



ugr

Universidad  
de Granada

TRABAJO FIN DE GRADO  
GRADO EN INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y  
ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

# Visualización de datos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

---

**Autor**

Santiago Carbó García

**Director**

Carlos Ureña Almagro



Escuela Técnica Superior de Ingenierías Informática y de  
Telecomunicación

Granada, Noviembre de 2022

# Visualización de datos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Realizado por Santiago Carbó García

**Palabras clave:** ODS, API Canvas, JavaScript, WebGL, HTML5, CSS

## Resumen

La representación de los datos es una rama de tamaño considerable dentro del desarrollo de sistema gráficos. Asimismo, el Desarrollo Sostenible es un tópico de suma relevancia en la época contemporánea y, por ende, la representación de sus datos. Es por ello por lo que este documento tratará de analizar y explicar el funcionamiento de una aplicación que tiene el objetivo de mostrar dichos datos utilizando especificación de suma utilidad como es WebGL y, dentro de ella, la herramienta API Canvas. La aplicación consiste en un programa JavaScript que utiliza dicha herramienta para la representación de gráficos de dos dimensiones. Para ello, los datos se recogen de un fichero obtenido de la base de datos del Instituto Nacional de Estadística, con un formato en particular. Después son procesados y almacenados para su posterior visualización. Asimismo, cada gráfica dispone de unos parámetros de estilo que pueden ser configurados *a posteriori*. Se han desarrollado tres tipos de gráficos para la visualización de dichos datos: *gráficos de barras*, *gráficos de líneas* y *gráficos circulares*, los cuales permiten tres formas muy intuitivas de reproducir la información. Para la elaboración de los ejes de coordenadas en los dos primeros tipos de gráficos se tendrán en cuenta algunas consideraciones. Primero, el cálculo del número de líneas horizontales necesarias para representar los valores referencia del eje vertical y, segundo, el número de valores mostrados en la gráfica teniendo en cuenta que puede no haber espacio para visualizarlos todos. Es por ello por lo que se usan algunos parámetros como el valor máximo de la serie o el número total de valores.

# **Data visualization of the Sustainable Development Goals**

Written by Santiago Carbó García

**Keywords:** ODS, API Canvas, JavaScript, WebGL, HTML5, CSS

## **Abstract**

Data representation is a branch of considerable size within the development of graphic systems. Likewise, Sustainable Development is a topic of great relevance in contemporary times and, therefore, the representation of its data. That is why this document will try to analyze and explain the functioning of an application that has the goal of displaying such data using a very useful specification such as WebGL and, within it, the Canvas API tool. The application consists of a JavaScript program that uses this tool in order to represent two-dimensional charts. For the purpose of doing this, the data are collected from a file, obtained from the database of the Spanish National Institute of Statistics, with a particular format. Then the data are processed and stored for later viewing. Likewise, each chart has style parameters that can be configured. Three types of charts have been developed for the visualization of such data: bar charts, line charts and pie charts, which represent three intuitive ways of reproducing information. For the elaboration of the coordinate axes in the first two types of charts, some considerations will be taken into account. First, the calculation of the number of horizontal lines necessary to represent the reference values of the vertical axis and, secondly, the number of values shown in the chart, taking into account that there may not be space to display them all. That is why some parameters are used, such as the maximum value of the serie or the total number of values.

---

Yo, **Santiago Carbó García**, alumno de la titulación *Doble Grado en Ingeniería Informática y Administración y Dirección de Empresas* de la **Escuela Técnica Superior de Ingenierías Informática y de Telecomunicación de la Universidad de Granada**, con DNI 77561011C, autorizo la ubicación de la siguiente copia de mi Trabajo Fin de Grado en la biblioteca del centro para que pueda ser consultada por las personas que lo deseen.

Fdo: Santiago Carbó García

Granada, a 1 de noviembre de 2022

D. Carlos Ureña Almagro, Profesor del Área de [] de la Universidad de Granada.

**Informa:**

Que el presente trabajo, titulado *Visualización de datos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*, ha sido realizado bajo su supervisión por **Santiago Carbó García**, y autorizamos la defensa de dicho trabajo ante el tribunal que corresponda.

Y para que conste, expiden y firman el presente informe en Granada a 1 de noviembre de 2022.

**El director: Dr. Carlos Ureña Almagro**

**Carlos Ureña Almagro**

# Agradecimientos

---

A mi madre y a mi hermana por apoyarme desde que nací, a mis abuelos maternos por cuidarme desde que era pequeño, a mi abuelo Pepe por venir siempre a visitarme desde tan lejos y a María por cuidar de mí todos los días.

# Índice general

---

1. <b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. Motivación .....	1
1.2. Objetivos .....	1
1.2.1. Objetivos generales.....	1
1.2.2. Objetivos específicos .....	1
2. <b>PLANIFICACIÓN Y PRESUPUESTO</b> .....	1
2.1. Metodología escogida	
2.2. Apartado	
2.3. Presupuesto	
3. <b>ESPECIFICACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS</b> .....	1
3.1. Requisitos funcionales .....	1
3.2. Requisitos no funcionales .....	1
3.3. Bocetos iniciales .....	1
4. <b>DISEÑO</b>	
4.1. Formato de los ficheros de datos	
4.2. Diagrama de clases .....	1
4.3. Diagramas de interacción.....	1
4.4. Bocetos de las interfaces de usuario .....	1
4.5. Estructuras de datos fundamentales .....	1
4.6. Desarrollo de algoritmos no triviales .....	1
4.7. Códigos de colores utilizados .....	1
5. <b>IMPLEMENTACIÓN</b>	
5.1. Descripción de las clases .....	1
5.2. Descripción de los métodos de las clases .....	1
6. <b>CONCLUSIONES Y VÍAS FUTURAS</b> .....	1
6.1. Evaluación del cumplimiento de los objetivos .....	1
6.1.1. Evaluación del cumplimiento de los objetivos generales .....	1
6.1.2. Evaluación del cumplimiento de los objetivos específicos.....	1
6.2. Vías futuras de desarrollo .....	1

# Índice de figuras

---

- 1.1. Figura 1
- 1.2. Figura 2...



# **1. Introducción**

---

## 1.1. Motivación

---

El desarrollo sostenible es de gran relevancia hoy en día, afectando, entre otras cosas, al derecho y a la informática. Es importante tener en cuenta el consumo energético a la hora de la construcción de sistemas y redes, un consumo que deberemos ir reduciendo con el transcurso de los años para adaptarnos, no solo a la legislación, sino a las necesidades energéticas.

Estas gráficas también deben estar respaldadas por fuentes fiables de información, ya que gran parte de esta no proviene de fuentes que garanticen que la información es veraz. Es por ello por lo que se deben utilizar siempre datos de fuentes fiables (del Instituto Nacional de Estadística o Naciones Unidas, por ejemplo). Su influencia y su impacto son lo suficientemente importantes como para preocuparse por la fiabilidad de los datos. Es por todo ello que un desglose de estos datos y su respectiva representación por el software pertinente es de suma importancia. La estructura de los gráficos, los colores utilizados para ello, el espaciado, etc., serán buenos indicadores de una correcta representación.

Los datos por sí solos carecen de significado. Estos deben ser visualizados e interpretados correctamente mediante el software necesario. Este software no solo debe interpretar y visualizar datos, sino que debe hacerlo correctamente, es decir, debe moldearse a las necesidades cambiantes del usuario, de ahí la importancia de elaborar interfaces correctas en términos de usabilidad y accesibilidad. Por ende, una parte esencial de la visualización de los datos es la comunicación, ya que una imagen tiene el potencial de comunicar de una forma más efectiva que la palabra. Actualmente, debido a la rapidez con la que se desarrolla información y la capacidad de acceso por parte del usuario a este, el consumo de información se ha disparado de manera exponencial. Debido a ello, estamos expuestos diariamente a grandes cantidades de datos, los cuales tienen formatos y estilos diferentes para su representación, lo cual hace aún más difícil su identificación.

Finalmente, aclarar la importancia de las hojas de cálculo para la obtención de información de una forma clara y seguro. Con el objetivo de obtener datos para la representación de gráficos estas son de gran ayuda para almacenarlos. Muchos bancos de información utilizan hojas de cálculos para exportar información con respecto a gráficos, hecho por el cual me he guiado para el desarrollo de la aplicación. Permiten exportar dichas hojas de cálculos de distintas maneras para su procesamiento (celdas separadas por punto y coma, por tabuladores, etc.). Para interpretar esta información, los gráficos de barras, líneas y circulares conforman una de las formas más simples e intuitivas para adquirir esta información.

## 1.2. Objetivos

---

Al inicio de todo proyecto es fundamental establecer una serie de objetivos generales y específicos. Es importante poner el enfoque en los aspectos más importantes y cuantificar la relevancia de cada idea. Unos objetivos fiables nos permitirán, en el futuro, el cumplimiento de estos y estimar si son necesarios algunos cambios. Un error muy común en todos los proyectos es, inicialmente, intentar poner en práctica un montón de ideas que no tienen por qué estar sincronizadas y coordinadas. Es posible que esta práctica en el futuro genere problemas a la hora de integrar todas estas ideas, de modo que los objetivos nos recuerdan qué es lo que debemos hacer y qué es lo que no debemos hacer.

### 1.2.1. Objetivos generales

---

A modo de síntesis, una definición correcta de los objetivos de este proyecto sería “desarrollar una aplicación interactiva que permite visualizar a los usuarios gráficos que representan información relacionada con los Objetivos del Desarrollo Sostenible y sus diferentes indicadores”. No obstante, a modo de desglose, sería posible identificar algunos objetivos generales:

- *Desarrollo de una aplicación web intuitiva e interactiva.* La aplicación realizada contiene una interfaz de usuario intuitiva que permitirá que el usuario pueda utilizarla con facilidad.
- *Puesta en práctica de una especificación de renderización de gráficos en el explorador web.* Uso de esta especificación para representación de datos mediante gráficos en el explorador.
- *Visualización de gráficos en dos dimensiones.* Uno de los fines fundamentales del proyecto consiste en el visualizado de gráficos de dos dimensiones. Estos podrán ser gráficos de barras, de líneas o circulares
- *Procesamiento de datos almacenados en una hoja de cálculo.* Los datos utilizados para la representación de gráficos serán previamente obtenidos y procesados de una hoja de cálculo.
- *Visualización de información auxiliar.* Información acerca del uso de la aplicación o la procedencia de los ficheros utilizados. También será posible acceder a información relacionada con el proyecto.

## 1.2.2. Objetivos específicos

---

Una vez explicitados los objetivos generales es posible obtener una visión general del alcance del proyecto. Esto nos permitirá tener una visión clara de la magnitud de este. No obstante, los objetivos específicos nos permiten desmenuzar los anteriores en unidades más pequeñas y fáciles de alcanzar, con el objetivo de trazar metas a corto plazo.

