Webscraper.io*”, “*Import.io*”, “*Dexi.io*”, o “*Apifier.com*”.

“*Webscraper.io*” consiste en un plugin para *Google Chrome*, es una aplicación gratuita basada en la nube.

Con “*Import.io*” podemos extraer datos de casi cualquier web, es un navegador sobre la base del *Chrome* que está diseñado específicamente para el “*Scraping*”. Su principal ventaja es que resulta fácil de manejar para usuarios. Lo negativo es que es de pago y resulta bastante caro.

“*Dexi.io*” cuenta también con un plan gratuito y resulta una herramienta muy completa para usuarios avanzados.

“*Apifier.com*” sólo para usuarios que dominen *JavaScript*, también cuenta con plan gratuito, aunque posee una versión mejorada de pago.

Hay otras herramientas, pero menos conocidas, como “*Scrapy.org*” por ejemplo.

#### 2.4.4.1. Legalidad de “*Web-Scraping*”

El hecho de que podamos extraer una gran cantidad de datos de una página web mediante programas de software hace pensar en la dudosa legalidad de esta práctica. Lo primero que debemos tener en cuenta es que estamos hablando de datos públicos que aparecen en webs de terceros. En principio, hacer “*Scraping*” será tan legal como lo sea el poder ver esos datos desde un navegador web.

No obstante, la cuestión que existe sobre el “*Web-Scraping*” a nivel legal es muy controvertida. A lo largo de los años han ido sucediéndose casos de “*Scraping*” que han sido denunciados por los legítimos propietarios de las webs afectadas. En algunos de los



más conocidos han estado involucradas importantes compañías de aerolíneas o de servicios de puja por objetos [10] [11]. El grado de implicación dependerá sobre qué nivel de acceso a la información se consigue con estos programas, al igual que de la cantidad obtenida y a qué nivel afectará esta información al propietario de la web.

La mayoría de los países aun no cuentan con una legislación clara sobre el “*Web-Scraping*” y los tribunales no tienen una postura uniforme; de forma que hay que tener en cuenta la legislación de cada país a la hora de utilizar esta técnica. En España hay sentencias del Tribunal Supremo defendiendo la legalidad de algún caso concreto de “*Web-Scraping*”, pero determinando que no todo el “*Scraping*” es legal. (Sentencia del TS de 9 de octubre de 2012 número 572/2012, de Ryanair contra Atrápalo)

Para poder considerar si es legal o no un caso concreto de “*Scraping*”, debemos tener en cuenta, más que el hecho de realizarlo en sí, las consecuencias.

Por un lado, no debemos incurrir en competencia desleal. Un ejemplo: Podría darse el caso de que nos beneficiáramos de la reputación de la web de la que se ha extraído la información, dando a entender que, de algún modo, estamos vinculados a ella.

Tampoco sería legal si, por medio del “*Scraping*”, hemos vulnerado el derecho a la propiedad intelectual; bien realizándolo sobre elementos protegidos por dicha ley, un texto, una imagen, etc. o copiando la estructura de una base de datos para explotarla, cuando su elaboración haya supuesto una inversión personal o económica.

La Ley de la Protección Intelectual o LPI en su artículo 133 [12] recoge:

*“El derecho “sui generis” sobre una base de datos protege la inversión sustancial, evaluada cualitativa o cuantitativamente, que realiza su fabricante ya sea de medios financieros, empleo de tiempo, esfuerzo, energía u otros de similar naturaleza, para la obtención, verificación o presentación de su contenido.*

*...el fabricante de una base de datos... puede prohibir la extracción y/o reutilización de la totalidad o de una parte sustancial del contenido de ésta, evaluada cualitativa o cuantitativamente, siempre que la obtención, la verificación o la presentación de dicho contenido representen una inversión sustancial desde el punto de vista cuantitativo o cualitativo”*

Y, por último, es ilegal realizar “*Scraping*”, si por medio de ello accedemos a datos personales de terceros, sin tener su consentimiento para tratarlos o almacenarlos.

En resumen, aunque en España no es ilegal hacer “*Web-Scraping*”, hemos de tener en cuenta que la legalidad o ilegalidad depende de cada caso concreto y del uso que se va a dar a los datos obtenidos.

En nuestro caso, al ser un “*Scraping*” para consumo propio realizado en nuestras propias instalaciones, no va a suponer ningún problema de ilegalidad.

#### **2.4.4.2. Medidas de contención o detención para “Web-Scraping”**





Desde su aparición, en algunas webs, se han ido añadiendo acciones para evitar el “*Web-Scraping*”. Estas acciones deben ser realizadas casi siempre por parte del administrador de la web.

Entre algunas de ellas y varias de las más habituales son: el monitoreo de un excesivo tráfico proveniente de una cierta dirección de internet o IP.

Algunas empresas ofrecen servicios comerciales para usar software de antibots y *antiscraping*.

También utilizar lenguajes de programación como el JavaScript y el AJAX, hace más difícil que se pueda acceder a la información de forma masiva por medio del “*Web-Scraping*”.

A nivel legal, algunas webs añaden una cláusula en sus condiciones legales prohibiendo el “*Web-Scraping*” y estas condiciones deben ser aceptadas; en caso contrario no se permite el acceso a la web.

## **2.5. Critica**

A pesar de que tratamos de innovar por medio de las nuevas tecnologías sobre la industria 4.0, a la hora de elaborar una aplicación para recoger y tratar datos para el estudio de nuestra instalación geotérmica, he tenido en cuenta que hay muchos puntos que pueden derivar en un acceso no autorizado a una información importante.

## **2.6. Propuesta**

En resumen, una vez recalcados los puntos anteriores, voy a centrarme en el contenido del propio TFG.

En este TFG quiero mostrar las diferentes posibilidades de como las nuevas tecnologías web pueden mejorar el rendimiento en la industria 4.0. En este caso analizaré diferentes formas teóricas de acceder a la información resultado de los experimentos TRT, comprobando si esta forma de acceso nos ofrece la seguridad necesaria, además del tiempo de respuesta del sistema, ante las peticiones de información que se le solicitaría en un experimento real.

La finalidad última de este estudio sería encontrar una forma segura y eficaz para obtener y tratar los datos obtenidos en las instalaciones de geotermia de la UPV. Así como la posibilidad de aplicarlo en otros proyectos.

### 3. Análisis / Diseño / Implementación / Pruebas

Ahora nos adentramos en las diferentes posibilidades que nos ofrece el proyecto. Los TRT recaban mucha información y esta se almacena en el PLC. Pero al cabo de un tiempo desaparece para ser reemplazada por una nueva medición.

Estos datos o información deben ser tratados de forma que podamos hacer uso de ellos. Para ello es necesario un método o herramienta que ayude en la captura de los datos que se obtengan del PLC y que permita interpretar los valores que aparecen para su posterior presentación y análisis.

