

Trabajo de Programación 1:

Gestor de temperaturas

6.1. Objetivo del trabajo

Este proyecto de programación se va a desarrollar en equipos integrados por dos estudiantes (más información en la Sección 6.5). El resultado del trabajo será evaluado por el profesorado de la asignatura y contribuirá a la calificación de la asignatura en los términos que se señalan en las normas de su evaluación.

El proyecto a desarrollar pretende ser una primera versión de un programa C++ destinado a resolver un problema de tratamiento de información sobre el cambio climático. Para ello, va a ser necesario tratar información de las temperaturas medias registradas en una determinada localidad de forma mensual durante un determinado conjunto de años consecutivos. Estas temperaturas mensuales con las que va a trabajar el programa van a estar agrupadas en registros, junto con la localidad y año al que pertenecen, y serán denominadas en ocasiones *grupo de temperaturas* o *temperaturas anuales de una localidad*.

Los datos de temperaturas se han obtenido de un conjunto de ficheros publicados por el Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón a través del portal de datos abiertos del Gobierno de Aragón¹, aunque han sido adaptados para su uso en este trabajo. En la Sección 6.2 se explica con más detalle de qué ficheros se trata y cuál es su contenido.

El programa a solicitado debe permitir, a través de un menú textual, la consulta de estos conjuntos de datos, el cálculo de ciertos estadísticos sobre los mismos y la realización de análisis simples sobre la evolución de la previsión de las temperaturas. Estas operaciones se detallan en la Sección 6.3.

El programa diseñado estará **integrado por varios módulos, con distintas funciones especializadas** en la resolución de problemas de pequeña entidad. Cada una de ellas estará convenientemente especificada; su lectura debe ser suficiente para comprender su comportamiento sin necesidad de consultar el código. El código de cada función debe constar de unas pocas líneas. El programa deberá ser fácilmente legible y estará adecuadamente documentado y presentado. **El diseño de este programa exige poner en práctica una buena parte de los conocimientos aprendidos a lo largo de toda la asignatura.**

Antes de comenzar a realizar este trabajo, se recomienda la lectura completa del enunciado, con objeto de obtener una idea del conjunto de las tareas que la componen y de la carga de trabajo que puede suponer.

¹<https://opendata.aragon.es/datos/catalogo/dataset/precipitaciones-y-temperaturas-mensuales-en-varios-municipios-de-aragon>, ofrecidos bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

6.2. Ficheros de datos climatológicos

Los datos de los ficheros con los que se va a trabajar proceden de la Dirección General de Desarrollo Rural del Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, aunque como se ha mencionado antes, su estructura se ha modificado ligeramente para su uso en esta práctica.

Se trata de un conjunto de siete ficheros que contienen datos climatológicos mensuales de varias estaciones meteorológicas ubicadas en Aragón. Estos ficheros contienen información sobre precipitaciones mensuales, temperaturas mínimas, máximas y medias y anomalías detectadas. Se dispone de datos que van desde el año 2015 al 2021, distribuidos en distintos ficheros en función del año al que hacen referencia los datos: «climatologia-2015.csv», «climatologia-2016.csv», ..., «climatologia-2021.csv».

Todos estos ficheros tienen la misma estructura, cuya sintaxis se muestra a continuación utilizando notación Backus-Naur:

```
<fichero-climatología> ::= <cabecera> <datos-mensuales-estación>
<cabecera> ::= "Estación,Mes,Año,Precip.,T. máx. abs.,T. mín. abs.,T. media de medias" <fin-línea>
<datos-mensuales-estación> ::= <nombre-estación> <sep> <mes> <sep> <año> <sep> <precipitación-mensual>
                                <sep> <temperatura-máxima> <sep> <temperatura-mínima> <sep>
                                <temperatura-media> <fin-línea>
<nombre-estación> ::= literal-cadena
<mes> ::= literal-entero
<año> ::= literal-entero
<precipitación-mensual> ::= literal-real
<temperatura-máxima> ::= literal-real
<temperatura-mínima> ::= literal-real
<temperatura-media> ::= literal-real
<fin-línea> ::= "\n"
<sep> ::= ","
```

Cada fichero comienza con una cabecera que ocupa una línea (y cuyo contenido completo no se muestra en el esquema sintáctico anterior por cuestiones de legibilidad) y le siguen varias líneas con información climatológica, cada una correspondiente a una determinada estación meteorológica en un mes concreto de un año. Estos datos aparecen al principio de cada línea, separados por comas («,»). Le siguen varios datos climatológicos (de tipo real) correspondientes a esa estación, también separados por comas: uno sobre precipitaciones (precipitación mensual expresada en milímetros) y tres datos sobre temperaturas (máxima mensual absoluta, mínima mensual absoluta, media mensual de las medias diarias), todas ellas expresadas en grados Celsius.

De todos estos datos climatológicos, en este trabajo vamos a estar interesados únicamente en el de temperatura media mensual de las temperaturas medias diarias (el último dato de cada fila).

El dato del año que aparece en cada línea junto con el nombre de la estación, mes y datos climatológicos es redundante (por ejemplo, en el fichero «climatologia-2021.csv», todas las observaciones son del año 2021) pero, no obstante, está presente en el fichero.