Los objetivos específicos del proyecto serían los siguientes:

- *Elaboración y visualización de cada uno los elementos de las gráficas.* Cada elemento de las gráficas deberá ser elaborado por el programa, incluyendo los ejes de coordenadas en los gráficos de barras y líneas y el texto que representa valores y etiquetas.
- *Elaboración de un algoritmo que permita optimizar la visualización de elementos en el gráfico.* Es posible que se deban representar una gran cantidad de valores, de forma que es necesario optimizar la aparición de estos en el gráfico.
- *Desarrollo de botones para agregar y eliminar series de datos y gráficas.* Se podrá añadir y eliminar series de datos y gráficas mediante sus botones pertinentes.
- *Opción que permita la carga de ficheros mediante “drag and drop”.* Se podrán cargar ficheros por dos vías: o bien seleccionándolo en el explorador de archivos por la vía clásica o arrastrando el fichero al cuadro.
- *Desarrollo de opciones de estilo para cada gráfica.* Cada gráfica dispondrá de una serie opciones para poder cambiar parámetros de estilos tales como el grosor de línea o el gradiente.
- *Desarrollo de un efecto de tres dimensiones para los gráficos de barras y circulares.* Una de las opciones permitidas será activar el efecto de tres dimensiones, que permitirá darle profundidad a las barras y al gráfico circular.
- *Representación de las secciones mediante colores fáciles de combinar.* Los colores que representarán las barras en el gráfico de barras y las secciones en los gráficos circulares deberán ser colores pastel que combinen fácilmente con la gráfica.
- *Visualización de los criterios utilizados en la serie de datos.* Será posible conocer aquellos criterios utilizados para la elaboración de las series de datos.

## **2. Planificación y Presupuesto**

---

### **3. Especificación de requerimientos**

---

## 3.1. Requisitos funcionales

---

A continuación, se presenta un listado de requisitos funcionales de la aplicación:

<b>RF.1</b>	<b>Inicio de la aplicación web</b>
<b>Descripción</b>	Posibilidad de ejecutar la aplicación web
<b>Datos de entrada</b>	Ninguno
<b>Datos de salida</b>	Ninguno

<b>RF.2</b>	<b>Cierre de la aplicación web</b>
<b>Descripción</b>	Posibilidad de terminar la aplicación web
<b>Datos de entrada</b>	Ninguno
<b>Datos de salida</b>	Ninguno

<b>RF.3</b>	<b>Visualización de gráficos de barras</b>
<b>Descripción</b>	Los datos importados del archivo .csv podrán visualizarse en un gráfico de barras
<b>Datos de entrada</b>	Datos procesados obtenidos del archivo .csv
<b>Datos de salida</b>	Gráfico de barras que representa los datos pertinentes

<b>RF.4</b>	<b>Visualización de gráficos de líneas</b>
<b>Descripción</b>	Los datos importados del archivo .csv podrán visualizarse en un gráfico de líneas
<b>Datos de entrada</b>	Datos procesados obtenidos del archivo .csv
<b>Datos de salida</b>	Gráfico de líneas que representa los datos pertinentes

<b>RF.5</b>	<b>Visualización de gráficos circulares</b>
<b>Descripción</b>	Los datos importados del archivo .csv podrán visualizarse en un gráfico circular
<b>Datos de entrada</b>	Datos procesados obtenidos del archivo .csv
<b>Datos de salida</b>	Gráfico circular que representa los datos pertinentes

<b>RF.6</b>	<b>Conocer el número de variables utilizadas para cada gráfico</b>
<b>Descripción</b>	
<b>Datos de entrada</b>	Datos procesados obtenidos del archivo .csv
<b>Datos de salida</b>	Número indicando el número de variables

<b>RF.7</b>	<b>Insertar archivos “.csv”, con el objetivo de visualizar dichos datos</b>
<b>Descripción</b>	Se podrán utilizar datos organizados en archivos .csv, con el fin de utilizarlos para las gráficas
<b>Datos de entrada</b>	Archivo .csv
<b>Datos de salida</b>	Datos procesados en su respectiva estructura de datos

<b>RF.8</b>	<b>Conocer información relacionada con el proyecto en un apartado de información</b>
<b>Descripción</b>	Apartado que permite conocer información relacionada con el proyecto
<b>Datos de entrada</b>	Ninguno
<b>Datos de salida</b>	Ninguno

## 3.2. Requisitos no funcionales

---

<b>RNF.1</b>	<b>La aplicación se ejecutará en un navegador web actual en cualquier sistema operativo, mediante la visualización de una página web con los controles y gráficas</b>
<b>Descripción</b>	El desarrollo de la aplicación web se realizará utilizando las herramientas web pertinentes con el fin de la visualización de gráficas

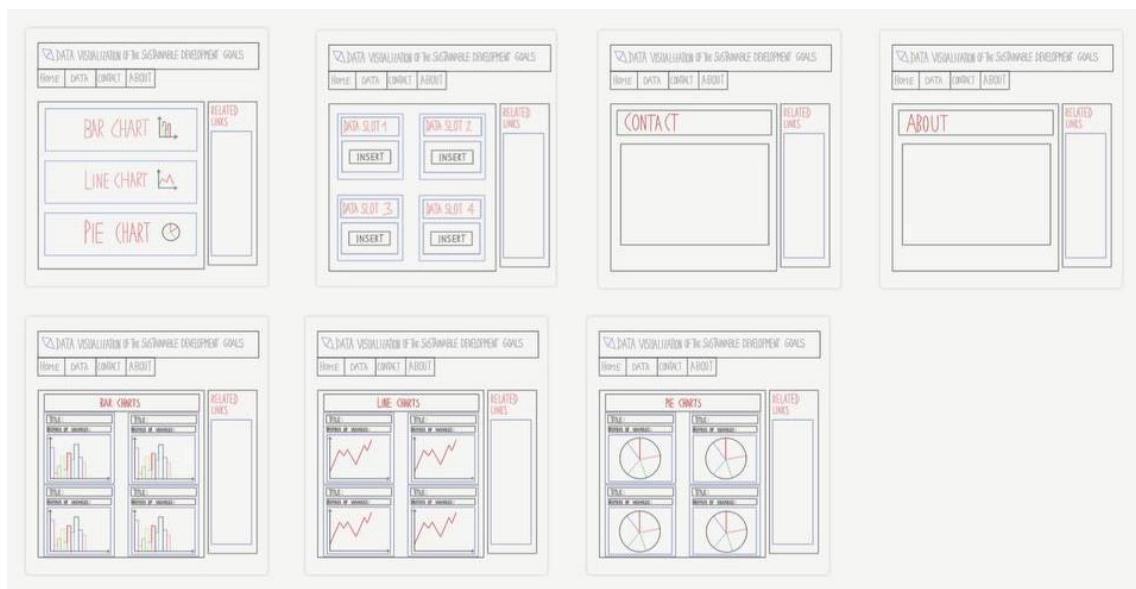
<b>RNF.2</b>	<b>La aplicación tendrá fácil navegabilidad</b>
<b>Descripción</b>	La aplicación será usable en términos de navegabilidad. Se podrá acceder a todo con pocos <i>clicks</i> .

<b>RNF.3</b>	<b>La aplicación se encontrará disponible en inglés</b>
<b>Descripción</b>	El lenguaje del que dispondrá la aplicación será el inglés



## 3.3. Bocetos iniciales

Los bocetos son una forma sencilla e intuitiva para un primer contacto con la aplicación. A continuación, se muestran los bocetos de la aplicación:



**Fig X.** Ejemplo

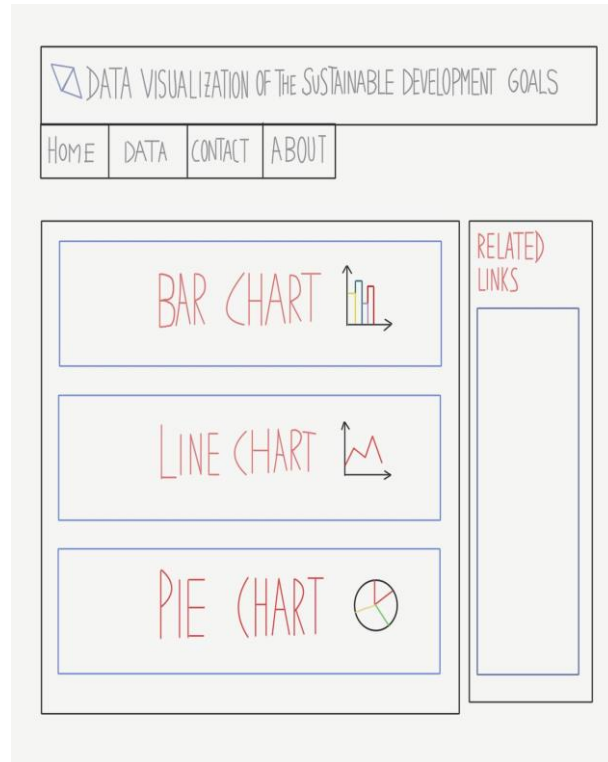
Con el objetivo de simplificar el boceto, se han sintetizado algunos conceptos de la versión final de la aplicación. Un ejemplo importante es el hecho de que se han dibujado únicamente cuatro gráficas. No obstante, la aplicación web será un sistema en el que será posible visualizar gráficas sin que exista un límite preestablecido en estas.

La aplicación web dispondrá de una pestaña “*Home*”, la cuál será la pestaña de inicio. En ella se podrá elegir el tipo de gráfico que se desea: gráfico de barras, de líneas o circular. Una vez se pinche en algunas de estas opciones, se redirigirá a la pestaña pertinente donde se mostrarán los gráficos con los datos establecidos (en caso de no haber introducido ningún dato, existirán unos datos preestablecidos).

También se dispone de una pestaña “*Data*”, la cual está desarrollada con la intención de indicar cuáles son los datos que queremos para cada una de las gráficas. Como se ha indicado previamente, no existe un límite preestablecido de gráficas, de forma que una vez se inserte un archivo de datos aparecerá una ranura que permitirá introducir otro archivo de datos, y así sucesivamente.