En este fichero de texto plano con formato CSV [13] (*“Comma-Separated Values”* en inglés) que se origina en el PLC cada cierto tiempo, vemos un ejemplo real de la cantidad de datos que se pueden obtener del experimento. Podemos identificar la primera fila como la lista de variables y el resto de filas los valores de las variables.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
Record,Date	UTC	Time,W1,W2,W3,W4,T12,T13,T11,T14,T12,T22,T23,T21,T24,T32,T33,T31,T34,T42,T43,T41,T44,Ta,Tb,Tc,Tp,Th,Ti,Tj,Tk,Tl,Tm,Tn,Tp,Tq,Tr,Ts,Tt,Tu,Tv,Tw,Tx,Ty,Tz,V1,V2,V3,V4,Um,UWx,UWn,R,Ref,RefMx,RefMn,W1x,W1n,W2x,W2n,W3x,W3n,W4x,W4n,A1,A2,A3,B1,B2,B3,C1,C2,C3,D1,D2,D3,E1,E2,E3,F1,F2,F3,G1,G2,G3,H1,H2,H3,Prpm,Ph,																					
2	17/15/2019,16:46:59	0.000000E+00	2.211930E+02	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.500000E+01	1.355000E+01	1.750000E+01	1.710000E+01	2.220000E+01	2.163000E+01	2.200000E+01	2.140000E+01	1.284000E+01	1.241000E+01	1.750000E+01	1.710000E+01	1.234000E+01	1.500000E+02				
3	17/15/2019,16:49:59	0.000000E+00	1.189786E+02	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.505000E+01	1.352000E+01	1.750000E+01	1.710000E+01	2.161000E+01	2.127000E+01	2.170000E+01	2.120000E+01	1.285000E+01	1.242000E+01	1.750000E+01	1.710000E+01	1.229000E+01	1.500000E+02				
4	3,1/15/2019,16:52:59	0.000000E+00	6.729507E+01	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.495500E+01	1.359000E+01	1.750000E+01	1.700000E+01	2.135000E+01	2.094000E+01	2.170000E+01	2.090000E+01	1.285000E+01	1.244000E+01	1.750000E+01	1.710000E+01	1.225000E+01	1.500000E+02				
5	4,1/15/2019,16:55:59	0.000000E+00	5.875958E+01	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.495500E+01	1.360000E+01	1.750000E+01	1.700000E+01	2.120000E+01	2.078000E+01	2.150000E+01	2.060000E+01	1.285000E+01	1.245000E+01	1.740000E+01	1.700000E+01	1.217000E+01	1.500000E+02				
6	5,1/15/2019,16:58:59	0.000000E+00	7.187086E+01	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.500000E+01	1.356000E+01	1.740000E+01	1.700000E+01	2.111000E+01	2.065000E+01	2.130000E+01	2.040000E+01	1.285000E+01	1.245000E+01	1.740000E+01	1.700000E+01	1.209000E+01	1.500000E+02				
7	6,1/15/2019,17:01:59	0.000000E+00	7.426148E+01	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.497000E+01	1.356000E+01	1.740000E+01	1.700000E+01	2.095000E+01	2.058000E+01	2.110000E+01	2.030000E+01	1.284000E+01	1.246000E+01	1.740000E+01	1.700000E+01	1.206000E+01	1.500000E+02				
8	7,1/15/2019,17:04:59	0.000000E+00	6.085928E+01	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.496000E+01	1.356000E+01	1.730000E+01	1.690000E+01	2.065000E+01	2.052000E+01	2.080000E+01	2.020000E+01	1.285000E+01	1.245000E+01	1.730000E+01	1.700000E+01	1.200000E+01	1.500000E+02				
9	8,1/15/2019,17:07:59	0.000000E+00	3.856219E+01	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.501000E+01	1.351000E+01	1.730000E+01	1.690000E+01	2.043000E+01	2.035000E+01	2.060000E+01	2.010000E+01	1.285000E+01	1.241000E+01	1.730000E+01	1.690000E+01	1.191000E+01	1.500000E+02				
10	9,1/15/2019,17:10:59	0.000000E+00	1.953151E+01	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.504000E+01	1.351000E+01	1.730000E+01	1.690000E+01	2.027000E+01	2.025000E+01	2.050000E+01	1.990000E+01	1.284000E+01	1.241000E+01	1.730000E+01	1.690000E+01	1.182000E+01	1.500000E+02				
11	10,1/15/2019,17:13:59	0.000000E+00	5.788775E+00	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.497000E+01	1.356000E+01	1.720000E+01	1.680000E+01	2.013000E+01	2.012000E+01	2.040000E+01	1.980000E+01	1.285000E+01	1.241000E+01	1.720000E+01	1.680000E+01	1.190000E+01	1.500000E+02				
12	11,1/15/2019,17:16:59	0.000000E+00	4.578807E+00	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.495000E+01	1.359000E+01	1.720000E+01	1.680000E+01	2.000000E+01	2.004000E+01	2.020000E+01	1.970000E+01	1.285000E+01	1.241000E+01	1.720000E+01	1.680000E+01	1.183000E+01	1.500000E+02				
13	17/15/2019,17:19:59	0.000000E+00	6.39977E-02	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.489000E+01	1.358000E+01	1.710000E+01	1.670000E+01	1.989000E+01	1.995000E+01	2.010000E+01	1.960000E+01	1.285000E+01	1.240000E+01	1.710000E+01	1.670000E+01	1.171000E+01	1.500000E+02				
14	1/15/2019,17:22:59	0.000000E+00	-7.011281E+00	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.492000E+01	1.359000E+01	1.710000E+01	1.660000E+01	1.977000E+01	1.987000E+01	2.000000E+01	1.960000E+01	1.287000E+01	1.241000E+01	1.700000E+01	1.670000E+01	1.170000E+01	1.500000E+02				
15	14,1/15/2019,17:25:59	0.000000E+00	-1.397745E+01	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.499000E+01	1.352000E+01	1.700000E+01	1.660000E+01	1.966000E+01	1.983000E+01	1.990000E+01	1.950000E+01	1.285000E+01	1.240000E+01	1.700000E+01	1.660000E+01	1.156000E+01	1.500000E+02				
16	15,1/15/2019,17:28:59	0.000000E+00	-2.483612E+01	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.492000E+01	1.355000E+01	1.700000E+01	1.650000E+01	1.957000E+01	1.972000E+01	1.980000E+01	1.940000E+01	1.285000E+01	1.241000E+01	1.690000E+01	1.660000E+01	1.157000E+01	1.500000E+02				
17	16,1/15/2019,17:31:59	0.000000E+00	-2.804908E+01	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.494000E+01	1.353000E+01	1.690000E+01	1.650000E+01	1.946000E+01	1.965000E+01	1.970000E+01	1.930000E+01	1.284000E+01	1.241000E+01	1.690000E+01	1.650000E+01	1.142000E+01	1.500000E+02				
18	17,1/15/2019,17:34:59	0.000000E+00	-3.394959E+01	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.492000E+01	1.353000E+01	1.690000E+01	1.640000E+01	1.939000E+01	1.960000E+01	1.970000E+01	1.930000E+01	1.285000E+01	1.236000E+01	1.680000E+01	1.650000E+01	1.139000E+01	1.500000E+02				
19	18,1/15/2019,17:37:59	0.000000E+00	-3.764076E+01	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.491000E+01	1.353000E+01	1.680000E+01	1.640000E+01	1.928000E+01	1.953000E+01	1.960000E+01	1.920000E+01	1.279000E+01	1.237000E+01	1.680000E+01	1.640000E+01	1.130000E+01	1.500000E+02				
20	19,1/15/2019,17:40:59	0.000000E+00	-4.323827E+01	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.495000E+01	1.356000E+01	1.670000E+01	1.630000E+01	1.922000E+01	1.952000E+01	1.950000E+01	1.920000E+01	1.281000E+01	1.237000E+01	1.670000E+01	1.640000E+01	1.131000E+01	1.500000E+02				
21	20,1/15/2019,17:43:59	0.000000E+00	-4.717748E+01	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.490000E+01	1.356000E+01	1.670000E+01	1.630000E+01	1.912000E+01	1.949000E+01	1.940000E+01	1.910000E+01	1.280000E+01	1.237000E+01	1.660000E+01	1.630000E+01	1.125000E+01	1.500000E+02				
22	21,1/15/2019,17:46:59	0.000000E+00	-5.101201E+01	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.491000E+01	1.356000E+01	1.660000E+01	1.620000E+01	1.910000E+01	1.939000E+01	1.940000E+01	1.900000E+01	1.281000E+01	1.237000E+01	1.650000E+01	1.630000E+01	1.121000E+01	1.500000E+02				
23	22,1/15/2019,17:49:59	0.000000E+00	-5.300232E+01	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.481000E+01	1.361000E+01	1.660000E+01	1.610000E+01	1.898000E+01	1.937000E+01	1.930000E+01	1.900000E+01	1.281000E+01	1.237000E+01	1.650000E+01	1.620000E+01	1.112000E+01	1.500000E+02				
24	23,1/15/2019,17:52:59	0.000000E+00	-6.083416E+01	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.492000E+01	1.349000E+01	1.650000E+01	1.610000E+01	1.897000E+01	1.929000E+01	1.920000E+01	1.900000E+01	1.281000E+01	1.231000E+01	1.640000E+01	1.620000E+01	1.113000E+01	1.500000E+02				
25	24,1/15/2019,17:55:59	0.000000E+00	-5.925248E+01	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.489000E+01	1.353000E+01	1.640000E+01	1.600000E+01	1.889000E+01	1.926000E+01	1.920000E+01	1.890000E+01	1.281000E+01	1.238000E+01	1.630000E+01	1.610000E+01	1.110000E+01	1.500000E+02				
26	25,1/15/2019,17:58:59	0.000000E+00	-6.478994E+01	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.492000E+01	1.349000E+01	1.640000E+01	1.600000E+01	1.885000E+01	1.923000E+01	1.910000E+01	1.890000E+01	1.280000E+01	1.234000E+01	1.630000E+01	1.610000E+01	1.098000E+01	1.500000E+02				
27	26,1/15/2019,18:01:59	0.000000E+00	-6.39811E+01	-5.834131E+01	0.000000E+00	1.489000E+01	1.345000E+01	1.630000E+01	1.590000E+01	1.880000E+01	1.919000E+01	1.910000E+01	1.880000E+01	1.281000E+01	1.238000E+01	1.620000E+01	1.600000E+01	1.092000E+01	1.500000E+02				

Figura 5 - Fichero CSV del Muestreo del Autómata

Una vez obtenidos los resultados que el PLC inserta en el documento o fichero, hay que proceder a ver qué solución se le puede dar. Además, durante los estudios de TRT debemos facilitar al usuario final una forma cómoda y sencilla de trabajar con las cantidades de información que producen estos estudios.

Entre los diferentes puntos que he considerado, uno de los más importantes es la forma de acceso a esa información. Para que toda la información recogida en el estudio resulte útil, se ha de poder acceder a ella de forma rápida, sencilla, segura y eficaz. En este



trabajo voy a contemplar diferentes formas de acceder a la misma y descartaré algunas de ellas por diferentes motivos que explicaré más adelante.

### 3.1. PLC S7-1200 y Software

Al utilizar la herramienta de SIEMENS, conocida como TIA Portal, me he encontrado con que presenta algún problema. Por ejemplo, uno de los problemas que nos puede perjudicar al usar TIA Portal sería que únicamente es compatible, a día de hoy, con Windows 7 y Windows 8.1 y, desde el pasado año, Windows 10 (Según la versión del TIA Portal). Si añadimos a esto el tema de la cantidad de variables que se pueden controlar a través de la aplicación, cometer cualquier desliz puede generar un error bastante serio.

Este método al final es descartado debido, principalmente, a que este trabajo no trata sobre la programación de autómatas.

### 3.2. Librerías del Fabricante

Este método de acceso a la información necesaria para los experimentos de TRT, resulta ser el más costoso entre todos. El motivo de esto es que se debe realizar una petición a la empresa fabricante, para que desarrolle el software o las librerías necesarias para la obtención de esos datos. Es debido a este sobrecosto por lo que lo he descartado para ser investigado más en profundidad.

### 3.3. Librerías OPEN-SOURCE

En este caso estudiaré la posibilidad de utilizar software “*Open-Source*”, más concretamente qué posibilidades nos ofrece SNAP7.

SNAP7 posee diferentes posibilidades de uso debido a los paquetes que incluye. Esto es dado principalmente a los múltiples lenguajes de programación a los que da soporte esta librería, como son Java, C# y Arduino.

En mi caso me centrare en la librería, creada para Java llamada MOKA-7. Esta librería nos ofrece una gran cantidad de instrucciones y funciones que resultan muy interesantes para mi estudio.

Entre las funciones que voy a utilizar encontramos una función de lectura a los datos. La función que se llama “*ReadArea*”, nos permite leer un área de datos del PLC por medio del cliente. Esta función permite que esos datos leídos puedan ser entradas, salidas, marcas, temporizadores o contadores.

La declaración de esa función es la siguiente:



*ReadArea* (int *Area*, uint16\_t *DBNumber*, uint16\_t *Start*, uint16\_t *Amount*, void \**pUsrData*);

Como se puede ver posee diferentes parámetros en su declaración que pasaré a explicar ahora. El *Area* nos indica a que área de almacenamiento del autómatas vamos a acceder; en este caso existe una tabla donde podemos identificar dependiendo de qué dato quiera ser leído que es lo que debemos incluir en ese parámetro.