Los nombres de las estaciones están escritos siempre en letras mayúsculas y pueden contener espacios en blanco. Los datos del fichero están ordenados alfabéticamente por nombre de estación, lo que implica que todos los datos de una determinada estación están agrupados en el fichero. Sin embargo, los datos de una determinada estación no están ordenados por meses, como puede observarse en el siguiente ejemplo que contiene las primeras líneas del fichero «climatologia-2021.csv» (en las que se muestran remarcados en negrita los datos relevantes para este trabajo):

```

Estación,Mes,Año,Precip.,T. máx. abs.,T. mín. abs.,T. media de medias
ALBARRACÍN,4,2021,86.8,20.6,-2.3,11
ALBARRACÍN,6,2021,60.4,30.2,5.4,17.8
ALBARRACÍN,1,2021,60.5,19.8,-17.2,1.9
ALBARRACÍN,12,2021,8.6,22.5,-4.2,6.4
ALBARRACÍN,5,2021,47.2,27.1,3.4,13.8
ALBARRACÍN,11,2021,34.4,16.2,-3.7,5
ALBARRACÍN,10,2021,28.4,24.6,-0.1,12.4
ALBARRACÍN,7,2021,33,35.7,6.2,21.9
ALBARRACÍN,3,2021,4.8,20.6,-0.5,6.8
ALBARRACÍN,8,2021,105,39.1,8.4,22.2
ALBARRACÍN,9,2021,45.8,29.2,5.7,17
ALBARRACÍN,2,2021,41.3,19.4,-1.8,7.6
ALCAÑIZ,2,2021,17.5,23.1,1.2,10.6
ALCAÑIZ,7,2021,4.2,40.1,11.7,24.7
ALCAÑIZ,5,2021,41,32.5,6.3,17.9
...
```

Adicionalmente, conviene destacar que los datos no son homogéneos entre los ficheros. Sí que se tiene la certeza de que, cuando en un fichero aparecen los datos de un mes de una determinada estación, están también presentes los datos correspondientes a los restantes meses de ese año y de esa misma estación. Sin embargo, no todas las estaciones tienen datos en todos los ficheros. Por ejemplo, de Aranda de Moncayo, sí hay datos para los años del 2017 al 2021, pero no para los años 2015 ni 2016.

6.3. Requisitos

Se describe a continuación el comportamiento que debe tener el programa (dirigido por menú), opción por opción. Al final de este documento, se incluye la traza completa de una ejecución de ejemplo del programa (Sección 6.8).

6.3.1. Comportamiento del programa en ejecución

Inicialmente, el programa muestra en la pantalla un menú textual con las operaciones disponibles, identificadas por un número entero:

```

Menú de operaciones disponibles
=====
0. Finalizar el programa
1. Listado de temperaturas
2. Estadísticas
3. Evolución de temperaturas
4. Gráfico en pantalla
5. Gráficos en fichero
```

El programa debe solicitar al usuario la elección de una de las operaciones, ejecutarla y volver a mostrar el menú, a no ser que se trate de la opción «0», en cuyo caso el programa debe finalizar. El resto de las opciones del menú se describen a continuación.

Opción 1. Listado de las temperaturas mensuales de una localidad en un año

En el caso de que se seleccione esta opción, el programa debe solicitar en primer lugar la localidad de la que se desean mostrar las temperaturas mensuales y, a continuación, el año. La utilización por parte del usuario de letras mayúsculas, minúsculas o una mezcla de ellas para definir la localidad debe resultarles indiferente al programa. Debe tenerse en cuenta que hay datos de localidades cuyo nombre consta de más de una palabra. *Nota:* Por limitaciones de la página de códigos 65001 de Windows (que es la que utiliza este sistema operativo para dar soporte a la codificación de caracteres UTF-8), no va a ser posible introducir desde el teclado caracteres con diacríticos, por lo que el programa ejecutado en Windows no será capaz de acceder a los datos de localidades que figuran con estos en los ficheros de datos, como Albarracín o Sariñena. Si programas en Windows, no te preocupes por ello, no es tu responsabilidad corregirlo. En otros sistemas operativos, acceder a estas localidades sí que será posible.

Estas mismas observaciones se tendrán en cuenta en los restantes apartados en los que el programa pregunte por una localidad.

Seguidamente, si hay datos para ese año, se escribirá en la pantalla una tabla en la que se mostrarán las temperaturas de cada mes, tanto en grados Celsius como Fahrenheit, con una precisión de un decimal, tal y como se muestra a continuación:

```

Escriba el nombre de una localidad: Jaca
Escriba un año: 2021

Temperaturas medias mensuales
JACA (2021)
-----
Enero      2.2 °C   36.0 °F
Febrero    8.3 °C   46.9 °F
Marzo      8.4 °C   47.1 °F
Abril     10.2 °C   50.4 °F
Mayo      13.4 °C   56.1 °F
Junio     18.9 °C   66.0 °F
Julio     21.0 °C   69.8 °F
Agosto    22.1 °C   71.8 °F
Septiembre 17.5 °C   63.5 °F
Octubre   12.0 °C   53.6 °F
Noviembre  5.4 °C   41.7 °F
Diciembre  5.7 °C   42.3 °F
```

En el caso de que no hubiera datos para la localidad y año solicitados, el programa informará de ello y volverá a mostrarse el menú:

```

Escriba el nombre de una localidad: Torla
Escriba un año: 2021
No hay datos de TORLA en 2021.
```

En el caso de que el usuario indique un año fuera del rango para el que hay datos (rango válido 2015–2021), el programa informará de ello y volverá a mostrarse el menú:

```

Escriba el nombre de una localidad: Teruel
Escriba un año: 2023
El año debe estar entre 2015 y 2021.
```

Opción 2. Cálculo de estadísticas

En el caso de que se seleccione esta opción, al igual que en el caso de la anterior, el programa debe solicitar en primer lugar la localidad de la que se desean calcular las estadísticas y, a continuación, el año.