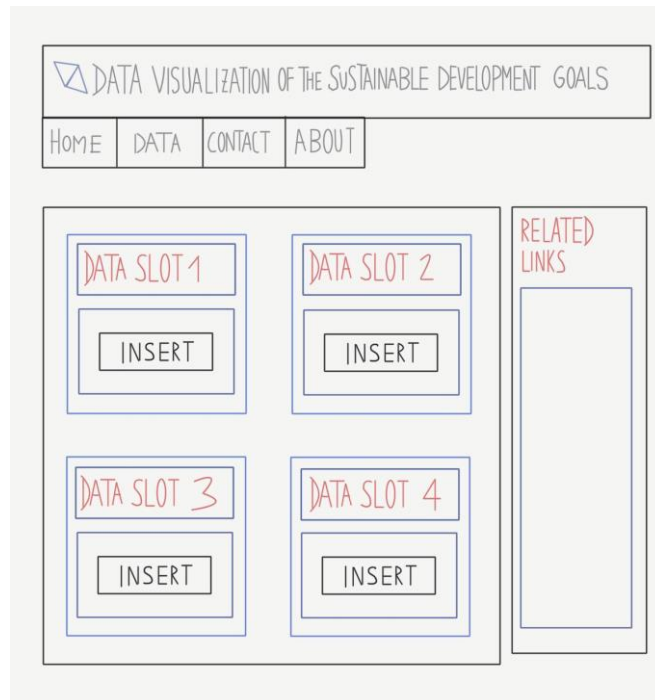
A modo de desglose:

1. **Página principal.** Se accede pinchando en la pestaña “Home”, aunque es la “Landing Page” de la aplicación. Boceto:



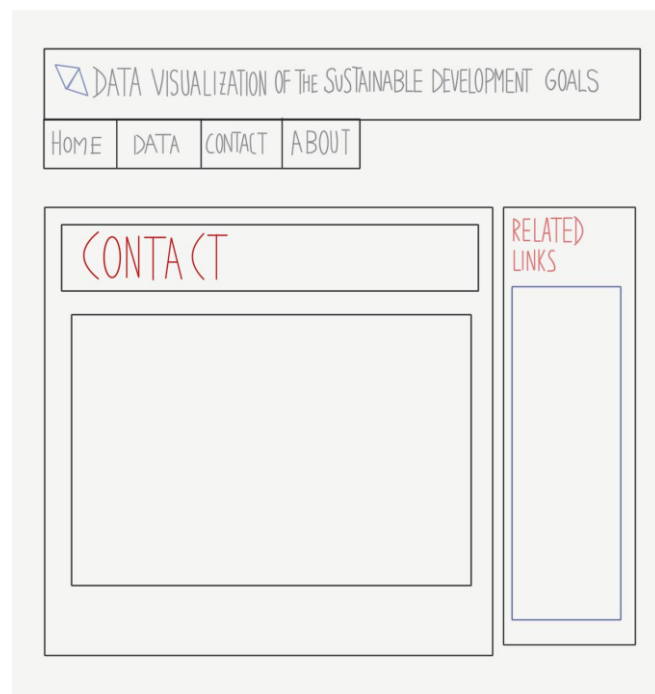
**Fig X.** Ejemplo

2. **Pestaña de selección de los datos.** Se accede pinchando en la pestaña “Data”. En ella se podrán seleccionar los datos que queremos ver representados en las gráficas. Se puedan seleccionar hasta cuatro archivos de datos. Boceto:

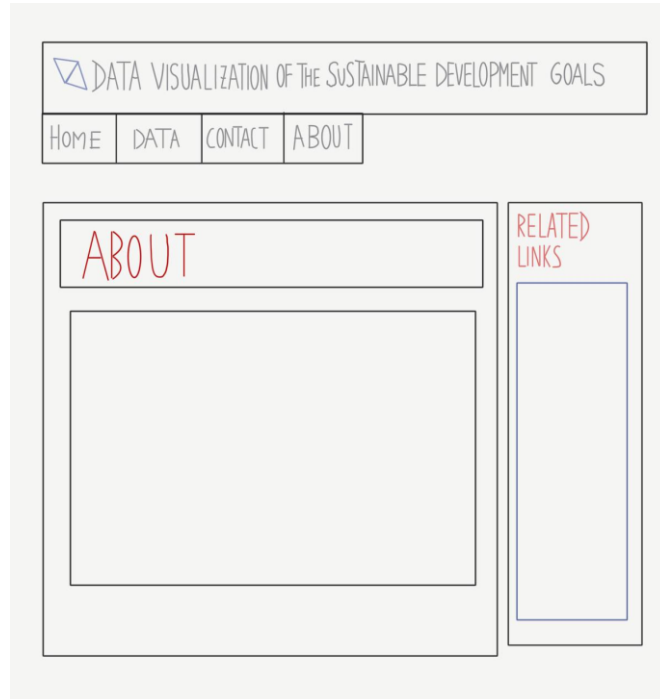


**Fig X.** Ejemplo

3. **Contacto e Información relacionada.** Se puede acceder pinchando en las pestañas “Contact” y “About”, respectivamente. Bocetos:

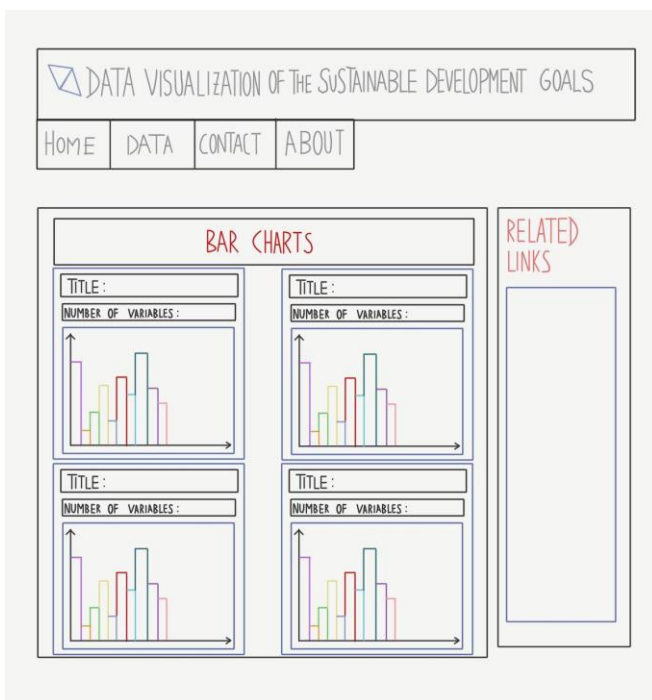


**Fig X.** Ejemplo

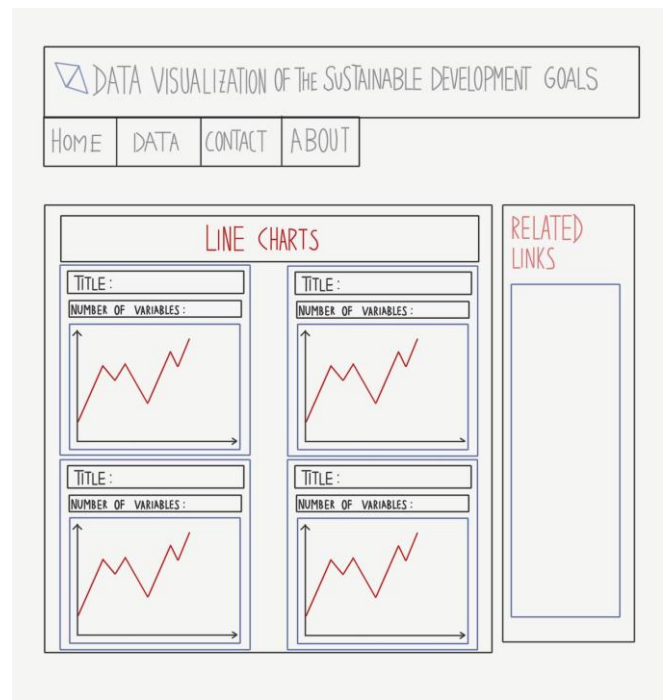


**Fig X.** Ejemplo

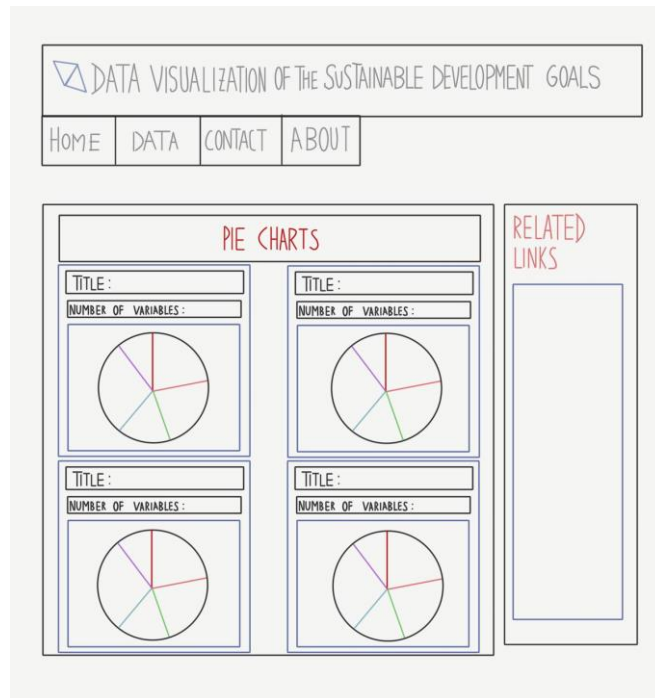
4. **Visualización de gráficas de barras, líneas y circulares.** Se puede acceder pinchando dentro de la pestaña “Home” en los apartados “Bar Chart”, “Line Chart” y “Pie Chart”, respectivamente. Bocetos:



**Fig X.** Ejemplo



**Fig X.** Ejemplo



**Fig X.** Ejemplo

## **4. Diseño**

---

## 4.1. Formato de los ficheros de datos

Los gráficos que, posteriormente, serán visualizados, obtienen la información de un fichero de datos que contiene las variables, los valores y el periodo de esta. Este debe tener un formato en particular:

- Debe ser un fichero “.csv” separado por punto y coma.
- El periodo debe encontrarse en la penúltima columna y los valores deben encontrarse en la última columna. El formato debe ser como indica la imagen:

	A	B	C	D	E	F
1	Variable1	Valor1	PERIODO	VALOR		
2	Nombre	ODS - 1.5.4, 2	2021	68		
3	Nombre	ODS - 1.5.4, 2	2020	42		
4	Nombre	ODS - 1.5.4, 2	2019	40		
5	Nombre	ODS - 1.5.4, 2	2018	37		
6	Nombre	ODS - 1.5.4, 2	2017	32		
7	Nombre	ODS - 1.5.4, 2	2016	30		
8	Nombre	ODS - 1.5.4, 2	2015	28		
9						
10						
11						
12						

**Fig X.** Ejemplo de formato correcto de fichero de datos

- No se deben escribir datos en la primera fila, ya que esta únicamente contiene los títulos y no será procesada.

Los datos serán procesados previamente a la visualización. Es necesario obtener, en primer lugar, el periodo de la serie de datos y los valores de esta. También es necesario obtener las variables o criterios de selección utilizados.

Aunque la aplicación puede utilizar cualquier fichero de datos que tenga este formato, los ficheros utilizados serán obtenidos del Instituto Nacional de Estadística, en particular, series de datos del cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. El periodo deberán ser números enteros, mientras que los valores podrán ser o números reales. No obstante, todo ello será procesado correctamente.