Area table

	Value	Mean
<b>S7AreaPE</b>	0x81	Process Inputs.
<b>S7AreaPA</b>	0x82	Process Outputs.
<b>S7AreaMK</b>	0x83	Markers.
<b>S7AreaDB</b>	0x84	DB
<b>S7AreaCT</b>	0x1C	Counters.
<b>S7AreaTM</b>	0x1D	Timers

Figura 6 - Tabla de identificación de Areas

El *DBNumber* (DB → DataBlock) es la identificación numérica de la estructura de datos donde se agrupan grandes cantidades de datos para poder ser manejados de forma eficiente y rápida. En estos bloques de datos se puede realizar una búsqueda sobre un dato en particular si se conoce su identificador, este puede ser de tipo numérico o de tipo alfanumérico. El parámetro *Start* nos indica la posición dentro de la DB a la que queremos acceder, mientras que el siguiente parámetro *Amount* nos indica el tamaño en *words* que queremos leer. El último parámetro nos permite seleccionar un *buffer* por medio de un puntero donde extraeremos los datos leídos. En mi caso el *buffer* declarado es de 64 Kilobytes (KB); estos 64KB son suficiente para las pruebas realizadas.

A continuación, muestro diferentes ejemplos de la función para acceder a diferentes variables del autómatas:

```
Client.ReadArea(S7.S7AreaMK, DBSample, 2, 1, Buffer);
Client.ReadArea(S7.S7AreaMK, DBSample, 64, 2, Buffer);
Client.ReadArea(S7.S7AreaMK, DBSample, 24, 4, Buffer);
```

Como mencioné en la explicación anterior podemos comprobar que todas estas funciones accederían al área de las marcas. La primera declaración accede a la marca %M2.X que es de tipo Byte. La segunda es a una marca %MW64 de tipo *Word*. Y la última accede a la marca %MD24 que posee un tipo *DWord*. Como podemos observar en la misma declaración de cada una de ellas, el parámetro *Amount* identifica el tamaño de cada una de las marcas, respectivamente 1, 2 y 4 que se corresponden a los tipos de dato Byte, *Word* y *DWord*.

En mis pruebas, para verificar que el dato al que se accede corresponde con el valor que muestrea el autómatas cada cierto tiempo, debo extraer el valor del dato que se lee para



verificar que es correcto. Esto se realiza actuando sobre el *buffer* declarado en cada una de las funciones anteriores. La librería MOKA-7 nos provee de otras funciones de ayuda con la sintaxis:

```
S7.GetBitAt(Buffer, 0, 3)
S7.GetWordAt(Buffer, 0)
S7.GetDWordAt(Buffer, 0)
```

Cada una de estas funciones se corresponde respectivamente con una de las anteriores. De esta forma comprobamos que los valores leídos y almacenados en el buffer son realmente los que nos interesan.

### 3.4. “Web-Scraping”

Para la prueba que he realizado de “*Scraping*” he tenido que considerar que lenguaje de programación era necesario. En este caso he realizado una prueba por medio de Java.

Por medio de esta prueba he comprobado que se puede acceder a la información del servidor Web integrado en el autómata y extraer en pantalla los nombres de las variables y el valor de la misma.

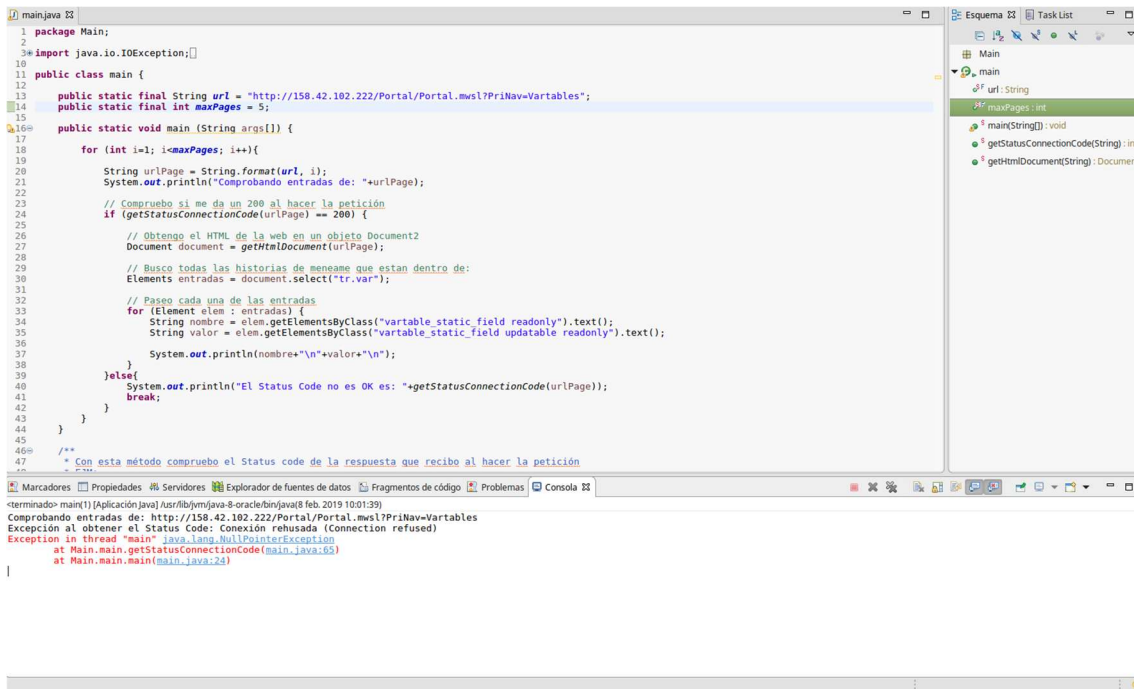
Para la prueba he utilizado una librería conocida como JSoup [14], la cual me permite manejar y extraer el código HTML de cualquier página web.

Ahora mostrare una versión resumida de que realmente el acceso se ha cumplido por medio de un sencillo código y la librería JSoup.

La siguiente imagen muestra el intento de acceso para hacer “*Scraping*” al servidor web del autómata sin contar con el acceso a la red donde este mismo está situado.



## Estudio práctico de utilización de tecnologías web como soporte a la Industria 4.0

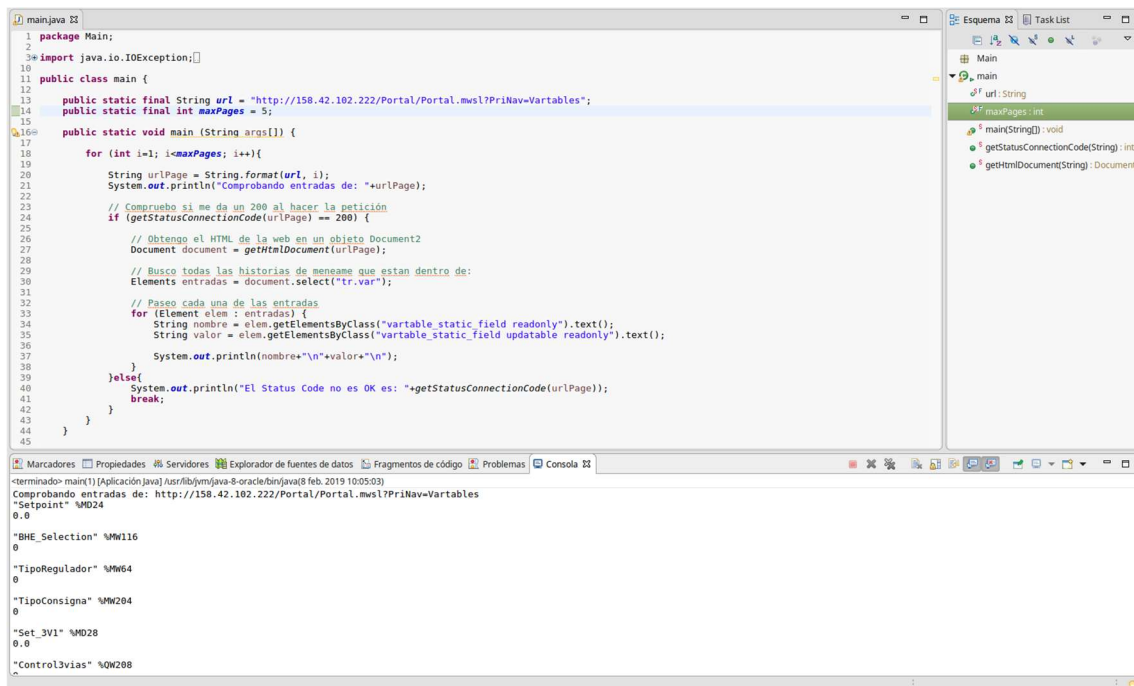


```
1 package Main;
2
3 import java.io.IOException;
4
5 public class Main {
6
7     public static final String url = "http://158.42.102.222/Portal/Portal.mws1?PriNav=Vartables";
8     public static final int maxPages = 5;
9
10    public static void main (String args[]) {
11
12        for (int i=1; i<maxPages; i++){
13
14            String urlPage = String.format(url, i);
15            System.out.println("Comprobando entradas de: "+urlPage);
16
17            // Compruebo si me da un 200 al hacer la petición
18            if (getStatusConnectionCode(urlPage) == 200) {
19
20                // Obtengo el HTML de la web en un objeto Document2
21                Document document = getHtmlDocument(urlPage);
22
23                // Busco todas las historias de menamee que estan dentro de:
24                Elements entradas = document.select("tr.var*");
25
26                // Paseo cada una de las entradas
27                for (Element elem : entradas) {
28                    String nombre = elem.getElementsByClass("variable_static_field readonly").text();
29                    String valor = elem.getElementsByClass("variable_static_field updatable readonly").text();
30
31                    System.out.println(nombre+"\n"+valor+"\n");
32                }
33            }
34            else{
35                System.out.println("El Status Code no es OK es: "+getStatusConnectionCode(urlPage));
36                break;
37            }
38        }
39    }
40
41    /**
42     * Con esta método compruebo el Status code de la respuesta que recibo al hacer la petición
43     */
44 }
45
```

Console output:  
Comprobando entradas de: http://158.42.102.222/Portal/Portal.mws1?PriNav=Vartables  
Excepción al obtener el Status Code: Conexión rehusada (Connection refused)  
Exception in thread "main" java.lang.NullPointerException  
at Main.main.getStatusConnectionCode(Main.java:65)  
at Main.main.main(Main.java:24)

Figura 7 - Intento de acceso Web-Scraping (SIN VPN)

Tras establecer un puente por medio de una conexión VPN a la red de la UPV, realizamos de nuevo el acceso y la extracción de los datos del servidor web del autómata. Dando como resultado un listado de las variables con su valor.