Seguidamente, si hay datos para ese año, se mostrará un listado en el que aparezcan, en grados Celsius, las siguientes estadísticas: temperatura media mensual máxima, temperatura media mensual mínima, temperatura media mensual y desviación típica poblacional.

Escriba el nombre de una localidad: **Teruel**

Escriba un año: **2018**

Estadísticos

TERUEL (2018)

Temperatura media mensual máxima: 23.4 °C

Temperatura media mensual mínima: 5.6 °C

Temperatura media anual: 13.3 °C

Desviación típica poblacional: 6.5 °C

Los cálculos de los distintos estadísticos deben hacerse con el dato correspondiente a temperatura media mensual de las temperaturas medias diarias de cada mes. Así, **el estadístico temperatura media mensual máxima no es la temperatura máxima absoluta registrada en la localidad ese año (que podría obtenerse a partir de los ficheros), sino la mayor de las temperaturas medias mensuales** (último dato de cada línea los ficheros).

La desviación típica poblacional σ de una población estadística formada por N datos x_1, x_2, \dots, x_N se puede calcular como $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}}$ o, más eficientemente, como $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N x_i^2}{N} - \bar{x}^2}$, donde $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$ es la media aritmética.

En el caso de que no hubiera datos para la localidad y año solicitados, o de que el año solicitado esté fuera del rango de años disponibles, el programa informará de ello y volverá a mostrarse el menú.

Opción 3. Evolución de las temperaturas

En el caso de que se seleccione esta opción, el programa debe solicitar el nombre de la localidad de la que se desean mostrar la evolución de sus temperaturas.

Seguidamente, si hay datos de la localidad solicitada para todos los años en los que hay ficheros disponibles, se mostrará una tabla en la pantalla la evolución de la temperatura media anual en grados Celsius y con una precisión de un decimal. La primera columna de esa tabla representará los años a los que corresponden las medias, la segunda, la temperatura media anual en sí y la tercera, la diferencia entre la temperatura media del año en cuestión con respecto al anterior. La diferencia va precedida de un signo «+» o un signo «-», dependiendo de si la diferencia representa un incremento o un decremento, respectivamente. En el caso del primer año, se omite este dato sobre la variación:

Escriba el nombre de una localidad: Huesca

Evolución de temperaturas

HUESCA

2015	15.5 °C	
2016	14.6 °C	-0.9 °C
2017	14.7 °C	+0.1 °C
2018	14.8 °C	+0.1 °C
2019	14.5 °C	-0.3 °C
2020	14.8 °C	+0.3 °C
2021	14.3 °C	-0.5 °C

En el caso de que no hubiera datos en alguno de los años para los que hay ficheros disponibles, el programa debe informar del primer año de entre los considerados en el que no haya datos para la localidad seleccionada y volver a mostrar el menú principal:

Escriba el nombre de una localidad: Bolea

No hay datos de BOLEA en 2015.

Escriba el nombre de una localidad: Bujaraloz

No hay datos de BUJARALUZ en 2018.

Opción 4. Gráfico en pantalla

En el caso de que se seleccione esta opción, el programa debe solicitar en primer lugar la localidad de la que se desean mostrar las temperaturas mensuales y, a continuación, el año.

Seguidamente, si hay datos para esa localidad y año, se mostrará un gráfico de barras que represente las temperaturas de cada mes. El gráfico abarcará un rango de temperaturas comprendido entre -10°C y $+30^{\circ}\text{C}$ y su eje de ordenadas (el eje vertical) constará de veintiuna líneas de texto que representan una diferencia de dos grados con respecto a las líneas anteriores y superiores. En la primera línea (la correspondiente a 30°C), se simulará con un asterisco la parte de la barra correspondiente a los meses con una temperatura igual o superior a 30°C . En la siguiente línea (la correspondiente a 28°C), se simulará con un asterisco la parte de la barra correspondiente a los meses con una temperatura igual o superior a 28°C y así sucesivamente.