## 4.2. Diagrama de clases

---

El diagrama de clases es el siguiente:



Las clases que aparecen en el diagrama de clases son las siguientes:

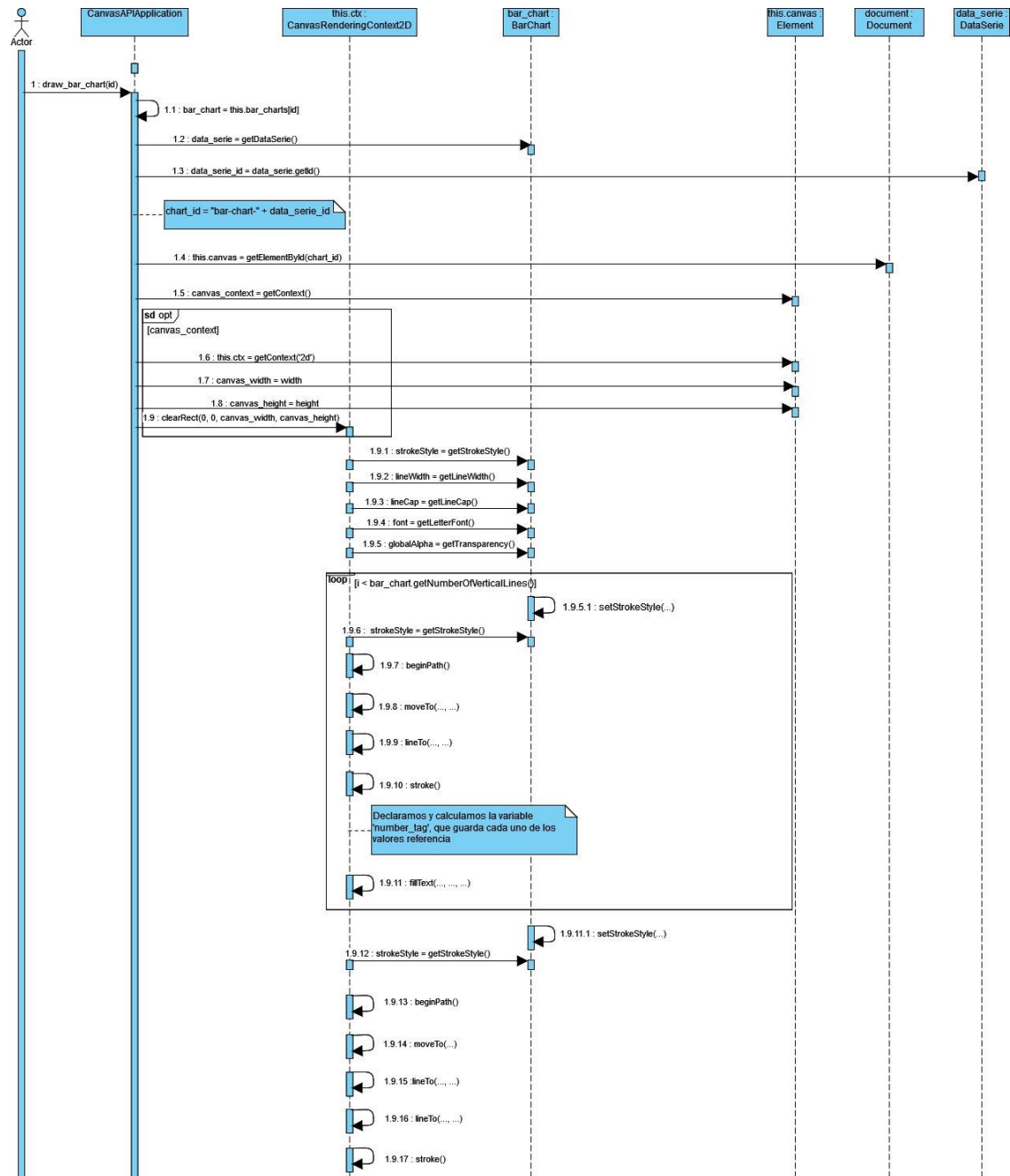
- *CanvasAPIApplication*. Clase encargada de gestionar y controlar la mayoría de las funcionalidades importantes de la aplicación. Posee un vector para almacenar las series de datos, un vector para las gráficas de barras, otro para las gráficas de líneas y otro para las gráficas circulares. También posee tres vectores para almacenar los identificadores de las gráficas que se van a dibujar en todo momento. Además, contiene tres atributos para establecer los siguientes identificadores de las series de datos y gráficas. Sus métodos se pueden dividir en cuatro tipos: *métodos de ocultación y visualizado de elementos*, *métodos de acceso a información*, *métodos de trazado de gráficas* y *métodos de configuración de atributos*.
- *DataSeries*. Clase representativa de una serie de datos. Sus atributos están orientados a almacenar la información procesada o no procesada: mientras que la información no procesada se almacena toda en una cadena de caracteres, la información procesada se puede dividir en nombres de las variables, valores de la serie de datos, etiquetas de la serie de datos, etc.
- *Chart*. Clase representativa de una gráfica. Posee atributos de instancia que representan el estilo de la gráfica, así como los métodos pertinentes para modificar y obtener dichos atributos. También contiene métodos con el fin de insertar elementos gráficos en la aplicación. Contiene un método para calcular el color de cada una de sus secciones de manera aleatoria.
- *BarChart*. Clase representativa de una gráfica de barras. Esta clase hereda de la clase *Chart*. Contiene un conjunto extenso de atributos de clase con el fin de hacer más fácil el trazado de la gráfica. Redefine métodos para aprovechar el polimorfismo y ligadura dinámica.
- *LineChart*. Clase representativa de una gráfica de líneas. Contiene un conjunto extenso de atributos de clase con el fin de hacer más fácil el trazado de la gráfica. Redefine métodos para aprovechar el polimorfismo y ligadura dinámica.
- *PieChart*. Clase representativa de una gráfica circular. Contiene un conjunto extenso de atributos de clase con el fin de hacer más fácil el trazado de la gráfica. Redefine métodos para aprovechar el polimorfismo y ligadura dinámica.

## 4.3. Diagramas de interacción

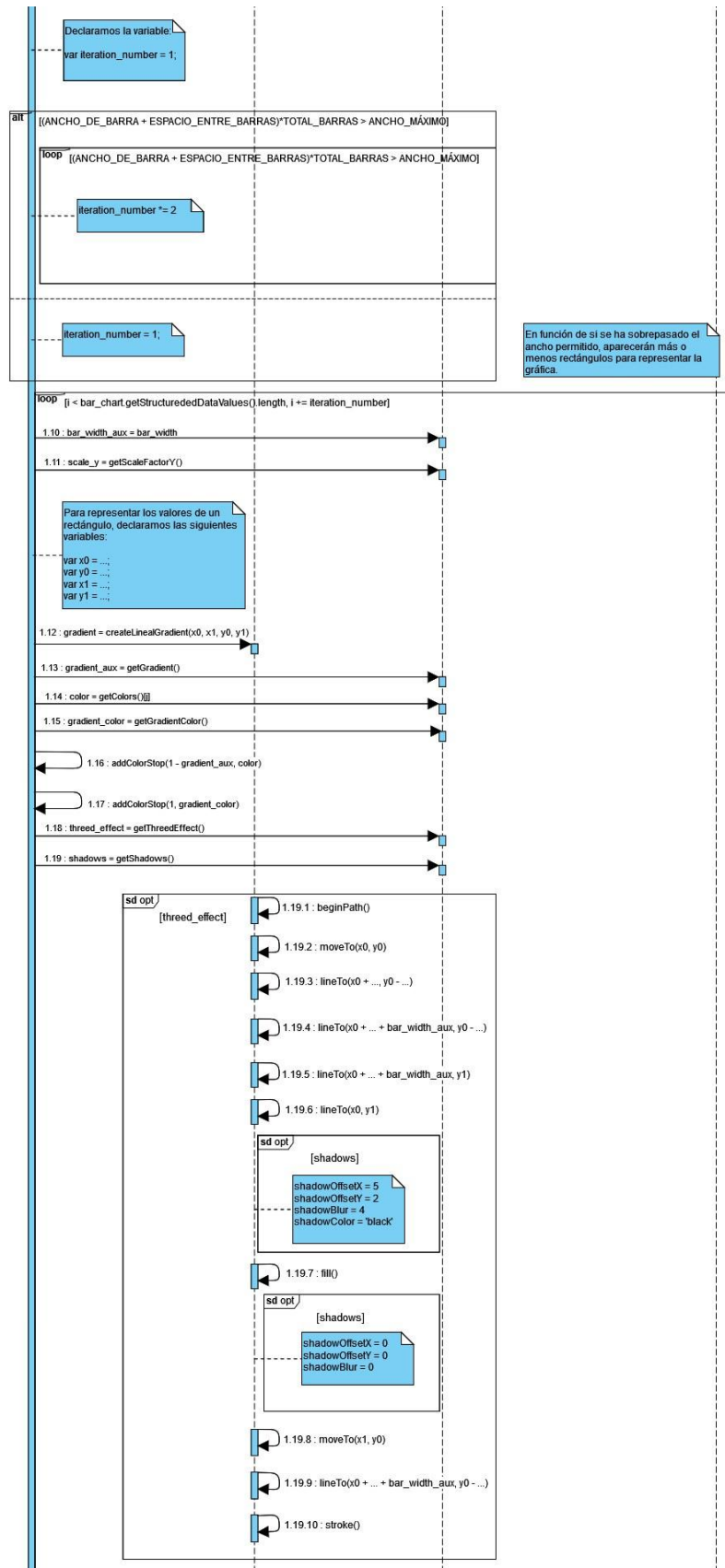
---

### **Trazado de gráficos de barras**

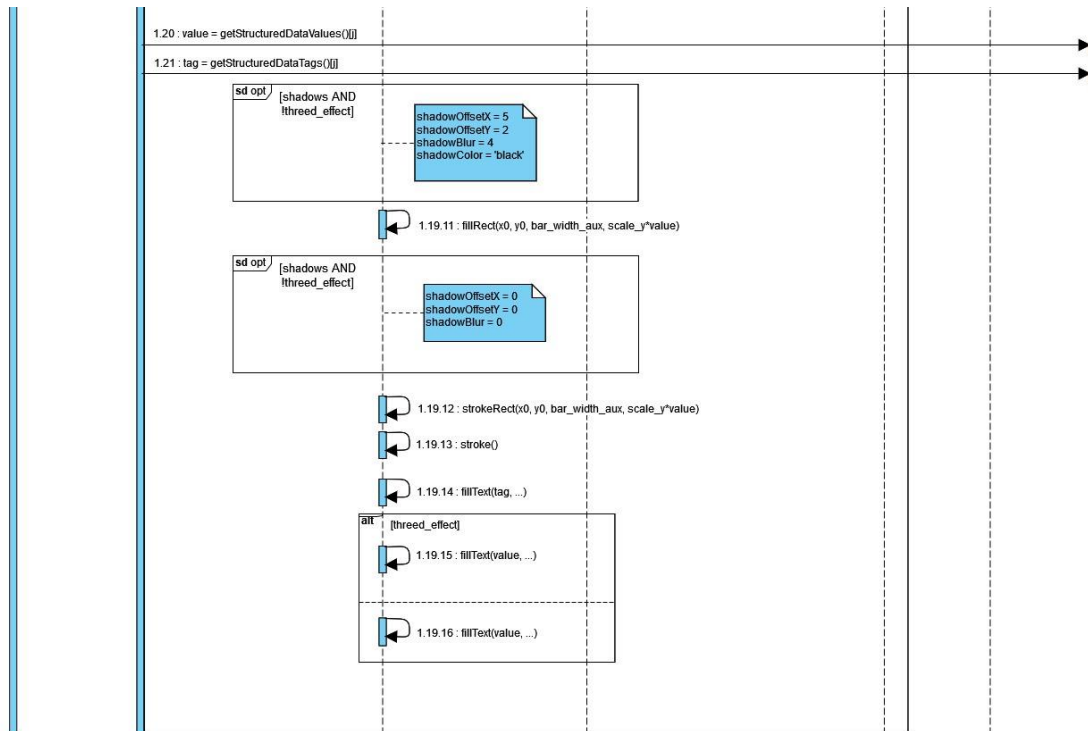
El diagrama de interacción para el trazado de gráficas de barras es el siguiente:



Continúa a continuación...