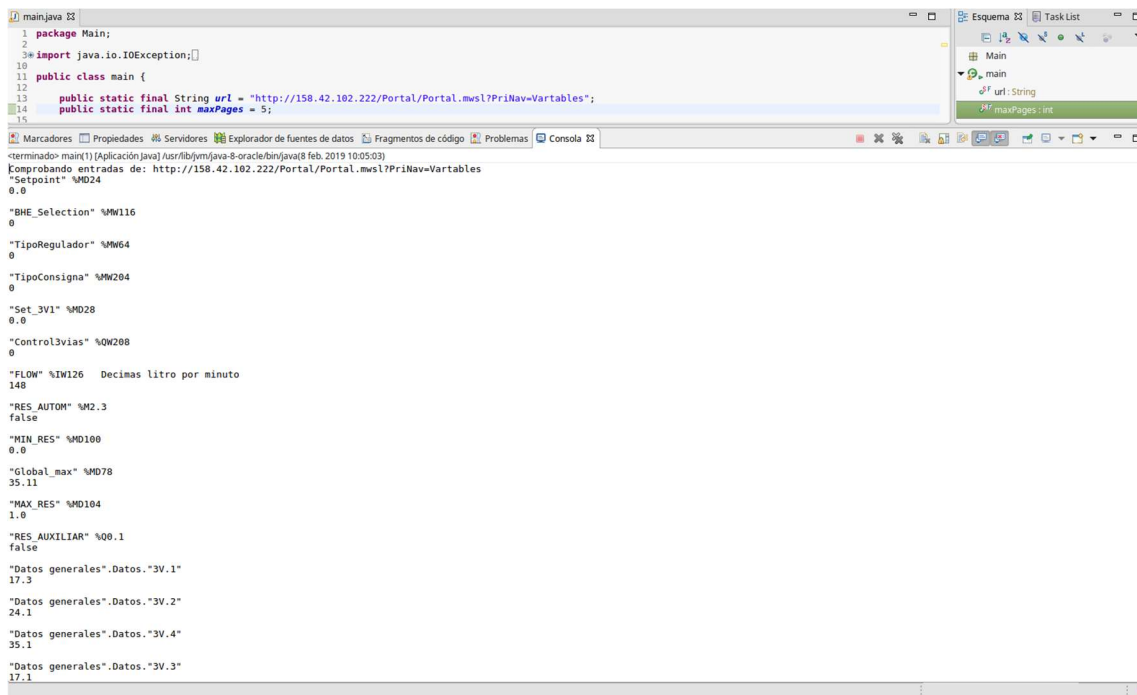


```
1 package Main;
2
3 import java.io.IOException;
4
5 public class Main {
6
7     public static final String url = "http://158.42.102.222/Portal/Portal.mws1?PriNav=Vartables";
8     public static final int maxPages = 5;
9
10    public static void main (String args[]) {
11
12        for (int i=1; i<maxPages; i++){
13
14            String urlPage = String.format(url, i);
15            System.out.println("Comprobando entradas de: "+urlPage);
16
17            // Compruebo si me da un 200 al hacer la petición
18            if (getStatusConnectionCode(urlPage) == 200) {
19
20                // Obtengo el HTML de la web en un objeto Document2
21                Document document = getHtmlDocument(urlPage);
22
23                // Busco todas las historias de menamee que estan dentro de:
24                Elements entradas = document.select("tr.var*");
25
26                // Paseo cada una de las entradas
27                for (Element elem : entradas) {
28                    String nombre = elem.getElementsByClass("variable_static_field readonly").text();
29                    String valor = elem.getElementsByClass("variable_static_field updatable readonly").text();
30
31                    System.out.println(nombre+"\n"+valor+"\n");
32                }
33            }
34            else{
35                System.out.println("El Status Code no es OK es: "+getStatusConnectionCode(urlPage));
36                break;
37            }
38        }
39    }
40
41    /**
42     * Con esta método compruebo el Status code de la respuesta que recibo al hacer la petición
43     */
44 }
45
```

Console output:  
Comprobando entradas de: http://158.42.102.222/Portal/Portal.mws1?PriNav=Vartables  
"Setpoint" %MD24  
0.0  
"BHE\_Selection" %MW116  
0  
"TipoRegulador" %MW64  
0  
"TipoConsigna" %MW204  
0  
"Set\_3VI" %MD28  
0.0  
"Control3vias" %QW208

Figura 8 - Acceso Web-Scraping (Con VPN)





```
1 package Main;
2
3 import java.io.IOException;
4
5
6
7
8
9
10 public class main {
11
12
13     public static final String url = "http://158.42.102.222/Portal/Portal.mwsl?PriNav=Vartables";
14     public static final int maxPages = 5;
15 }

<terminado> main[1] (Aplicación java) Jusrflbyvmjava-8-oracle/bin/java@ Feb. 2019 10:05:03
Comprobando entradas de: http://158.42.102.222/Portal/Portal.mwsl?PriNav=Vartables
"Setpoint" %MD24
0.0
"BHE_Selection" %MW116
0
"TipoRegulador" %MW64
0
"TipoConsigna" %MW204
0
"Set_3V1" %MD28
0.0
"Control3vias" %QW208
0
"FLOW" %IW126 Decimas litro por minuto
148
"RES_AUTOM" %M2.3
false
"MIN_RES" %MD100
0.0
"Global_max" %MD78
35.11
"MAX_RES" %MD104
1.0
"RES_AUXILIAR" %00.1
false
"Datos generales".Datos."3V.1"
17.3
"Datos generales".Datos."3V.2"
24.1
"Datos generales".Datos."3V.4"
35.1
"Datos generales".Datos."3V.3"
17.1
```

Figura 9 -Muestreo variables Web-Scraping (Con VPN)



## 4. Resultados

Tras explicar los métodos que he usado para las pruebas de acceso a los datos de los experimentos de TRT, ahora mostraré los resultados de los mismos. Para ello he tenido en consideración el acceso a diferentes cantidades de datos, en los diferentes métodos que he empleado. De esta forma paso a enumerar los tipos de experimentos que he realizado.

Para las diferentes pruebas he tenido en consideración el número de datos o bytes a los que tenía intención de acceder, para ver qué tiempo de respuesta obtenía por cada medio.

Los experimentos que he realizado han sido de acceso a un dato de tipo Byte, a un dato de tipo Word, a otro dato de Tipo DWord. Tras estos tres experimentos he realizado dos experimentos adicionales de acceso a una lista que incluía un dato de cada tipo y a otro experimento que incluía un total de 26 datos (desglosados estos de forma que eran 3 datos de tipo Byte, 7 de tipo Word y los últimos 16 de tipo DWord).

El listado de las variables que he utilizado para estos experimentos son los siguientes:

BYTE	WORD	D-WORD
%M2.4	%MW64	%MD24
%M3.7	%MW84	%MD28
%M8.2	%MW90	%MD40
	%MW92	%MD48
	%MW94	%MD60
	%MW116	%MD72
	%MW204	%MD74
		%MD78
		%MD96
		%MD100
		%MD104
		%MD132
		%MD136
		%MD140
		%MD164
		%MD206
1 Byte	2 Bytes	4 Bytes

Figura 10 -Listado de variables para los experimentos

### 4.1. Experimentos de acceso





Para realizar los experimentos he tomado algunos de los datos que constantemente se obtienen en las instalaciones y, por medio del código, he obtenido los tiempos de acceso a esos datos. Utilizando estos datos he podido calcular la media, la desviación estándar y la distribución normal de esa parte del experimento. En los siguientes ejemplos podemos apreciar el tiempo medio de acceso a dichos datos y las diferencias de tiempos según el método aplicado. Tras obtener los resultados, éstos se muestran en una gráfica de dispersión, conocido como la campana de Gauss.

### Experimento 1

En el primer experimento he realizado seis pruebas de acceso a un mismo dato; tres de ellas por medio de acceso web y las otras tres por medio de MOKA-7. Cada prueba de acceso consta de veinte accesos consecutivos a ese mismo dato. Los resultados los podemos ver reflejados en la tabla; a partir de ellos obtenemos la media y la desviación estándar de cada prueba por medio de un fichero Excel.

Prueba Acceso WEB				Prueba Acceso MOKA-7					
Tamaño del dato:	1	Byte	2	3	Tamaño del dato:	1	2	3	
Tiempo:	44	48	49	ms	Tiempo:	21	30	37	ms
Tiempo:	46	49	50	ms	Tiempo:	21	30	33	ms
Tiempo:	44	56	49	ms	Tiempo:	22	32	30	ms
Tiempo:	47	47	48	ms	Tiempo:	20	33	36	ms
Tiempo:	47	50	55	ms	Tiempo:	23	32	33	ms
Tiempo:	47	49	47	ms	Tiempo:	21	27	34	ms
Tiempo:	46	47	54	ms	Tiempo:	21	30	34	ms
Tiempo:	47	48	49	ms	Tiempo:	24	31	33	ms
Tiempo:	48	52	50	ms	Tiempo:	23	27	33	ms
Tiempo:	48	49	47	ms	Tiempo:	23	29	32	ms
Tiempo:	51	48	49	ms	Tiempo:	23	29	29	ms
Tiempo:	45	46	50	ms	Tiempo:	21	30	34	ms
Tiempo:	47	50	51	ms	Tiempo:	23	29	31	ms
Tiempo:	48	49	49	ms	Tiempo:	22	28	34	ms
Tiempo:	51	52	50	ms	Tiempo:	21	29	30	ms
Tiempo:	45	51	51	ms	Tiempo:	22	31	30	ms
Tiempo:	46	48	51	ms	Tiempo:	21	32	38	ms
Tiempo:	47	51	49	ms	Tiempo:	21	33	30	ms
Tiempo:	47	49	52	ms	Tiempo:	21	31	32	ms
Tiempo:	50	52	48	ms	Tiempo:	21	31	30	ms

Figura 11 -Tiempos de acceso a dato (Tipo Byte)

Como se puede observar en este primer experimento, el tiempo de acceso por medio de la Web es claramente más alto que el acceso por medio de MOKA-7; a pesar de que el acceso por medio de la Web es más regular que el acceso por medio de MOKA-7; lo mismo ocurre con la desviación estándar.



MEDIAS	DESVIACION ESTANDAR	
47,05	1,9594575	1
49,55	2,30502883	
49,9	2,04939015	
21,75	1,06992376	2
30,2	1,7651599	
32,65	2,49789385	

Figura 12 -Cálculo de Media y Desviación Estándar (Dato tipo Byte)

Un poco más abajo, en la campana de Gauss, podemos ver la representación gráfica de estos resultados. Estos cálculos de la distribución normal de cada prueba también los realizo en un fichero Excel. Y como podemos observar en la gráfica, las pruebas numeradas del número 1 al 3 corresponden al acceso por medio WEB, mientras que las pruebas numeradas del 4 al 6 corresponden al acceso por medio del MOKA-7. Hay que tener en cuenta que tanto las pruebas 1 y 4 de la gráfica, muestran los tiempos de acceso al dato sin carga de trabajo. Mientras que las otras pruebas muestran el acceso a ese mismo dato cuando se estaba realizando un experimento.