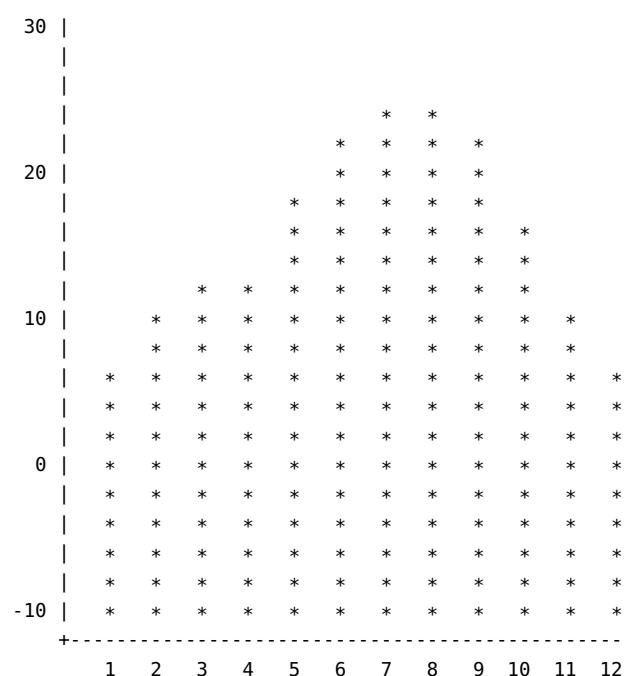
A estas líneas les seguirán dos que representarán el eje de abscisas (el eje horizontal). El formato final del gráfico será como el que se muestra a continuación:

Escriba el nombre de una localidad: Zaragoza

Escriba un año: 2021

Gráfico

ZARAGOZA (2021)



En el caso de que no hubiera datos para la localidad y año solicitados, el programa informará de este hecho y volverá a mostrarse el menú.

Opción 5. Gráficos en fichero

En el caso de que se seleccione esta opción, el programa debe solicitar el nombre de la localidad de la que se desea generar gráficos y el nombre de un fichero en el que almacenarlas.

Seguidamente, si hay datos de la localidad solicitada para todos los años en los que hay ficheros disponibles, se genera un fichero de texto con el nombre solicitado al usuario en el que se almacenan los gráficos correspondientes a esos años, una a continuación de la otra. El formato de esos gráficos es el mismo que el expuesto en la opción anterior. Si el fichero se puede generar con éxito, el programa informa de ello escribiendo un mensaje en la pantalla:

Escriba el nombre de una localidad: Zaragoza

Escriba el nombre del fichero en el que guardar la gráfica: datos/zaragoza.txt

Gráficos creados y guardados

A modo de ejemplo, en el directorio «datos» del repositorio de material suministrado, se ha dejado un fichero denominado «zaragoza.txt» con el fichero resultante de la ejecución anterior.

Si el fichero no puede generarse con éxito, el programa informa de ello escribiendo un mensaje en la pantalla:

Escriba el nombre de una localidad: Zaragoza
Escriba el nombre del fichero en el que guardar la gráfica: zaragoza<todos.txt
No se ha podido escribir el fichero "zaragoza<todos.txt".


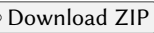
En el caso de que no hubiera datos en alguno de los años para los que hay ficheros disponibles, el programa debe informar del primer año de entre los considerados en el que no haya datos para la localidad seleccionada y volver a mostrar el menú principal, sin solicitar siquiera el nombre del fichero:

Escriba el nombre de una localidad: Bolea
No hay datos de BOLEA en 2015.

Escriba el nombre de una localidad: Bujaraloz
No hay datos de BUJARAL0Z en 2018.

6.4. Material de partida

En el repositorio <https://github.com/prog1-eina/trabajo-2023-24> se encuentra el material de partida para la realización de este trabajo. El repositorio cuenta con la estructura de directorios y ficheros necesaria para que el fichero «Makefile» y las tareas de compilación, ejecución y depuración de Visual Studio Code funcionen adecuadamente.

El área de trabajo se puede descargar de GitHub (botón   de la web del repositorio), debiéndose descomprimir su contenido una vez concluida la descarga. Recuerda borrar el sufijo «-main» que añade GitHub al preparar el fichero comprimido para su descarga.

En el repositorio hay un directorio denominado «datos» donde se encuentran los ficheros «climatologia-2015.csv» a «climatologia-2021.csv» que tendrá que utilizar el programa que se pide en este trabajo.

En el directorio «src» se encuentran los ficheros correspondientes a los tres módulos en los que debe desarrollarse el código de este trabajo:

1. El módulo principal se ubica en el fichero «main.cpp» y debe desarrollarse desde cero. En este módulo tiene que ubicarse la función main y todas aquellas que se estime conveniente diseñar y ubicar en él. Este módulo puede hacer uso de las funciones de los otros dos módulos que han de desarrollarse.
2. El módulo «temperaturas» define un tipo registro denominado TempsLocalAnual. Los registros de este tipo deben ser capaces de representar las doce temperaturas mensuales de una localidad determinada en un determinado año. Debe completarse la definición del tipo TempsLocalAnual con los campos necesarios para que los datos de este tipo puedan almacenar la información solicitada.

En el módulo se definen también dos funciones que permiten simplificar la interacción con el usuario y la obtención de los datos necesarios de los ficheros de datos proporcionados: obtenerTempsLocalAnual y obtenerTodasTempsLocalidad.

La función obtenerTempsLocalAnual solicita al usuario el nombre de una localidad y un año y se encarga de obtener del fichero de datos adecuado los datos sobre las temperaturas de esa localidad, que asigna a un parámetro pasado por referencia de tipo TempsLocalAnual.