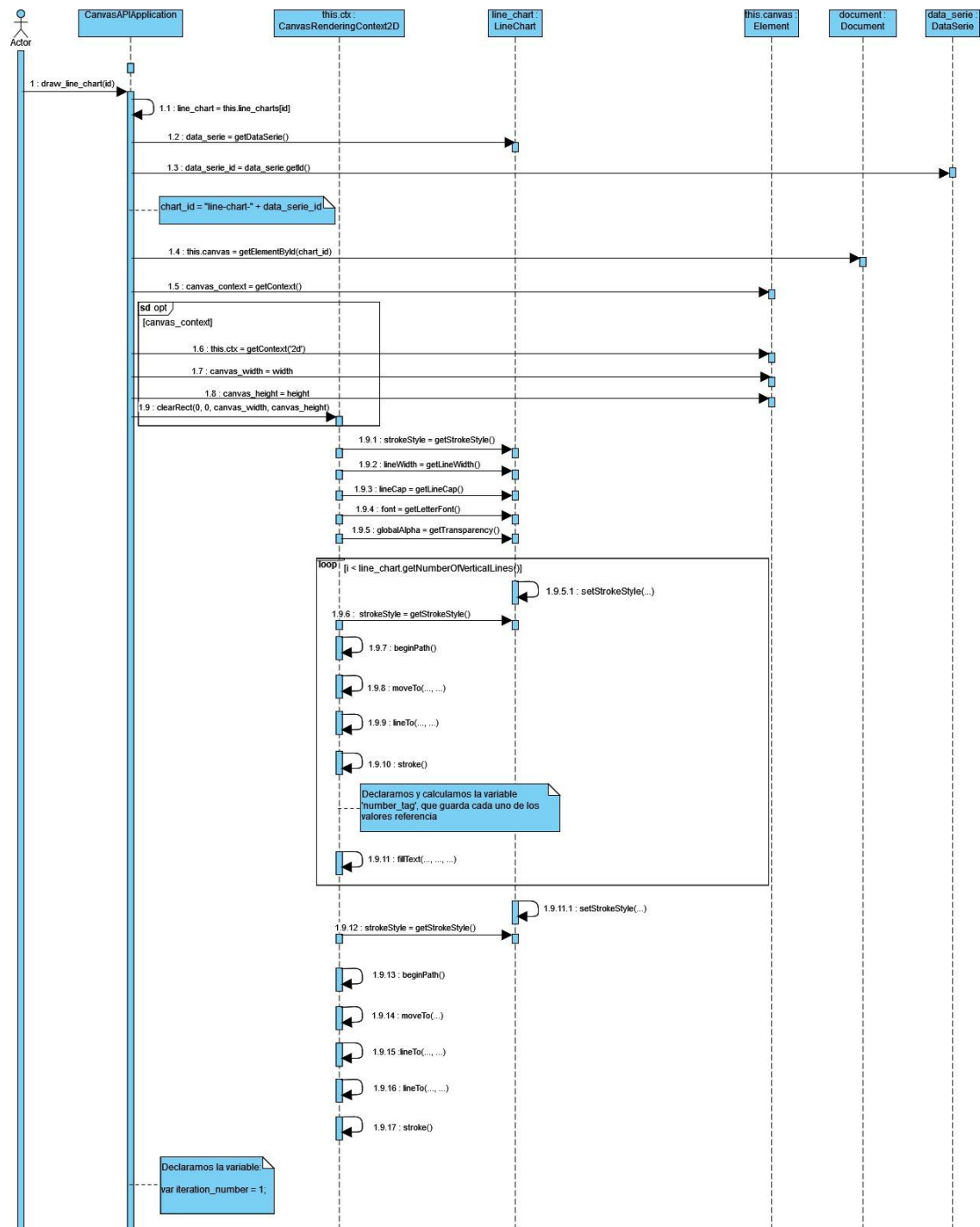
Continúa a continuación...



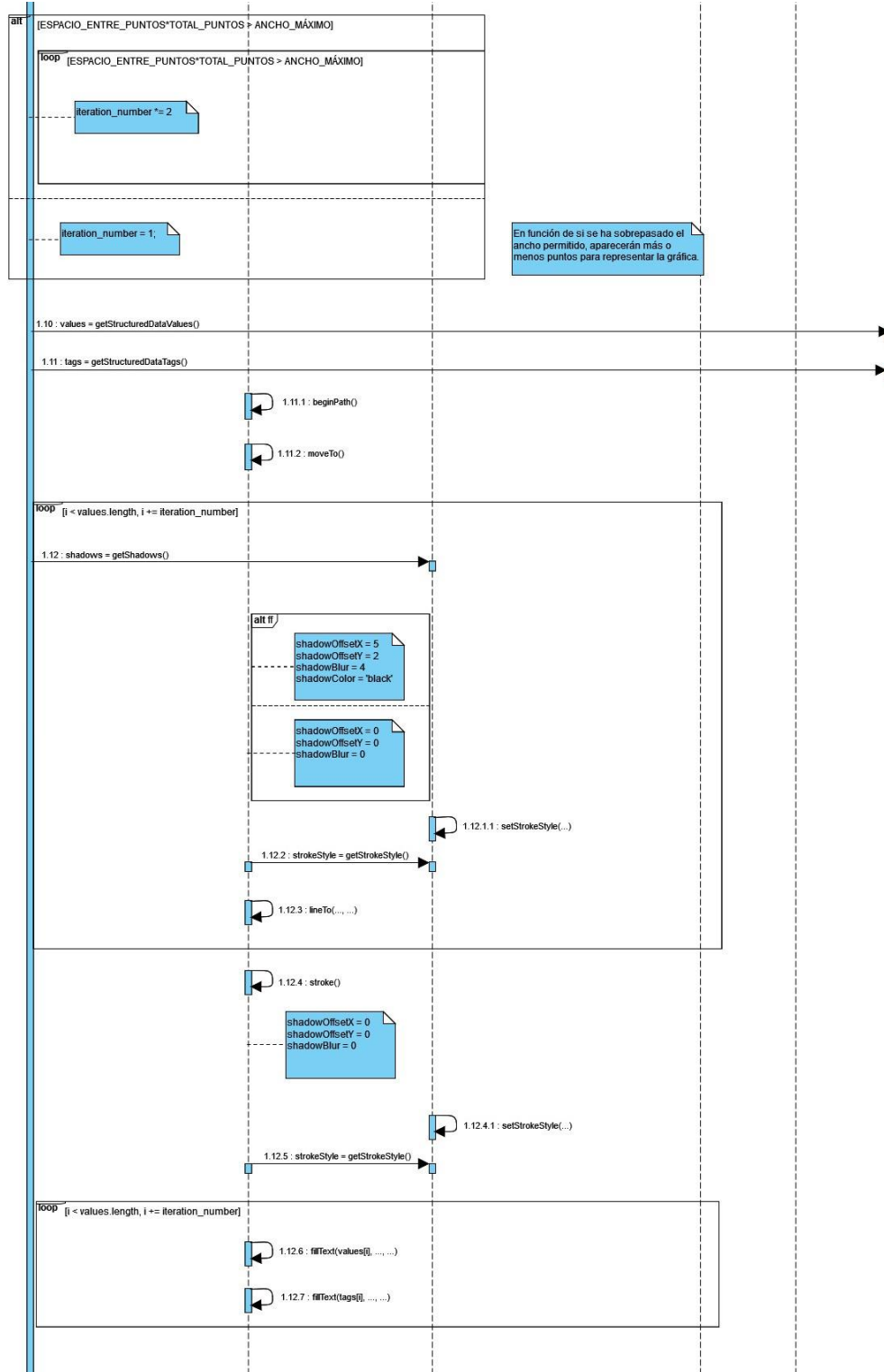
Dicho proceso puede dividirse en distintas partes:

- *Trazado de los ejes de coordenadas.* Ambos ejes tienen unas medidas estáticas, de forma que no dependen del número de valores o del valor máximo para su trazado. En este proceso también se incluye el trazado de las líneas horizontales de referencia y sus respectivos valores y etiquetas.
- *Trazado de rectángulos.* Representan a cada uno de los elementos de la serie y sus respectivos valores. En función del valor máximo de la serie se hará una escala para poder cubrir el espacio requerido. En caso de que haya demasiados valores para el ancho especificado, aparecerán solo la mitad de estos y así sucesivamente.
- *Añadido de atributos de estilo.* Cada atributo afectará, o bien, a elementos específicos, o bien, el conjunto total del trazado. Las sombras y el efecto de tres dimensiones deben afectar solo a los rectángulos, mientras que la opacidad o el grosor de línea afectarán a todo el conjunto. Los atributos de estilo utilizados son grosor de línea, revestimiento de línea, gradiente, color del gradiente, sombras, opacidad y efecto de tres dimensiones.

El diagrama de interacción para el trazado de gráficas de líneas es el siguiente:



Continúa a continuación...



Dicho proceso puede dividirse en distintas partes:

- *Trazado de los ejes de coordenadas.* Al igual que el gráfico de barras, es necesario trazar los ejes de coordenadas, con las mismas características y propiedad que el anterior gráfico.
- *Trazado de líneas.* Hacen alusión a los valores de la serie. También es necesario escalar el eje vertical utilizando el valor máximo de la serie y comprobar si se ha llegado al ancho máximo mediante el número total de valores.
- *Añadido de atributos de estilo.* Los atributos de estilo utilizados son grosor de línea, revestimiento de línea, sombras y opacidad. Posee menos atributos que el gráfico de barras debido al área reducida de la línea.