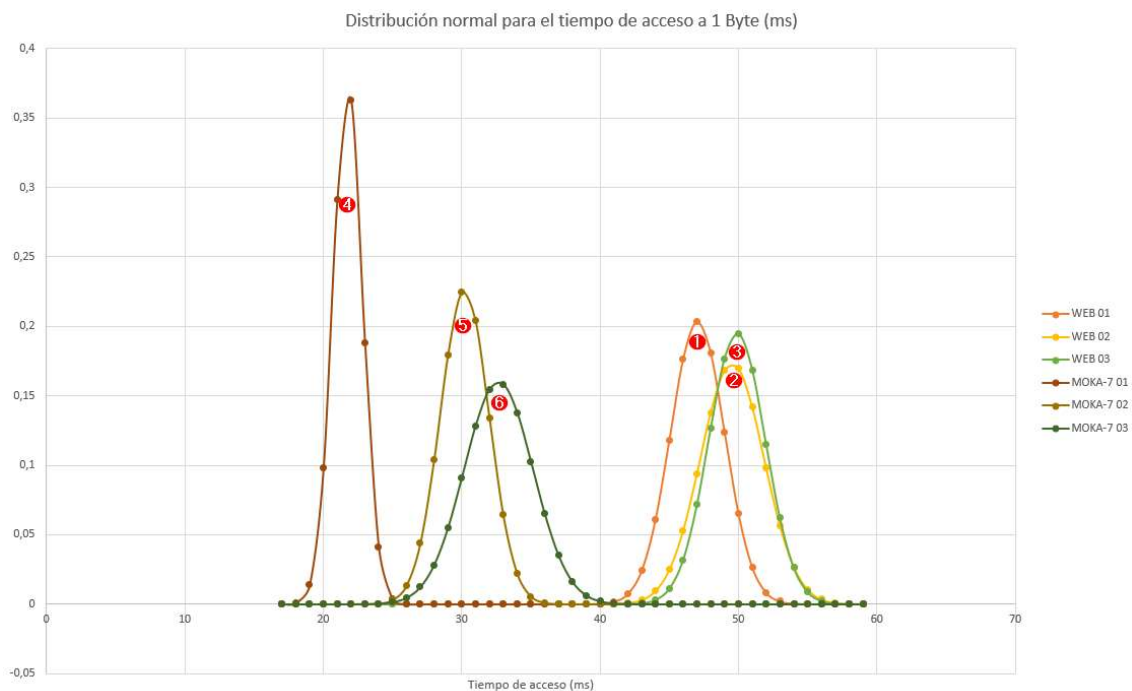


Figura 13 - Gráfico Campana de Gauss (Dato tipo Byte)

## Experimento 2

En este segundo experimento he vuelto a realizar las mismas seis pruebas de acceso a un mismo dato, aunque en este caso el acceso a sido a un dato de tipo Word.

Prueba Acceso WEB				Prueba Acceso MOKA-7					
Tamaño del dato:	1	2	3	Tamaño del dato:	2	3	4		
Tiempo:	47	46	48	ms	Tiempo:	23	29	31	ms
Tiempo:	45	49	53	ms	Tiempo:	21	31	29	ms
Tiempo:	49	50	54	ms	Tiempo:	21	28	30	ms
Tiempo:	46	50	51	ms	Tiempo:	22	32	35	ms
Tiempo:	47	54	56	ms	Tiempo:	22	33	39	ms
Tiempo:	46	47	49	ms	Tiempo:	22	33	27	ms
Tiempo:	47	45	47	ms	Tiempo:	22	32	27	ms
Tiempo:	48	48	50	ms	Tiempo:	22	31	28	ms
Tiempo:	44	50	53	ms	Tiempo:	24	29	28	ms
Tiempo:	44	51	49	ms	Tiempo:	23	30	28	ms
Tiempo:	47	44	47	ms	Tiempo:	22	31	29	ms
Tiempo:	47	51	50	ms	Tiempo:	22	29	30	ms
Tiempo:	47	49	52	ms	Tiempo:	24	31	26	ms
Tiempo:	48	47	46	ms	Tiempo:	22	31	28	ms
Tiempo:	44	51	53	ms	Tiempo:	21	31	31	ms
Tiempo:	50	50	54	ms	Tiempo:	22	23	32	ms
Tiempo:	46	49	54	ms	Tiempo:	23	28	30	ms
Tiempo:	45	48	50	ms	Tiempo:	22	29	28	ms
Tiempo:	49	52	47	ms	Tiempo:	27	30	30	ms
Tiempo:	50	55	55	ms	Tiempo:	28	32	36	ms

Figura 14 - Tiempos de acceso a dato (Tipo Word)

Como se observa en este segundo experimento, se repite el mismo resultado que en nuestro primer experimento. Aunque existe una variación muy leve en cuanto a los tiempos de acceso.

MEDIAS	DESVIACION ESTANDAR	
46,8	1,852452144	1
49,3	2,754899941	
50,9	3,024461675	
22,75	1,831737743	2
30,15	2,254235779	
30,1	3,275105462	

Figura 15 -Cálculo de Media y Desviación Estándar (Dato tipo Word)

Un poco más abajo, en la campana de Gauss, podemos ver la representación gráfica de estos resultados. Estos cálculos de la distribución normal de cada prueba también los



realizo en el fichero Excel. Y como podemos observar en la gráfica resultante, se muestra una gran similitud con los resultados del primer experimento.

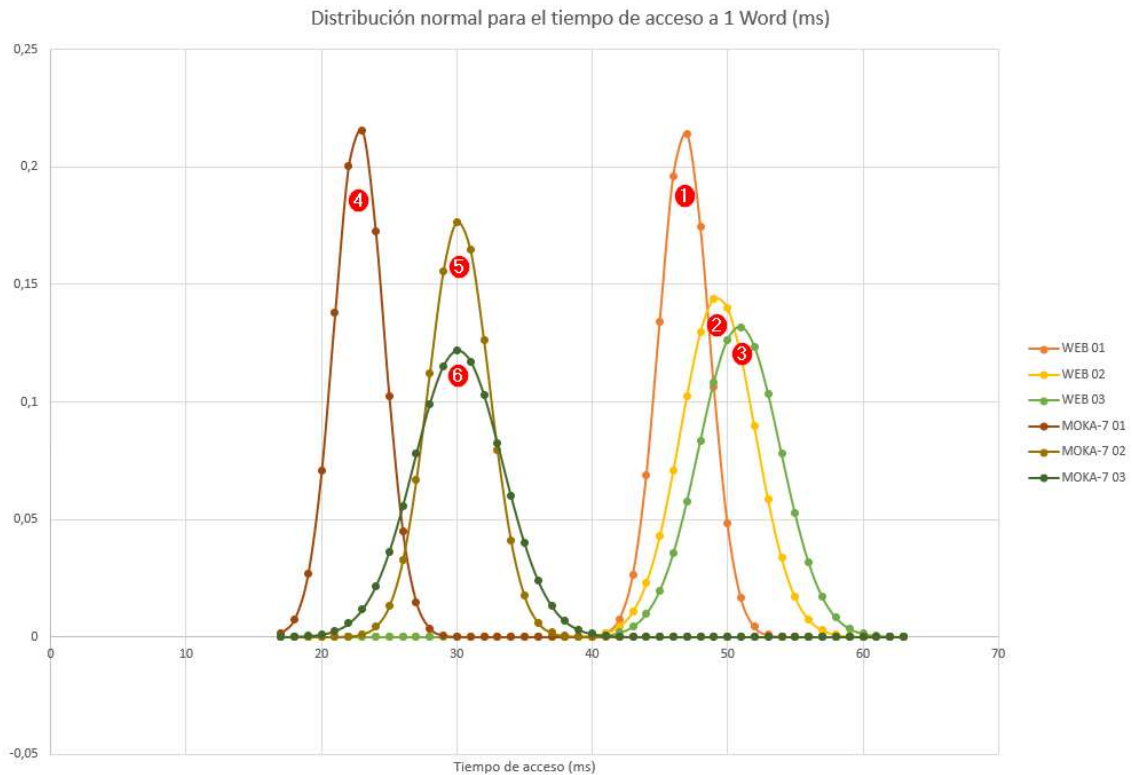


Figura 16 - Gráfico Campana de Gauss (Dato tipo Word)

### Experimento 3

En mi tercer experimento con el acceso a un dato de tipo DWord, se observa como los resultados siguen siendo muy similares a los obtenidos en los dos experimentos anteriores. Las pruebas de acceso por medio de WEB son más lentas que el acceso por medio del MOKA-7.

Prueba Acceso WEB					Prueba Acceso MOKA-7				
Tamaño del dato:	1	Dword			Tamaño del dato:	2	Dword		
	1	2	3		1	2	3		
Tiempo:	50	47	51	ms	Tiempo:	21	31	29	ms
Tiempo:	46	49	51	ms	Tiempo:	22	28	33	ms
Tiempo:	44	56	52	ms	Tiempo:	21	29	31	ms
Tiempo:	46	51	48	ms	Tiempo:	21	34	35	ms
Tiempo:	44	58	56	ms	Tiempo:	21	33	33	ms
Tiempo:	47	48	49	ms	Tiempo:	23	32	31	ms
Tiempo:	45	58	53	ms	Tiempo:	21	29	28	ms
Tiempo:	48	49	51	ms	Tiempo:	23	37	32	ms
Tiempo:	45	49	52	ms	Tiempo:	21	29	33	ms
Tiempo:	47	48	52	ms	Tiempo:	21	30	31	ms
Tiempo:	46	51	50	ms	Tiempo:	23	29	34	ms
Tiempo:	48	53	52	ms	Tiempo:	29	31	29	ms
Tiempo:	45	50	57	ms	Tiempo:	21	29	31	ms
Tiempo:	48	50	50	ms	Tiempo:	23	25	28	ms
Tiempo:	47	50	49	ms	Tiempo:	24	27	31	ms
Tiempo:	47	51	49	ms	Tiempo:	21	29	33	ms
Tiempo:	45	52	51	ms	Tiempo:	21	28	32	ms
Tiempo:	47	53	49	ms	Tiempo:	22	28	39	ms
Tiempo:	47	51	50	ms	Tiempo:	21	32	33	ms
Tiempo:	44	47	53	ms	Tiempo:	21	30	33	ms

Figura 17 - Tiempos de acceso a dato (Tipo D-Word)

Por medio del fichero Excel puedo mostrar como los valores del tiempo de acceso a un dato en este tercer experimento es bastante similar a los de los dos anteriores, aunque la desviación estándar de los experimentos comienza a mostrar un cambio más sustancial.