La función `obtenerTodasTempsLocalidad` se encarga de realizar una tarea similar, pero recuperando las temperaturas de una localidad de todos los años disponibles. Esta función solicita al usuario sólo el nombre de una localidad y obtiene de los ficheros adecuados los datos sobre las temperaturas de esa localidad, que asigna a las componentes de su parámetro de salida, que es un vector de registros de tipo `TempsLocalAnual`.

Para implementar ambas funciones puede ser útil conocer la función `to_string`². Dado un dato de tipo entero, esta función devuelve una cadena de caracteres con la secuencia de dígitos que lo representa. Esta función puede ser utilizada en una concatenación de cadenas de caracteres para crear el nombre del fichero al que deba accederse en función del año suministrado por el usuario.

La correcta implementación de las funciones de este módulo es crítica, puesto que ninguna de las opciones del programa funcionará adecuadamente si estas funciones no están correctamente implementadas. Este hecho debe ser tenido en cuenta a la hora de planificar y ejecutar el trabajo.

3. El módulo «temperaturas» define un conjunto de funciones que facilitan un desarrollo modular de las distintas opciones que debe permitir ejecutar el programa correspondiente a este trabajo. En concreto, hay una por cada una de las opciones que ofrece el menú: `listarTemperaturas`, `estadisticos`, `evolucion`, `escribirGrafico` y `escribirGraficos`. Cada una de ellas recibe como parámetro un registro de tipo `TempsLocalAnual` o un vector de datos de tipo `TempsLocalAnual` que habrá sido **ya inicializado en el módulo principal**.

Nótese que la función `escribirGrafico` tiene un parámetro por referencia de tipo `ostream`. La existencia de este parámetro permite que esta función pueda ser utilizada para escribir un gráfico tanto en la pantalla (opción 4) o en un fichero de texto (opción 5).

Dado un dato `v` de tipo `TempsLocalAnual`, la invocación `escribirGrafico(v, cout);` escribiría el gráfico en la pantalla, mientras que dada la declaración de un flujo `f` de tipo `ofstream`, la invocación `escribirGrafico(v, f);` escribiría el gráfico en el flujo `f`.

En cualquiera de los módulos (preferiblemente en los ficheros de implementación), pueden añadirse todas las funciones auxiliares que se estime oportuno.

6.5. Equipos de trabajo

La formación de los equipos de dos estudiantes para la realización de este trabajo será libre y se realizará a través de la tarea de Moodle «Formación de grupos para el trabajo obligatorio». Los equipos podrán estar integrados por cualquier par de estudiantes matriculados en la asignatura, pudiendo ser de distintos grupos de teoría o prácticas. Quien no encuentre pareja para apuntarse en la tarea, podrá inscribirse en un equipo de forma individual y esperar a que alguien en la misma situación se inscriba en su grupo, o bien inscribirse en un equipo en el que ya haya un estudiante, para completarlo. Cuando os inscribáis en un equipo, debéis ser conscientes de que adquirís un compromiso personal y académico con el otro miembro del equipo en cuanto a la realización, finalización y entrega del trabajo.

En caso de desavenencias entre los miembros de un equipo, se ofrece la posibilidad de modificar la composición de los mismos en cualquier momento (dentro de la disponibilidad de huecos que pueda haber), con la fecha límite correspondiente al último día de clases de este cuatrimestre (18 de diciembre de 2023). A partir de ese momento, la composición de los grupos quedará fijada de forma definitiva.

El programa que se pide realizar tiene una carga de trabajo suficiente como para que sea objeto de una cuidadosa planificación por parte de los miembros de cada equipo, que va más allá de repartirse distintas funcionalidades para ser desarrolladas independientemente y luego integradas en una entrega

²https://www.cplusplus.com/reference/string/to_string/

final. **Lo que se espera es que realmente se trabaje en equipo, con comunicación frecuente y reuniones para la coordinación del trabajo y la implementación del mismo.**

La forma de colaboración que se sugiere es similar a la que en metodologías ágiles se denomina *programación por pares*³ (*pair programming* en inglés). Aplicando esta técnica, dos programadores trabajan simultáneamente en la escritura del código de un programa de forma conjunta, a la vez que planean y reflexionan sobre el trabajo que realizan, aclaran sus ideas y evalúan soluciones alternativas, dando como resultado *software* de mejor calidad⁴.

Habitualmente, se definen dos papeles:

1. *Piloto* o *controlador* (*driver*, en inglés), que es la persona que utiliza el teclado en un momento dado y, por lo tanto, escribe el código, concentrada en las líneas de código que está escribiendo, mientras comenta al otro programador lo que está haciendo.
2. *Navegador* u *observador* (*navigator*, en inglés), que es la persona que se mantiene en una posición observadora mientras la otra está tecleando. Se encarga de revisar el código que escribe su compañero mientras lo escribe, le guía y comparte ideas. Se mantiene alerta ante problemas o errores sintácticos o de ejecución que puedan estar introduciéndose en el código y va pensando en los siguientes pasos a realizar.

Se recomienda alternar estos dos roles con regularidad.

La técnica de programación por pares puede aplicarse de forma presencial, compartiendo un único equipo, o de forma remota. La extensión Live Share⁵ de Visual Studio Code es una posibilidad. Requiere de una cuenta en GitHub⁶ o de Microsoft para trabajar.