## **Trazado de gráficos circulares**

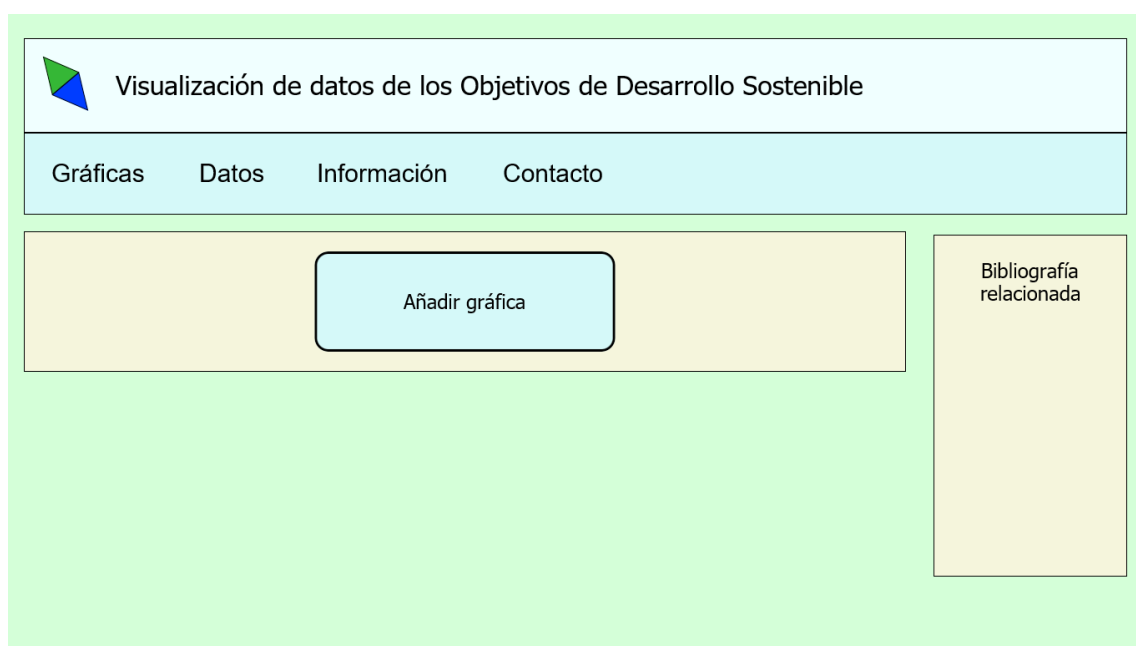
El diagrama de interacción para el trazado de gráficas circulares es el siguiente:

## 4.4. Bocetos de las interfaces de usuario

Los bocetos iniciales permitían una primera aproximación a la apariencia de la interfaz de usuario. No obstante, a lo largo del proyecto, su apariencia se ha ido modificando para, finalmente, alcanzar una versión final de esta. Los siguientes bocetos mostrarán las pestañas de navegación de la aplicación, así como los menús desplegables para seleccionar datos u otros elementos de la aplicación.

### Pestaña “Gráficas”

Esta pestaña es la página principal de la aplicación, la primera que se encuentra el usuario al abrir la misma. También se puede acceder a la misma pinchando en la pestaña “Gráficas”. En esta pestaña se podrán visualizar las gráficas que el usuario haya creado. Para añadir una gráfica es necesario pinchar en el botón “Añadir gráfica”. Esto nos permitirá visualizar un menú que nos pedirá elegir una serie de datos y un tipo de gráfica. En caso de que no se haya seleccionado alguna de las dos opciones aparecerá un mensaje en pantalla para indicarlo. Lo mismo sucederá si se intenta crear una gráfica ya existente. Además, cada gráfico dispone de una serie de opciones que modifican parámetros de estilo de este. Para acceder a las opciones, es necesario pinchar en el botón “Mostrar opciones”. La siguiente imagen muestra la página según se inicia:



El siguiente boceto muestra el menú de selección de la gráfica:

Visualización de datos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Gráficas Datos Información Contacto

Añadir gráfica

Elija una serie de datos:  
Elija una serie de datos ▾

Elija una serie de datos:  
Elija una serie de datos ▾

Enviar

Bibliografía relacionada

Así se muestra la pestaña una vez insertada una gráfica:

Visualización de datos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Gráficas Datos Información Contacto

Añadir gráfica

Título: (título asignado) Eliminar gráfica

Criterios de selección usados: (*número de criterios de seleccion usados*)


Criterio de selección i (...): (*valor del criterio de selección*)

Gráficas cargadas: Gráficas (tipo) ▾ Mostrar opciones

(*visualización del gráfico*)

Bibliografía relacionada

Finalmente, así es como se muestra la pestaña una vez desplegado el menú de opciones de alguna gráfica:

 Visualización de datos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Gráficas Datos Información Contacto

Añadir gráfica

Título: (título asignado) 

Eliminar gráfica

Criterios de selección usados: *(número de criterios de seleccion usados)*

Criterio de selección i (...): *(valor del criterio de selección)*

Gráficas cargadas: 

Gráficas (tipo) ▼

Mostrar opciones

(visualización del gráfico)

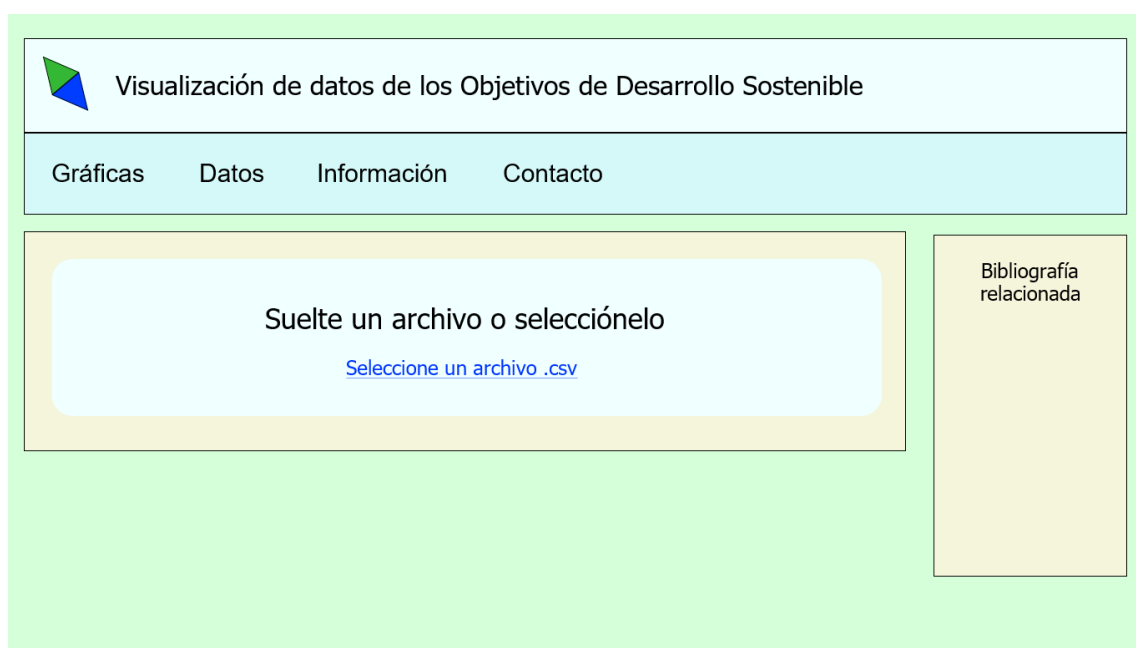
OPCIONES

(selección de opciones del gráfico)

Bibliografía relacionada

## Pestaña “Datos”

Para acceder es necesario pinchar en la pestaña “Datos”. Esta se utiliza para subir las series de datos que conformarán la fuente de datos de la gráfica. En primer lugar, se debe pinchar en el texto “Seleccione un archivo .csv”. Esto abrirá el explorador de archivos para seleccionar un fichero. Es necesario que sea en formato “.csv” (más especificaciones del formato del archivo se describirán en la pestaña “Información”). Una vez seleccionado el archivo, será necesario proporcionar un título para la serie de datos y pulsar “Enviar”. Una vez hecho esto, aparecerá un nuevo cuadro con toda la información de esta. Para eliminar la serie de datos se debe pulsar en el botón “Eliminar serie de datos”. A continuación, se muestra un boceto de la sección nada más pinchar en la pestaña “Datos”:



**Fig X.** Ejemplo

A continuación, se muestra la pestaña una vez desplegada la selección del título:

The interface has a light green background. At the top is a light blue header bar with a logo on the left and the text 'Visualización de datos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible'. Below the header is a light blue navigation bar with four tabs: 'Gráficas', 'Datos', 'Información', and 'Contacto'. The 'Datos' tab is active. The main content area is divided into two sections. The left section is a light yellow box containing a light blue rounded rectangle with the text 'Suelte un archivo o selecciónelo', a blue link 'Selecione un archivo .csv', the text '¡Archivo cargado!', and a label 'Elija un título:' followed by an empty text input field. The right section is a light yellow box with the text 'Bibliografía relacionada'.

**Fig X.** Ejemplo

Finalmente, así se visualiza la pestaña una vez creada una serie de datos:

The interface is identical to the previous one, but the main content area now shows a data series. The left section's light yellow box contains the same top part, but the bottom part is a light blue rounded rectangle with the text 'Título: (título asignado)' followed by a horizontal line. To the right of this is a red button with the text 'Eliminar serie de datos'. Below the line, the text 'Criterios de selección usados: (número de criterios de seleccion usados)' is displayed, followed by 'Criterio de selección i (...): (valor del criterio de selección)'. The right section remains the same with the text 'Bibliografía relacionada'.