MEDIAS	DESVIACION ESTANDAR	
46,3	1,592746717	
51,05	3,219594613	1
51,25	2,291287847	
22,05	1,904979624	
30	2,675424216	2
31,95	2,543826376	

Figura 18 - Cálculo de Media y Desviación Estándar (Dato tipo D-Word)

Como observamos también en la gráfica, las pruebas de acceso 1 y 4 se encuentran levemente desplazadas en el tiempo ya que como en todos los experimentos realizados el tiempo de acceso se extrae cuando no existe la realización de un experimento en el Test-Site. Como se puede ver hay una leve variación con las otras pruebas realizadas.



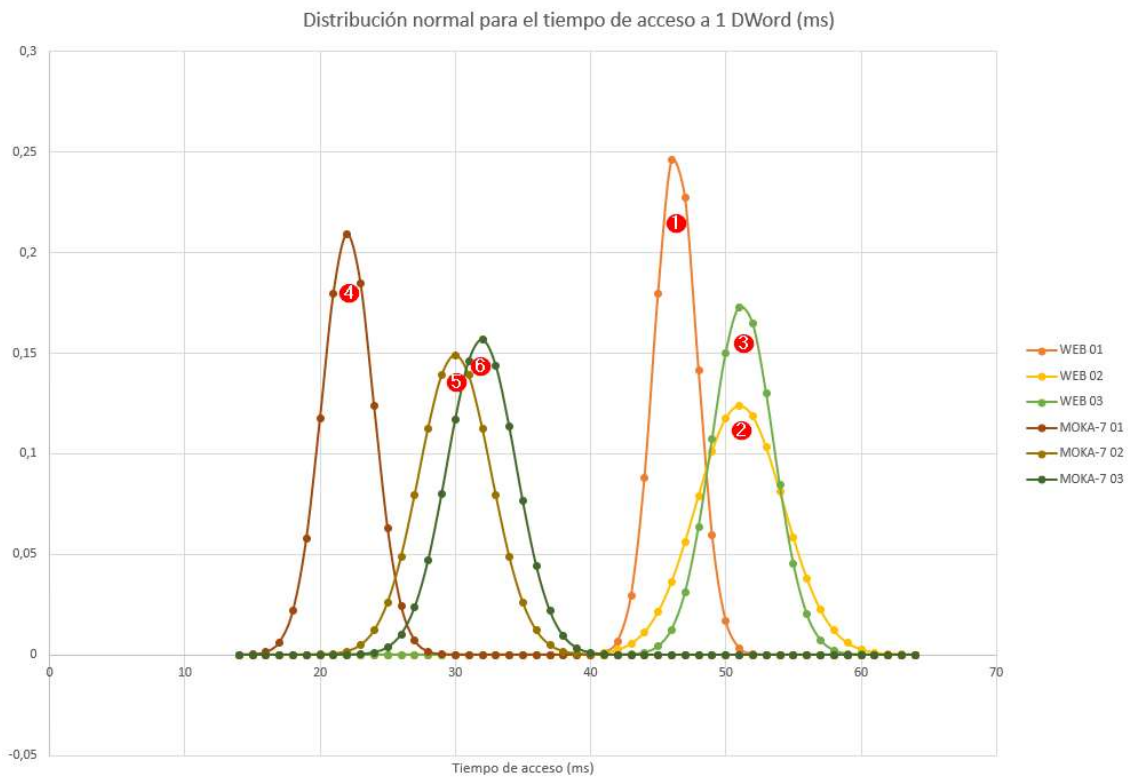


Figura 19 - Gráfico Campana de Gauss (Dato tipo D-Word)

#### Experimento 4

En este cuarto experimento, al acceder a tres datos simultáneos, uno de cada uno de los tipos anteriormente mencionados (como son un dato de tipo Byte, dato de tipo Word y dato de tipo DWord) vemos el incremento del tiempo de la respuesta de los sistemas. Siendo claramente obvio como en el caso del acceso por medio del MOKA-7 se ha elevado considerablemente este.

Prueba Acceso WEB				Prueba Acceso MOKA-7					
Tamaño del dato:	1	2	3	Tamaño del dato:	2	3	4		
	Byte+Word+Dword				Byte+Word+Dword				
Tiempo:	51	50	57	ms	Tiempo:	67	87	91	ms
Tiempo:	46	62	53	ms	Tiempo:	64	95	94	ms
Tiempo:	48	63	51	ms	Tiempo:	65	98	97	ms
Tiempo:	48	49	59	ms	Tiempo:	66	94	97	ms
Tiempo:	49	54	52	ms	Tiempo:	66	100	95	ms
Tiempo:	47	50	51	ms	Tiempo:	63	92	97	ms
Tiempo:	47	54	56	ms	Tiempo:	64	94	95	ms
Tiempo:	57	53	52	ms	Tiempo:	65	94	95	ms
Tiempo:	49	54	51	ms	Tiempo:	63	97	90	ms
Tiempo:	47	49	51	ms	Tiempo:	65	94	101	ms
Tiempo:	51	52	54	ms	Tiempo:	63	92	95	ms
Tiempo:	50	55	53	ms	Tiempo:	64	90	100	ms
Tiempo:	50	68	53	ms	Tiempo:	66	87	97	ms
Tiempo:	48	52	56	ms	Tiempo:	65	88	87	ms
Tiempo:	47	60	52	ms	Tiempo:	64	88	93	ms
Tiempo:	47	52	56	ms	Tiempo:	64	90	94	ms
Tiempo:	50	57	54	ms	Tiempo:	65	93	93	ms
Tiempo:	51	51	68	ms	Tiempo:	63	92	90	ms
Tiempo:	47	53	51	ms	Tiempo:	68	82	87	ms
Tiempo:	49	49	49	ms	Tiempo:	65	89	94	ms

Figura 20 - Tiempos de acceso a datos (1 Tipo dato Byte + 1 Tipo dato Word + 1 Tipo D-Word)

Al observar estos resultados, que muestran el incremento del tiempo de acceso del uso de este medio con respecto al acceso por medio WEB, puedo intuir que el acceso por medio de MOKA-7 va a reducir su eficacia con el incremento de datos a analizar.

MEDIAS	DESVIACION ESTANDAR	
48,95	2,459674775	1
54,35	5,20399644	
53,95	4,148239957	
64,75	1,371706582	2
91,8	4,287067456	
94,1	3,740250484	

Figura 21 - Cálculo de Media y Desviación Estándar (1 Tipo dato Byte + 1 Tipo dato Word + 1 Tipo D-Word)

En la gráfica y en la imagen anterior podemos ver como las medias de los tiempos de acceso se han incrementado considerablemente. Y de forma similar, en las pruebas 1 y 4 respectivamente que es cuando no existía una carga en el sistema por la realización de un experimento, estos valores eran próximos.



Pero al realizar el acceso cuando se está realizando un experimento en el lugar de investigación, los tiempos se disparan en el acceso por medio del MOKA-7. A pesar de que seguimos hablando de un tiempo de respuesta en milisegundos.

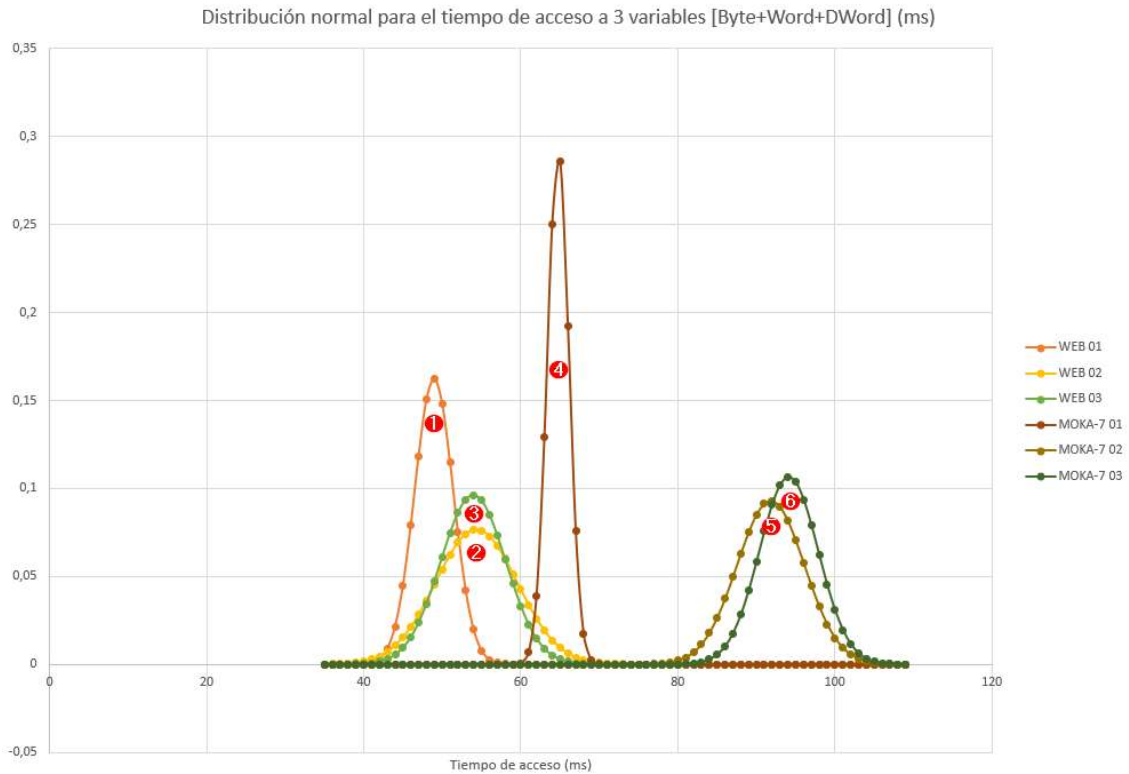


Figura 22 - Gráfico Campana de Gauss (1 Tipo dato Byte + 1 Tipo dato Word + 1 Tipo D-Word)

### Experimento 5

Por último, en el quinto experimento vemos como los tiempos ya son sustancialmente mayores. Esto se debe a que el acceso ya no es a un dato ni a tres, si no que el acceso en este experimento es a un listado compuesto de 26 variables de los tipos antes mencionados (Byte, Word y DWord). En este experimento las medias de acceso al listado de variables pasa a tomar un valor más elevado, aunque si comparamos el acceso por medio de WEB y el acceso por medio de MOKA-7 podemos ver que los tiempos en MOKA-7 se han incrementado considerablemente más que al acceder por medio de WEB.