También es posible aplicarla de forma remota reuniéndose en una sala de Google Meet. El piloto escribe el código mientras comparte su pantalla y el navegador observa, guía y comparte sus ideas. El cambio de roles implica intercambiar primero el código (a través del correo electrónico, una carpeta compartida en Google Drive o incluso desde la tarea de entrega del trabajo en Moodle) y, después, que el nuevo piloto comparta su pantalla.

6.6. Recomendaciones y restricciones de diseño

Modularidad del diseño. El programa debe diseñarse de forma que esté integrado por un conjunto de funciones repartidas en los módulos que se suministran en el código de partida. Estas funciones deberían resolver problemas acotados y concretos, siempre que sea posible. Se recuerda que copiar y pegar código no es una forma adecuada de reutilizar código: ante situaciones en las que la solución a parte de un problema es similar a parte de otro, debe definirse una función, adecuadamente parametrizada, que permita resolver los problemas iniciales haciendo las invocaciones adecuadas a la función creada.

El número de líneas de código de cada función debe ser reducido. Conviene facilitar la comprensión del código de aquellas funciones que revistan cierta complejidad incorporando, con medida, comentarios que aclaren su comportamiento y eviten tener que hacer un seguimiento detallado del código para comprender su comportamiento. En cualquier caso, se recuerda que la mejor documentación del código consiste en utilizar identificadores adecuados y significativos y utilizar funciones que resuelvan problemas concretos siempre que sea posible.

³<https://martinfowler.com/bliki/PairProgramming.html>

⁴<https://martinfowler.com/articles/on-pair-programming.html>

⁵<https://docs.microsoft.com/en-us/visualstudio/liveshare/>

⁶<https://github.com/>

Documentación. Las primeras líneas de los ficheros que forman el programa estarán dedicadas a un comentario en el que figuren los nombres y apellidos de los componentes del equipo.

Así mismo, cada función debe contar con su propia especificación mediante:

1. Una precondition que describa con precisión las condiciones que, en su caso, deben satisfacer sus datos de entrada.
2. Una poscondition que describa con precisión las condiciones que deben satisfacer sus datos de salida o resultados.

Legibilidad. La edición del programa fuente debe facilitar su lectura y comprensión. Para ello se deberán tener en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:

1. Elección de identificadores significativos.
2. Alineación y sangrado de las declaraciones y del código de cada algoritmo que faciliten la comprensión de su estructura.
3. Evitar líneas de longitud excesiva que dificulten su lectura en pantalla o su impresión. No conviene que la longitud de ninguna línea sobrepase los 120 caracteres.

Modificabilidad. El diseño del programa debe facilitar los cambios y modificaciones que se realicen durante la explotación del programa. En concreto se deberá velar por facilitar la realización, en su caso, de los siguientes cambios:

1. La incorporación de nuevas operaciones en el gestor de temperaturas.
2. La incorporación de nuevos conjuntos de datos en el sistema que, de producirse, se haría a través de la adición de nuevos ficheros que seguirían la sintaxis de la regla <fichero-climatología> definida en la sección 6.3. En concreto, en el portal de datos abiertos del Gobierno de Aragón hay disponibles datos para los años 2013 y 2014 y no se descarta que se publiquen nuevos datos correspondientes al año 2022 completo y al 2023 una vez que este acabe.

Las modificaciones en el programa necesarias para poder incorporar estos datos deberían consistir únicamente en modificar los valores de las constantes AGNO_INICIAL o AGNO_FINAL del fichero «temperaturas.hpp».

6.7. Entrega y evaluación del trabajo

Antes del **sábado 23 de diciembre de 2023 a las 18:00**, se deben subir a Moodle los siguientes ficheros:

- «main.cpp»
- «opciones.cpp»
- «opciones.hpp»
- «temperaturas.cpp»
- «temperaturas.hpp»

Cada uno de los trabajos realizados por cada equipo será evaluado y calificado sobre 10 puntos. La calificación final de la convocatoria ordinaria tiene en cuenta la nota de este trabajo en un 15 %.

Para posibilitar una compilación automática, deben entregarse todos los ficheros indicados en el apartado anterior, incluso si en la descomposición modular realizada, alguno de ellos no ha sido utilizado. En este caso, pueden entregarse ficheros sin contenido, pero deben ser subidos a Moodle igualmente. El código fuente entregado debe poderse compilar utilizando el fichero «Makefile» original

suministrado en el repositorio del material de partida (es decir, no se debe modificar el «Makefile» proporcionado).

Cada uno de los ficheros entregados estará encabezado por un comentario en el que consten el nombre y apellidos de los autores del trabajo.

No se admitirán trabajos presentados mediante otros medios ni presentados fuera de plazo.

El trabajo que se propone debe ser realizado por cada equipo con independencia de los demás equipos. Debe evitarse que miembros de otros equipos tengan acceso a los documentos de trabajo y programas desarrollados por el equipo. Se hará un análisis de plagios entre trabajos. La copia o coincidencia manifiesta de una parte o de la totalidad de un programa con el presentado por otro equipo constituye fraude académico por parte de todos los miembros de los equipos implicados, que el *Reglamento de Normas de Convivencia de la Universidad de Zaragoza* considera como falta grave y puede acarrear sanciones académicas de ámbito superior al de esta asignatura.