**Fig X.** Ejemplo

## Pestaña “Información”

Esta pestaña muestra aquella información necesaria para el usuario como, por ejemplo, el formato de los ficheros de las series de datos. El boceto se muestra a continuación:

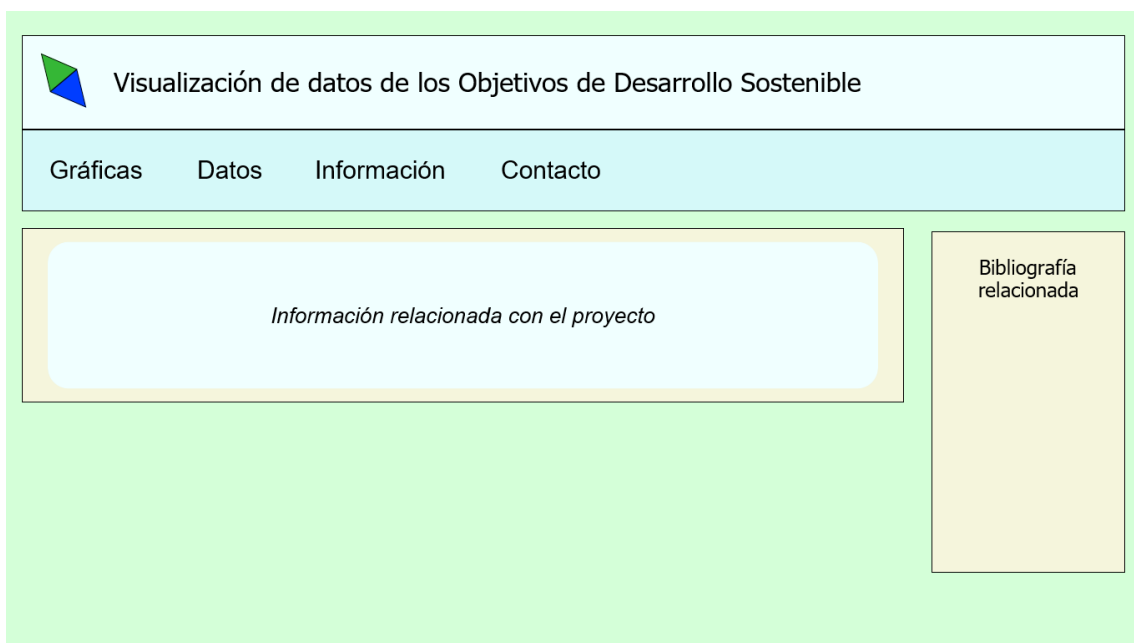


Fig X. Ejemplo

## Pestaña “Contacto”

Finalmente, la pestaña de contacto muestra información relativa al proyecto y al autor y al tutor de este. El boceto es el siguiente:

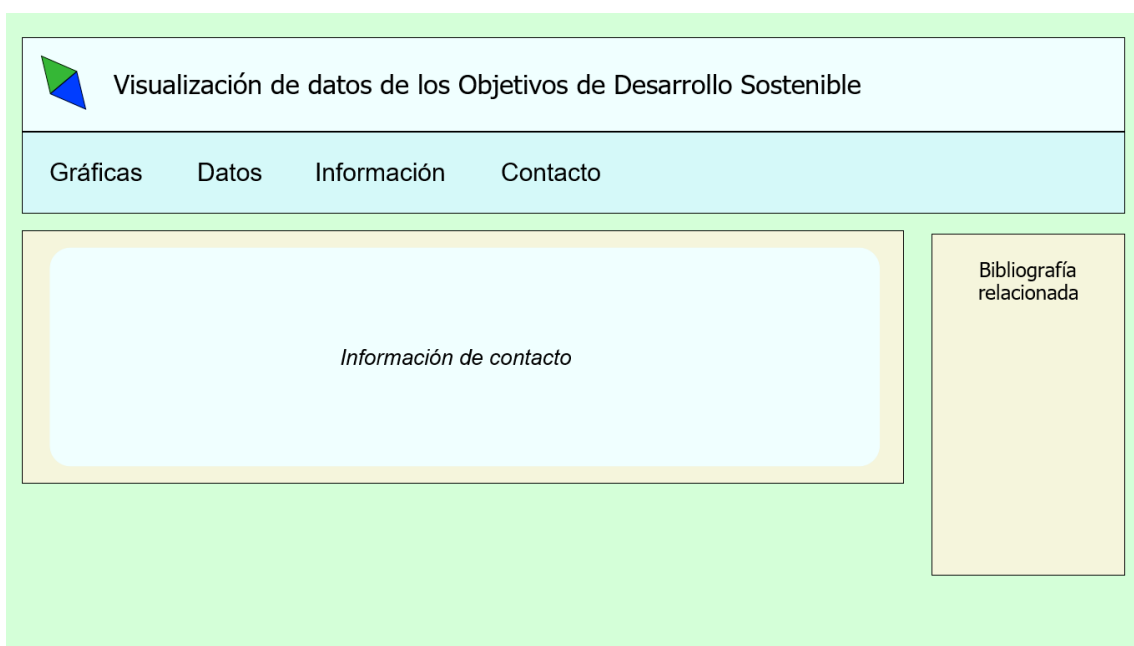


Fig X. Ejemplo

## 4.5. Estructuras de datos fundamentales

---

Aquellas estructuras de datos necesarias para el desarrollo de la aplicación son:

- *Colección de gráficos de barras.* Está compuesto por todos los gráficos de barras preparados para su visualización. Cada uno tiene asociado una serie de datos.
- *Colección de gráficos de líneas.* Formado por todos aquellos gráficos de líneas listos para ser visualizados. Todos ellos tienen una serie de datos asociada.
- *Colección de gráficos circulares.* Constituido por todos los gráficos circulares habilitados para su visualización. Cada gráfico individual se encuentra asociado con una serie de datos.
- *Colección de identificadores de gráficos de barras a trazar.* Colección compuesta por los identificadores de aquellos gráficos de barras que están siendo visualizadas. No todos gráficos disponibles asociados a una serie de datos son visualizados a la vez, es el usuario el que elige cuáles quiere visualizar.
- *Colección de identificadores de gráficos de líneas a trazar.* Estructura formada por los identificadores de aquellos gráficos de líneas que pueden ser visualizados.
- *Colección de identificadores de gráficos circulares a trazar.* Se encuentra constituido por los identificadores de los gráficos circulares que son susceptibles de ser visualizados.
- *Colección de series de datos.* Constituido por aquellas series de datos cargadas por el usuario.



## 4.6. Desarrollo de algoritmos no triviales

### Algoritmo de la escala lineal y la escala logarítmica para el eje vertical

Previamente, es necesario conocer los valores con los que estamos tratando:

- *Valores de la serie.* Son aquellos valores de la serie de datos.
- *Valores en píxeles.* Es el tamaño utilizado para el trazado de elementos. Es necesario traducir los valores de la serie a estos para su trazado.

A continuación, se muestra un ejemplo para identificar ambos valores:



**Fig X.** Ejemplo para identificar los distintos valores para el cálculo de la escala

Las escalas desarrolladas son las siguientes:

- **Escala lineal.** Esta escala se caracteriza por el hecho de que todos sus valores tienen el mismo intervalo de separación. Para el cálculo de esta, son necesarias las siguientes etapas:
  - *Cálculo del máximo valor en píxeles de la gráfica.* Si traducimos directamente el mayor valor de la serie a píxeles y este asumimos que es el mayor valor de la gráfica, el mayor valor de la serie siempre se encontrará tocando el techo. Para una mejor visualización, utilizamos un máximo valor para la gráfica que se encuentre ligeramente por encima, utilizando un redondeo hacia arriba. Además, forzamos a que sea múltiplo del número de marcas para que los valores referencia sean enteros. Para ello, si divide entre el número de marcas previamente al redondeo y, después de este, se multiplica por el anterior.
  - *Cálculo del factor de escala lineal.* Es el factor que utilizaremos para traducir valores de la gráfica a píxeles. En este caso, el mínimo valor en píxeles será 0 y el mínimo valor escogido también será 0. El factor de escala sería el siguiente:

$$\text{Factor de escala lineal} = \frac{(\text{Máximo valor en píxeles}) - (\text{Mínimo valor en píxeles})}{(\text{Máximo valor de la serie}) - (\text{Mínimo valor escogido})}$$

- *Traducción de los valores de la serie a píxeles.* Este proceso se realiza en correspondencia con la siguiente ecuación (“*Pxs*” hace referencia a “*Valor en píxeles*”, mientras que “*FL*” hace referencia a “*Factor de escala lineal*”):

$$Pxs = ((\text{Mínimo valor en píxeles}) + FL * (\text{Valor de la serie}) - (\text{Mínimo valor escogido}))$$

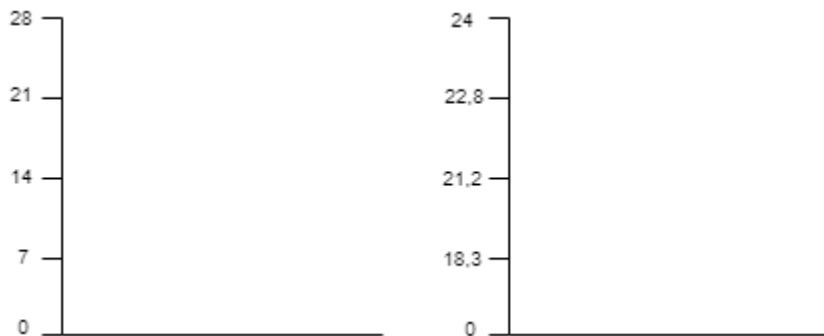
- **Escala logarítmica.** En esta, la distancia entre cada valor no es la misma y, al contrario, se utiliza el logaritmo para calcularla. Los logaritmos utilizados son logaritmos neperianos. Son necesarias las siguientes etapas:
  - *Cálculo del máximo valor de la gráfica.* El cálculo de esta también hace utilizando el mayor valor de la serie y redondeándolo hacia arriba. También lo dividimos por el número de marcas antes del redondeo y lo multiplicamos después del redondeo, para que este sea mayor y haya cierta distancia con el mayor valor de la serie.
  - *Cálculo del factor de escala logarítmico.* Además, los logaritmos utilizados serán logaritmos neperianos. En este caso, el mínimo valor en píxeles será 1 y el mínimo valor escogido será 0. El factor de escala sería el siguiente:

$$\text{Factor de escala logarítmica} = \frac{\ln(\text{Máximo valor en píxeles}) - \ln(\text{Mínimo valor en píxeles})}{(\text{Máximo valor de la serie}) - (\text{Mínimo valor escogido})}$$

- *Traducción de los valores de la serie a píxeles.* Este proceso se realiza en correspondencia con la siguiente ecuación (“*Pxs*” hace referencia a “*Valor en píxeles*”, mientras que “*FLOG*” hace referencia a “*Factor de escala logarítmica*”):

$$Pxs = e^{(\ln(\text{Mínimo valor en píxeles}) + FLOG * (\text{Valor de la serie}) - (\text{Mínimo valor escogido}))}$$

Es importante anotar que no existe  $\log(0)$ , de modo que es necesario las oportunas comprobaciones para que no ocurra.