Prueba Acceso WEB					Prueba Acceso MOKA-7				
Tamaño del dato:	1	Lista	2		Tamaño del dato:	2	Lista	3	
Tiempo:	144	156	162	ms	Tiempo:	565	774	833	ms
Tiempo:	147	155	166	ms	Tiempo:	670	776	825	ms
Tiempo:	135	155	166	ms	Tiempo:	689	835	825	ms
Tiempo:	146	167	150	ms	Tiempo:	575	796	714	ms
Tiempo:	139	161	177	ms	Tiempo:	584	801	816	ms
Tiempo:	140	154	152	ms	Tiempo:	576	798	808	ms
Tiempo:	156	157	166	ms	Tiempo:	576	799	810	ms
Tiempo:	155	148	176	ms	Tiempo:	581	800	823	ms
Tiempo:	178	155	165	ms	Tiempo:	578	798	809	ms
Tiempo:	171	194	165	ms	Tiempo:	568	793	813	ms
Tiempo:	143	174	169	ms	Tiempo:	572	823	787	ms
Tiempo:	158	182	180	ms	Tiempo:	565	841	777	ms
Tiempo:	140	175	176	ms	Tiempo:	581	816	794	ms
Tiempo:	150	176	175	ms	Tiempo:	578	802	808	ms
Tiempo:	162	169	167	ms	Tiempo:	589	800	800	ms
Tiempo:	147	169	174	ms	Tiempo:	586	791	799	ms
Tiempo:	159	162	155	ms	Tiempo:	581	802	774	ms
Tiempo:	149	173	173	ms	Tiempo:	583	792	838	ms
Tiempo:	140	165	157	ms	Tiempo:	575	814	795	ms
Tiempo:	143	157	160	ms	Tiempo:	643	790	838	ms

Figura 23 - Tiempos de acceso a datos (Lista de Variables)

MEDIAS	DESVIACION ESTANDAR	
150,1	11,21512137	1
165,2	11,41374979	
166,55	8,65402249	
590,75	34,43663135	2
802,05	16,83190892	
804,3	28,05276982	

Figura 24 - Cálculo de Media y Desviación Estándar (Lista de Variables)



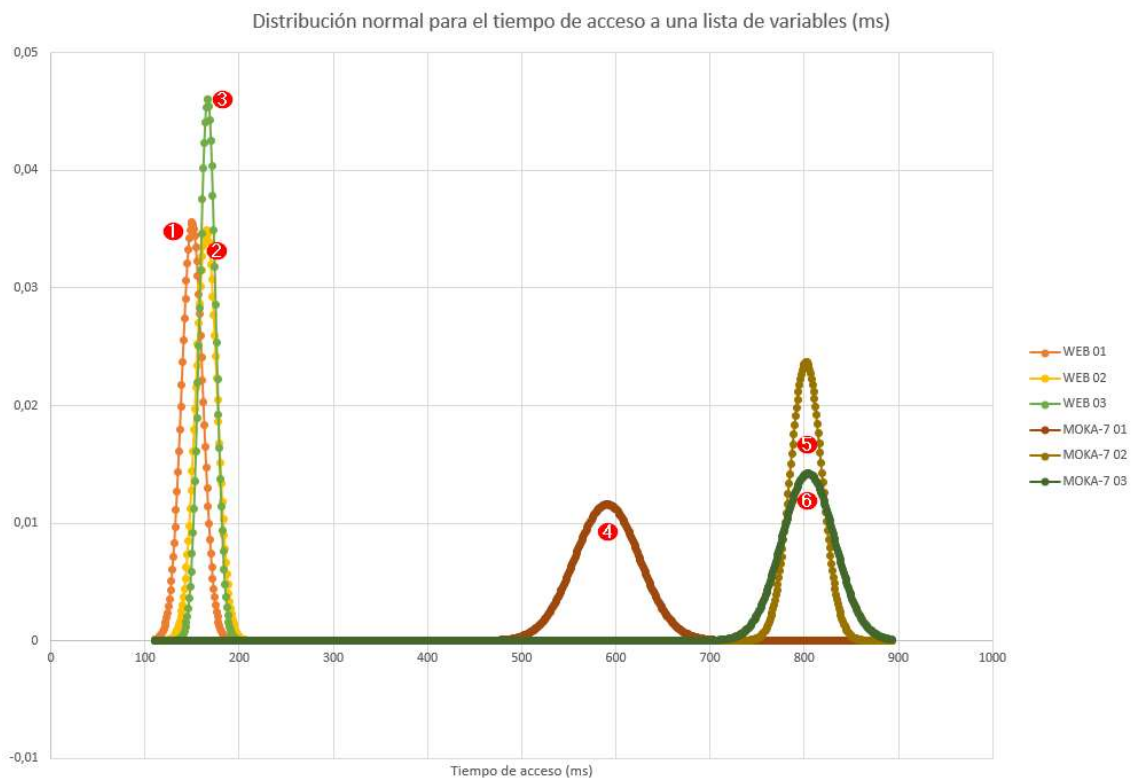


Figura 25 - Gráfico Campana de Gauss (Lista de Variables)

Como se he podido observar en todos los experimentos realizados, el tipo de acceso a los datos empleado ofrece unos resultados diferentes a partir de cierta cantidad de datos. Ahora pasare a mostrar, en un diagrama de dispersión, los resultados de todos los experimentos para ver que evolución poseen.

Se puede distinguir claramente como la evolución del uso de WEB para la obtención de los datos sigue prácticamente una secuencia lineal; mientras el acceso a estos datos por medio del MOKA-7, a pesar de comenzar con unos resultados menores a los del acceso WEB, sigue una secuencia exponencial según aumenta la cantidad de datos a obtener



## 5. Casos de Uso y Presupuesto

---

### 5.1. Casos de Uso

En este apartado voy a explicar los casos de uso en los que he centrado mi estudio y procederé a comentarlos a continuación. Todos ellos forman parte de la interacción del usuario con la instalación.

Un primer caso será cuando el usuario tenga que acceder al autómata. Esto se realizará por medio del acceso a la dirección de internet donde se ubica el sistema y haciendo “login”.

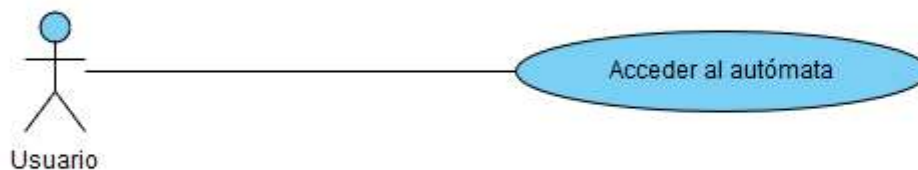


Figura 27 - Caso de uso de "Acceso"

En un segundo caso, una vez el usuario haya conectado con el autómata, este dispondrá de acceso a diferentes apartados; donde podrá escoger entre:

**Tablas de observación:** el usuario podrá visualizar una tabla, dónde aparecen todas las variables que el autómata está monitorizando con el nombre de cada variable, su dirección en los bloques de memoria del autómata, el formato en el que se visualiza la salida de la variable y el valor de la misma teniendo en cuenta el formato.

**Navegador de archivos:** el usuario tendrá acceso a los “Logs” que ha generado el autómata con los valores de las variables en un fichero con formato .csv.

**Páginas de usuario:** el usuario tendrá acceso al servidor web que posee el autómata.

**Estado de variables:** el usuario podrá acceder a las variables que se controlan en la instalación, desde este caso de uso, podrá acceder para visualizar una única variable o consultar en un listado aquellas en las que tenga interés.

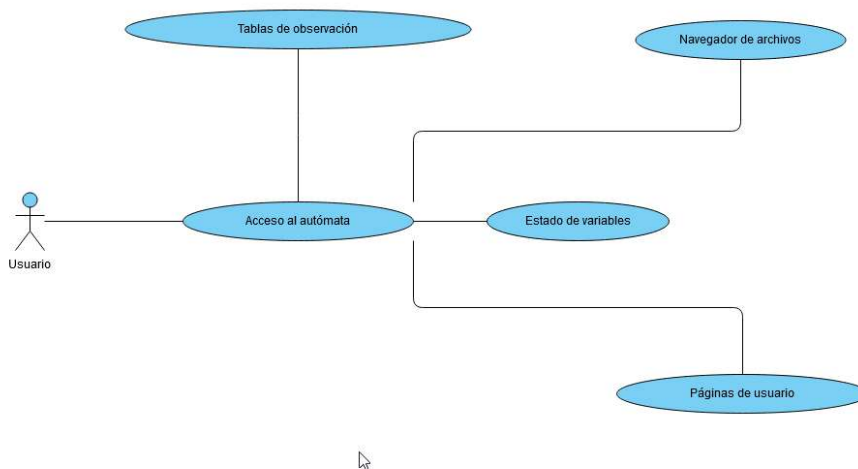


Figura 28 - Caso de uso de "Opciones tras el acceso"

Cuando el usuario ha conectado al servidor web que posee el autómata, se puede visualizar un nuevo caso de uso.

En este caso:

**Consultar gráficas:** el usuario podrá observar unas gráficas en tiempo real de los resultados del experimento.

**Consultar el diagrama de la instalación:** el usuario podrá observar un diagrama a tiempo real de la instalación dónde aparecera el valor actual en ese momento en cada uno de los dispositivos de medición o señales.

**Consultar tabla de variables:** el usuario podra disponer de una tabla dónde se indicarán las variables que se estn midiendo con respecto al diagrama de la instalación junto con su valor.