Al corregir, se compilará el código de los ficheros entregados. La existencia de errores sintácticos en los mismos supondrá un cero en la calificación del trabajo.

Para calificar el trabajo se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- **Fidelidad del comportamiento del programa a lo especificado y descrito en este documento** (50 % de la calificación del trabajo).

Se admitirán entregas de programas que no satisfagan la totalidad de los requisitos planteados en este enunciado, siempre que el programa pueda ser compilado correctamente y que la ejecución de una orden no implementada no produzca errores que hagan inviable continuar la prueba del programa. En todo caso, los distintos requisitos planteados en este enunciado tendrán pesos proporcionales a la dificultad de los mismos a la hora de establecer la calificación, y la no implementación de algunos requisitos también repercutirá en las calificaciones de los siguientes apartados.

- **Calidad del diseño algorítmico del código (datos y funciones)**, atendiendo los diferentes criterios de calidad explicados en la asignatura (diseño descendente, eficiencia, reusabilidad del código, etc.) (35 % de la calificación del trabajo).
- **Presentación y legibilidad del código**, teniendo muy presentes las reglas publicadas en la *Guía de estilo para programar en C++*, accesible desde Moodle (15 % de la calificación del trabajo).

El código C++ del programa desarrollado por el equipo debe ser conservado por cada estudiante durante todo el curso.