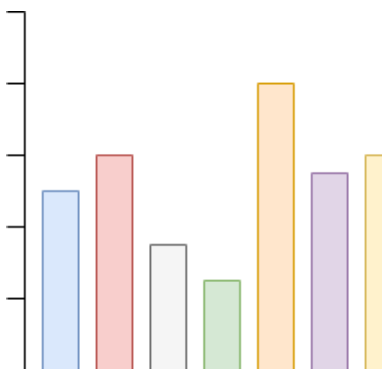


**Fig X.** Ejemplo de escala lineal a la izquierda y de escala logarítmica a la derecha.

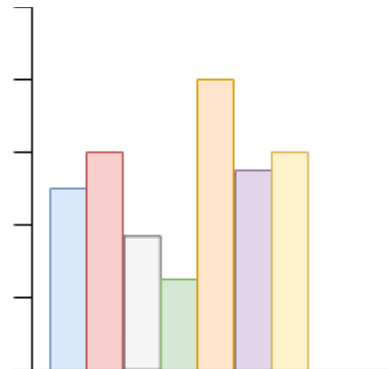
## Algoritmo de optimización de elementos visualizados

El espacio utilizado para el mostrado de elementos gráficos es reducido y limitado, de forma que un algoritmo con el objetivo de perfeccionar esta funcionalidad era fundamental. El algoritmo tiene dos variantes en función de su uso:

- *Algoritmo para optimizar el espacio del gráfico de barras.* El algoritmo recoge aquellas modificaciones necesarias para optimizar el espacio de dicho gráfico. Consta de un proceso con tres partes diferenciadas:
  - **Primera etapa.** Se reducirá el ancho de cada barra y el espacio entre estas todo lo que sea necesario. En caso de que, al final de una iteración, se compruebe que es posible mostrar todos los elementos, el algoritmo salta a la siguiente etapa. De lo contrario, el algoritmo continúa.
  - **Segunda etapa.** Se reducirá el tamaño del texto utilizado para indicar los valores y las etiquetas. En cada iteración se comprueba si la optimización a finalizado o no.
  - **Tercera etapa.** Tras reducir el ancho de barra, el espacio entre estas y/o el tamaño del texto, es posible que los textos se solapen entre sí. Si este hecho ocurre, se muestran solo parte del texto, de forma que no se solape y pueda visualizarse correctamente.
- *Algoritmo para optimizar el espacio del gráfico de líneas.* Dicho algoritmo especifica aquellas modificaciones que tienen como objetivo optimizar el espacio en un gráfico de líneas. El proceso dispone de tres etapas:
  - **Primera etapa.** Progresivamente, se irá reduciendo el espacio entre cada punto todo lo que sea necesario. En caso de que no sea necesario continuar con la optimización, se concluye esta etapa y se procede a la siguiente.
  - **Segunda etapa.** Esta etapa disminuye el tamaño de los textos pertenecientes a los valores y las etiquetas todo lo que sea necesario. Mientras sea necesario, el algoritmo reduce el texto en cada iteración.
  - **Tercera etapa.** La última etapa comprueba si los textos de los valores o de las etiquetas se solapan. De ser así, se mostrarán solo algunos de ellos.



**Fig X.** Ejemplo de gráfico de barras donde no se ven todos los elementos



**Fig X.** Ejemplo de gráfico de barras donde sí se ven todos los elementos



# 5. Implementación

---

## 5.1. Descripción de las clases

---

### Clase ‘CanvasApiApplication’

Esta clase encapsula todas las funcionalidades principales de la aplicación, tales como la creación o borrado de series de datos y gráficas. Los atributos de instancia son los siguientes:

- Atributo *canvas*. Atributo utilizado para almacenar un elemento «canvas». Este es un elemento HTML utilizado principalmente para el trazado de gráficos. Almacena un objeto de la clase *Element*.
- Atributo *ctx*. Almacena el contexto de renderizado 2D para el trazado de elementos en

«canvas». Es adquirido mediante el método *getContext('2d')* de este atributo. Almacena un objeto de la clase *CanvasRenderingContext2D*.

- Atributo *fileReader*. Atributo utilizado para almacenar un objeto de la clase *FileReader*. Este es utilizado para la lectura de ficheros.
- Atributo *data\_series*. Vector utilizado para almacenar las series de datos creadas. Los elementos son objetos de la clase *DataSerie*.
- Atributo *data\_serie\_next\_id*. Atributo utilizado para almacenar el identificador de la siguiente serie de datos una vez sea creada. El atributo es un entero.
- Atributos *bar\_charts*, *line\_charts* y *pie\_charts*. Vectores utilizados para almacenar los gráficos de barras, de líneas y circulares, respectivamente, creados. Los elementos son objetos de las clases *BarChart*, *LineChart* y *PieChart*, respectivamente.
- Atributos *bar\_charts\_to\_draw*, *line\_charts\_to\_draw* y *pie\_charts\_to\_draw*. Vector utilizado para almacenar los identificadores de los gráficos de barras que van a ser visualizados. Los elementos son números enteros.
- Atributos *bar\_chart\_next\_id*, *line\_chart\_next\_id* y *pie\_chart\_next\_id*. Atributos utilizados para almacenar los identificadores de los siguientes gráficos de barras, líneas y circulares, respectivamente, una vez sean creados. Los atributos son enteros.

Los métodos de instancia se pueden clasificar en los siguientes tipos:

- Métodos relacionados con la ocultación y la aparición de elementos. Estos se encargan de mostrar u ocultar elementos de la aplicación en función de las acciones del usuario. Ejemplos de estos métodos son *showHome()* o *showData()*.
- Métodos relacionados con la carga de ficheros. Estos tienen la función de la obtención de ficheros, ya sea seleccionándolos directamente o mediante un *drag and drop*. Ejemplos de estos métodos son *insertManager(file)* o *dropManager(event)*.
- Métodos relacionados con la creación o borrado de gráficos y series de datos. Estos desempeñan la función de insertar gráficos y series de datos, así como borrar las mismas, en función de las peticiones del usuario. Ejemplos de estos métodos son *submitChart()* o *removeDataSerie(id)*.
- Métodos relacionados con el trazado de gráficos. Estos desempeñan la función principal de la aplicación. Para cada gráfico se utiliza un «canvas» y un «ctx» (contexto) en particular. El contexto permite llamar a aquellos métodos necesarios para el trazado (*moveTo(..., ...)*, *lineTo(..., ...)*, *fillRect(..., ..., ..., ...)*, *arc(..., ..., ..., ..., ..., ...)*, etc.) y a los parámetros de estilo para modificar atributos tales como la fuente, el tamaño de esta, el grosor de línea, etc.

## Clase ‘DataSerie’

Clase encargada de encapsular las funcionalidades de una serie de datos. Sus atributos de instancia pueden clasificarse en dos tipos:

- Atributos no estructurados. Este es el caso del atributo *unstructured\_data*. Almacena la toda la información en un *String* para su posterior estructuramiento. Contiene la información según es generada por *fileReader*.

- Atributos estructurados. Son aquellos atributos que representan la información una vez estructurada. Estos son:
  - Atributos *structured\_data\_tags* y *structured\_data\_values*. La primera contiene aquellas etiquetas que conformaran el eje horizontal. Debido a que las series de datos suelen tener la propiedad de estar ligadas a periodos de tiempo, de forma que normalmente representarán años.
  - Atributos *variable\_tags* y *variable\_values*. Contiene, en primer lugar, el nombre de los criterios de selección utilizados y, en segundo lugar, el valor de estos últimos.
  - Atributo *number\_of\_variables*. Contiene el número de criterios de selección utilizados en la serie de datos.
- Título. Representa el rótulo de la serie de datos.

Los métodos de instancia son esencialmente métodos para mostrar o modificar atributos. El método *structure\_data()* será explicado posteriormente.

## Clase ‘Chart’

Esta clase tiene encomendado representar una gráfica. Es la clase padre de *Barchart*, *LineChart* y *PieChart*. Posee dos tipos de atributos de clase:

- Atributos que representan el tamaño del «canvas». Estos son *MAX\_NORMAL\_WIDTH*, que representa el ancho de este, y *HEIGHT*, que representa la altura de este.
- Atributos de estilo de la fuente. Representan el mínimo tamaño de fuente permitido (*MIN\_FONT*) y el máximo (*MAX\_FONT*).

Los atributos de instancia son los siguientes:

- Atributo *id*. Representa el identificador del gráfico. Los vectores que almacenan estos identificadores los utilizan para saber que gráfico se visualiza en cada momento.
- Atributo *data\_serie*. Representa la serie de datos asociada a dicha gráfica. Los identificadores de las series de datos son utilizados para agrupar los tres tipos de gráficas en función de este para su posterior visualización.
- Atributos de estilo. Estos son *letter\_value\_width* (representa la anchura del texto que hace referencia a los valores de la serie), *letter\_tag\_width* (indica la anchura del texto que hace referencia a las etiquetas del eje horizontal de la serie), *letter\_height* (representa la altura del texto), *letter\_font* (representa la fuente utilizada para el texto), *colors* (vector que almacena los colores de cada una de las barras o secciones de los gráficos), *sectionColor* (indica el color de la barra o sección trazada en un instante determinado), *previousSectionColor* (representa el color de la barra o sección previa a la trazada en un instante determinado), *strokeStyle* (indica el color utilizado para la línea), *lineWidth* (indica el grosor de línea utilizado), *lineCap* (representa el revestimiento de línea utilizado), *shadows* (indica si las sombras están activadas), *transparency* (representa el nivel de transparencia actual), *gradient* (representa el nivel de gradiente actual), *gradientColor* (indica el color del gradiente utilizado), *threedEffect* (indica si está activado el efecto de tres dimensiones), *text\_appearance* (representa el número de

apariciones de los valores y etiquetas del eje horizontal).

Los métodos de instancia son, en su mayoría, métodos para modificar o mostrar atributos. El método *insertChartData()* será explicado posteriormente.

### **Clase ‘BarChart’**

### **Clase ‘LineChart’**

### **Clase ‘PieChart’**



## 5.2. Descripción de los métodos no triviales

Algunos métodos tienen una complejidad más alta que otros. Esta subsección explicará con detalle el funcionamiento de cada uno de estos métodos.

### **Métodos de la clase *APICanvasApplication***

La amplia mayoría de los métodos no triviales se encuentran en esta clase.

**Método ‘submitDataSerie(event)’**

**Método ‘removeDataSerie(id)’**

**Método ‘submitChart()’**

**Método ‘removeChart(id)’**

**Método ‘changeChartVisualized(id, value)’**

**Método ‘changeChartVisualized(id, value)’**

**Método ‘drawBarChart(id)’**

**Método ‘drawLineChart(id)’**

**Método ‘drawPieChart(id)’**

### **Métodos de la clase *DataSerie***

**Método ‘structureData()’**

**Método ‘normalizeValues()’**

### **Métodos de la clase *Chart***

**Método ‘insertChartData()’**

## **6. Conclusiones y vías** **futuras**

# Bibliografía

---

- [1] The HTML5 Canvas Handbook.  
URL: <https://bucephalus.org/text/CanvasHandbook/CanvasHandbook.html#introduction>
- [2] HTML Canvas Deep Dive: A Travelogue.  
URL: <https://joshondesign.com/p/books/canvasdeepdive/title.html>
- [3] WebGL: Low-level 3D graphics API based on OpenGL ES  
URL: <https://www.khronos.org/api/webgl>
- [4] Computer Graphics: Principles and Practice
- [5]
- [6] Craig Larman. «Agile and Iterative Development: A Manager's Guide». (2003)  
  
[https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/API/Canvas\\_API/Tutorial](https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/API/Canvas_API/Tutorial)  
<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/CanvasRenderingContext2D>  
Ken Schwaber. Agile Project Management with Scrum. Microsoft Professional. 2004