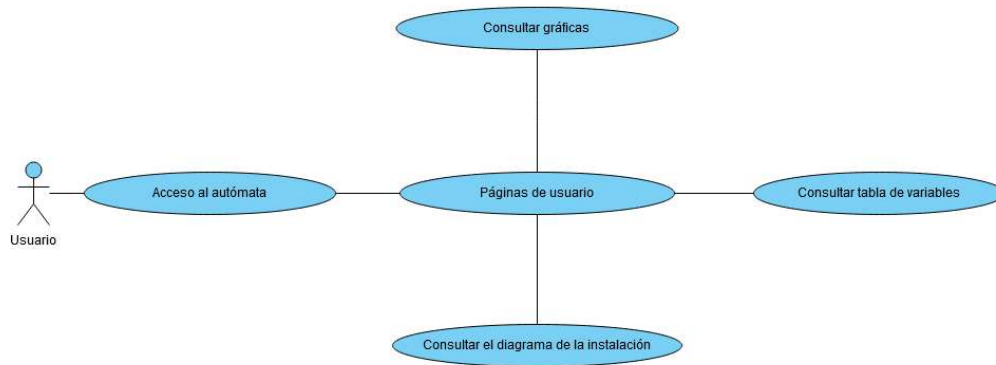


Figura 29 - Caso de uso de "Servidor WEB"

## 5.2. Presupuesto

En esta sección voy a presentar una estimación del presupuesto teniendo en cuenta tanto la investigación realizada, como el desarrollo del programa en sí, así como todos los trabajos administrativos realizados. He tenido en cuenta únicamente el tiempo empleado. Lo que no he tenido en cuenta, es el uso de equipos, la energía utilizada y demás variables que deberían considerarse a la hora de realizar un presupuesto formal, ya que desconozco estos datos.

Para un presupuesto más completo se debería tener en cuenta varios apartados, como son el coste de la instalación, mantenimiento de la misma, software, hardware, etc. Como esto es un apartado ajeno a este TFG y ya se dispone de la instalación, me centrare particularmente en el coste que tendría el trabajo realizado por la investigación + desarrollo, junto con las pruebas realizadas.

A la hora de realizar el presupuesto, he adaptado los tiempos a los que se corresponden con los créditos de un TFG. En este caso el tiempo empleado en los análisis, investigaciones y pruebas lo he contabilizado como 120 horas. Por lo que si estipulamos un coste de precio/hora de 40 €, el coste de la investigación, análisis y por ultimo las conclusiones a partir de los resultados, aplicándole el 21% de I.V.A. llevaría un coste total de cinco mil ochocientos ocho euros. (5.808 €)

	<b>Coste unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
<b>Análisis</b>	40 €	16	640 €
<b>Investigación</b>	40 €	32	1.280 €
<b>Desarrollo</b>	40 €	40	1.600 €
<b>Pruebas/Experimentos</b>	40 €	32	1.280 €
	SUBTOTAL		4.800 €
	I.V.A.	21%	1.008 €
		<b>TOTAL</b>	<b>5.808 €</b>



## 6. Conclusiones

---

Al iniciar el proyecto pretendía estudiar una forma eficaz de acceder a los datos que se producen en una instalación de energía geotérmica; para ello quería estudiar y probar diferentes formas de acceso a los datos, viendo cual era la respuesta que me ofrecía el sistema y cuáles eran las tecnologías de las que podía disponer.

Cuando comencé a investigar, de forma teórica, los posibles métodos de acceso a los datos que genera una instalación geotérmica, fui consciente de que tenía que manejar una cantidad ingente de datos. Además, existían complicaciones por temas de legalidad, en los que me centré un poco más para explicar cuáles eran estos problemas y cómo estaba la situación en estos momentos.

Tras estos primeros pasos en mi investigación, comencé a evaluar el tema de la respuesta del sistema ante las peticiones de los datos. Realicé un estudio de algunas de las librerías que hay actualmente. Descarté las que me parecían menos convenientes y me centré en la librería SNAP-7, más concretamente en su utilidad MOKA-7, y en acceso WEB, por considerarlas las más interesantes para mi TFG. Fue en este punto donde comencé a comprobar algunas de las formas de obtención de datos a las que he hecho referencia anteriormente. Para poder llevar a cabo este estudio he realizado pruebas sencillas para ver el nivel de acceso a estos datos desde fuentes ajenas.

Al utilizar la técnica de “*Web-Scraping*”, tema sobre el que actualmente existe una gran controversia; me he dado cuenta de los riesgos potenciales que supone para este proyecto. Esta es una forma de acceder a los datos que, sin ser ilegal, puede rallar la ilegalidad si es usado de forma indiscriminada; por lo que he dedicado un apartado de la memoria (2.4.4.1) a estudiar este aspecto. En cualquier caso, he podido acceder a los datos para continuar investigando. Tras realizar esas pruebas, he usado las librerías Open-Source para acceder a los datos que genera el ensayo y evaluar el tiempo de acceso a estos mismos en tiempo real. He realizado experimentos modificando el número de variables a las que quería acceder y he analizado el tiempo de respuesta por medio de estas librerías

Tal y como se puede ver en las explicaciones de los resultados obtenidos por medio de los diferentes experimentos realizados, el número de datos con los que vayamos a trabajar resulta relevante a la hora de elegir una librería u otra para tratar dichos datos.

A partir de aquí comencé a desarrollar la parte más importante de mi TFG y la que tiene que ver con los conocimientos adquiridos en el grado en ingeniería informática; ha consistido en realizar numerosos accesos, eligiendo un número diferente de variables, para recopilar los datos de la instalación; de estos accesos incluyo en el trabajo los más relevantes. También he realizado un estudio de los distintos tipos de respuesta y los diferentes tiempos obtenidos, para llegar a la conclusión de cuál es la forma de acceso a estos datos que resulta más eficaz para el día a día en la instalación. He podido observar que, si vamos a trabajar con un número de variables inferior a 5, resulta más eficiente acceder a ellos por medio de una librería específica como es el MOKA-7, ya que los





tiempos son menores al utilizarla. Si, por el contrario, vamos a tratar más de 5 variables, los tiempos son más eficientes utilizando tecnología WEB. De esta forma, un acceso puntual a algún dato concreto se podría realizar por medio de MOKA-7 y sería más rápido, pero para tratar el grueso de datos del autómatas es recomendable el uso de tecnología WEB.

No he llegado a realizar pruebas con otras librerías, que en principio tuve en consideración; en unos casos porque, tras estudiarlas más a fondo, no me parecieron las adecuadas y en otros porque, aunque podían resultar útiles, tenían un coste económico que no las hacía adecuadas para este trabajo. En trabajos posteriores y más concretamente aún para el uso industrial de estas tecnologías, podría ser interesante realizar la inversión necesaria para utilizarlas.

También he considerado que podría ser interesante realizar un TFG que trate sobre la forma de proteger las instalaciones de posibles incursiones no deseadas; pero este es un tema que se sale ya de los objetivos iniciales de este TFG.

Realizar este TFG me ha servido, en primer lugar, para comprender la importancia de la investigación previa a cualquier proyecto nuevo que vaya a emprender en el futuro. Me ha hecho ser consciente de que hay muchas posibilidades y muchas formas diferentes de realizar una misma tarea y que, empleando un poco de tiempo para encontrar la forma que resulta más eficaz en cada caso, se pueden obtener unos resultados considerablemente mejores a medio y a largo plazo.

He aplicado en él lo aprendido sobre Sistemas en Tiempo Real, por ejemplo, a la hora de realizar los accesos a datos por medio de Web. También he utilizado los conocimientos adquiridos en la asignatura de Estadística, realizando gráficas a través de los datos obtenidos y haciendo las comparaciones necesarias para llegar a la mejor respuesta. La asignatura de Ingeniería de Software para realización de los casos de uso. Por supuesto la asignatura de Programación y la de Introducción a la Informática y a la Programación, que son la base para realizar cualquier trabajo de este tipo. Quiero hacer mención también de la asignatura de Deontología y Profesionalismo, ya que realizando el trabajo me he dado cuenta de la responsabilidad que tenemos en este campo.

Además, he desarrollado los conocimientos adquiridos en el grado de ingeniería informática, para investigar y poder utilizar programas que hasta ese momento desconocía por lo que todo lo aprendido me ha abierto las puertas para ser capaz de continuar investigando cosas nuevas.

Todos estos conocimientos, así como los demás adquiridos en estos años, son con los que cuento para iniciar mi carrera profesional en adelante.



## Bibliografía

---

- [1] P. Eskilson, Thermal analysis of heat extraction boreholes, Lund, Suecia: Lund University Press, 1987.
- [2] «Renovgal,» [En línea]. Available: <http://www.renovgal.es/blog/16/historia-geotermia-energia-calor-calefaccion>.
- [3] «Historia de la Geotermia,» ekidon S.L., [En línea]. Available: <http://www.ekidom.com/historia-de-la-geotermia>. [Último acceso: 2019].
- [4] SIMATIC, «Manual S7 Controlador Programable S7-1200,» SIEMENS, 11 2009. [En línea]. Available: <https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF>.
- [5] «SNAP 7 Homepage,» [En línea]. Available: <http://snap7.sourceforge.net/>.
- [6] «Wikipedia - Estándar Ethernet,» [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Ethernet>.
- [7] «Wikipedia - Protocolo TCP,» [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo\\_de\\_control\\_de\\_transmisi%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_control_de_transmisi%C3%B3n).
- [8] «IETF Tools,» [En línea]. Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc1006>.
- [9] WIKIPEDIA, «WIKIPEDIA,» [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo\\_de\\_transferencia\\_de\\_hipertexto](https://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_transferencia_de_hipertexto).
- [10] *American Airlines, FareChase settle suit -* <https://www.bizjournals.com/dallas/stories/2003/06/09/daily55.html>, 2003.
- [11] *EBAY, INC., Plaintiff, vs. BIDDER'S EDGE, INC., Defendant. -* [https://www.law.upenn.edu/fac/pwagner/law619/f2001/week11/bidders\\_edge.pdf](https://www.law.upenn.edu/fac/pwagner/law619/f2001/week11/bidders_edge.pdf), 2000.
- [12] M. D. CULTURA, «NOTICIAS JURIDICAS,» 22 Abril 1996. [En línea]. Available: [http://noticias.juridicas.com/base\\_datos/Admin/rdleg1-1996.l2t8.html#a133](http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/rdleg1-1996.l2t8.html#a133).
- [13] «Wikipedia,» [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Valores\\_separados\\_por\\_comas](https://es.wikipedia.org/wiki/Valores_separados_por_comas).
- [14] «Librería JSoup - Java,» [En línea]. Available: <https://jsoup.org/>.