6.8. Traza de una ejecución de ejemplo del programa

```
Menú de operaciones disponibles
=====
0. Finalizar el programa
1. Listado de temperaturas
2. Estadísticas
3. Evolución de temperaturas
4. Gráfico en pantalla
5. Gráficos en fichero

Seleccione una operación [0-5]: 1
Escriba el nombre de una localidad: Jaca
Escriba un año: 2021

Temperaturas medias mensuales
JACA (2021)
-----
Enero      2.2 °C   36.0 °F
Febrero    8.3 °C   46.9 °F
Marzo      8.4 °C   47.1 °F
Abril     10.2 °C   50.4 °F
Mayo      13.4 °C   56.1 °F
Junio     18.9 °C   66.0 °F
Julio     21.0 °C   69.8 °F
Agosto    22.1 °C   71.8 °F
Septiembre 17.5 °C   63.5 °F
Octubre   12.0 °C   53.6 °F
Noviembre  5.4 °C   41.7 °F
Diciembre  5.7 °C   42.3 °F

Menú de operaciones disponibles
=====
0. Finalizar el programa
1. Listado de temperaturas
2. Estadísticas
3. Evolución de temperaturas
4. Gráfico en pantalla
5. Gráficos en fichero

Seleccione una operación [0-5]: 1
Escriba el nombre de una localidad: jAcA
Escriba un año: 2021

Temperaturas medias mensuales
JACA (2021)
-----
Enero      2.2 °C   36.0 °F
Febrero    8.3 °C   46.9 °F
Marzo      8.4 °C   47.1 °F
Abril     10.2 °C   50.4 °F
Mayo      13.4 °C   56.1 °F
Junio     18.9 °C   66.0 °F
Julio     21.0 °C   69.8 °F
Agosto    22.1 °C   71.8 °F
Septiembre 17.5 °C   63.5 °F
Octubre   12.0 °C   53.6 °F
Noviembre  5.4 °C   41.7 °F
Diciembre  5.7 °C   42.3 °F
...
```

```
...
Menú de operaciones disponibles
=====
0. Finalizar el programa
1. Listado de temperaturas
2. Estadísticas
3. Evolución de temperaturas
4. Gráfico en pantalla
5. Gráficos en fichero

Seleccione una operación [0-5]: 1
Escriba el nombre de una localidad: Santa Eulalia del Campo
Escriba un año: 2016

Temperaturas medias mensuales
SANTA EULALIA DEL CAMPO (2016)
-----
Enero      6.3 °C   43.3 °F
Febrero    5.6 °C   42.1 °F
Marzo      5.9 °C   42.6 °F
Abril      9.4 °C   48.9 °F
Mayo      13.7 °C   56.7 °F
Junio     19.4 °C   66.9 °F
Julio     23.0 °C   73.4 °F
Agosto    22.8 °C   73.0 °F
Septiembre 18.2 °C   64.8 °F
Octubre   14.4 °C   57.9 °F
Noviembre  7.3 °C   45.1 °F
Diciembre  4.9 °C   40.8 °F

Menú de operaciones disponibles
=====
0. Finalizar el programa
1. Listado de temperaturas
2. Estadísticas
3. Evolución de temperaturas
4. Gráfico en pantalla
5. Gráficos en fichero

Seleccione una operación [0-5]: 1
Escriba el nombre de una localidad: Aranda de Moncayo
Escriba un año: 2018

Temperaturas medias mensuales
ARANDA DE MONCAYO (2018)
-----
Enero      6.2 °C   43.2 °F
Febrero    7.1 °C   44.8 °F
Marzo      6.9 °C   44.4 °F
Abril     11.0 °C   51.8 °F
Mayo     13.9 °C   57.0 °F
Junio     18.3 °C   64.9 °F
Julio     22.3 °C   72.1 °F
Agosto    22.0 °C   71.6 °F
Septiembre 19.5 °C   67.1 °F
Octubre   12.0 °C   53.6 °F
Noviembre  9.4 °C   48.9 °F
Diciembre  8.1 °C   46.6 °F
...
```

```
...
Menú de operaciones disponibles
=====
0. Finalizar el programa
1. Listado de temperaturas
2. Estadísticas
3. Evolución de temperaturas
4. Gráfico en pantalla
5. Gráficos en fichero

Seleccione una operación [0-5]: 1
Escriba el nombre de una localidad: Torla
Escriba un año: 2021
No hay datos de TORLA en 2021.

Menú de operaciones disponibles
=====
0. Finalizar el programa
1. Listado de temperaturas
2. Estadísticas
3. Evolución de temperaturas
4. Gráfico en pantalla
5. Gráficos en fichero

Seleccione una operación [0-5]: 1
Escriba el nombre de una localidad: Teruel
Escriba un año: 2023
Los años deben estar entre 2015 y 2021.

Menú de operaciones disponibles
=====
0. Finalizar el programa
1. Listado de temperaturas
2. Estadísticas
3. Evolución de temperaturas
4. Gráfico en pantalla
5. Gráficos en fichero

Seleccione una operación [0-5]: 2
Escriba el nombre de una localidad: Teruel
Escriba un año: 2018

Estadísticos
TERUEL (2018)
-----
Temperatura media mensual máxima: 23.4 °C
Temperatura media mensual mínima: 5.6 °C
Temperatura media anual: 13.3 °C
Desviación típica poblacional: 6.5 °C

Menú de operaciones disponibles
=====
0. Finalizar el programa
1. Listado de temperaturas
2. Estadísticas
3. Evolución de temperaturas
4. Gráfico en pantalla
5. Gráficos en fichero

Seleccione una operación [0-5]: 2
Escriba el nombre de una localidad: Castellote
Escriba un año: 2015
No hay datos de CASTELLOTE en 2015.
...
```

```
...
Menú de operaciones disponibles
=====
0. Finalizar el programa
1. Listado de temperaturas
2. Estadísticas
3. Evolución de temperaturas
4. Gráfico en pantalla
5. Gráficos en fichero

Seleccione una operación [0-5]: 2
Escriba el nombre de una localidad: Castellote
Escriba un año: 2016

Estadísticos
CASTELLOTE (2016)
-----
Temperatura media mensual máxima: 24.6 °C
Temperatura media mensual mínima: 7.6 °C
Temperatura media anual: 14.9 °C
Desviación típica poblacional: 6.2 °C

Menú de operaciones disponibles
=====
0. Finalizar el programa
1. Listado de temperaturas
2. Estadísticas
3. Evolución de temperaturas
4. Gráfico en pantalla
5. Gráficos en fichero

Seleccione una operación [0-5]: 3
Escriba el nombre de una localidad: Huesca

Evolución de temperaturas
HUESCA
-----
2015 15.5 °C
2016 14.6 °C -0.9 °C
2017 14.7 °C +0.1 °C
2018 14.8 °C +0.1 °C
2019 14.5 °C -0.3 °C
2020 14.8 °C +0.3 °C
2021 14.3 °C -0.5 °C

Menú de operaciones disponibles
=====
0. Finalizar el programa
1. Listado de temperaturas
2. Estadísticas
3. Evolución de temperaturas
4. Gráfico en pantalla
5. Gráficos en fichero

Seleccione una operación [0-5]: 3
Escriba el nombre de una localidad: Andorra
...
```



```
...
Evolución de temperaturas
ANDORRA
-----
2015  14.2 °C
2016  13.9 °C  -0.3 °C
2017  14.3 °C  +0.4 °C
2018  14.1 °C  -0.2 °C
2019  14.3 °C  +0.1 °C
2020  14.3 °C  +0.0 °C
2021  13.7 °C  -0.6 °C

Menú de operaciones disponibles
=====
0. Finalizar el programa
1. Listado de temperaturas
2. Estadísticas
3. Evolución de temperaturas
4. Gráfico en pantalla
5. Gráficos en fichero

Seleccione una operación [0-5]: 3
Escriba el nombre de una localidad: Daroca

Evolución de temperaturas
DAROCA
-----
2015  13.6 °C
2016  13.3 °C  -0.3 °C
2017  13.6 °C  +0.4 °C
2018  13.4 °C  -0.2 °C
2019  13.5 °C  +0.1 °C
2020  13.7 °C  +0.3 °C
2021  13.1 °C  -0.7 °C

Menú de operaciones disponibles
=====
0. Finalizar el programa
1. Listado de temperaturas
2. Estadísticas
3. Evolución de temperaturas
4. Gráfico en pantalla
5. Gráficos en fichero

Seleccione una operación [0-5]: 3
Escriba el nombre de una localidad: Ayerbe
No hay datos de AYERBE en 2015.

Menú de operaciones disponibles
=====
0. Finalizar el programa
1. Listado de temperaturas
2. Estadísticas
3. Evolución de temperaturas
4. Gráfico en pantalla
5. Gráficos en fichero

Seleccione una operación [0-5]: 3
Escriba el nombre de una localidad: Bujaraloz
No hay datos de BUJARALUZ en 2018.
...
```

```
...
Menú de operaciones disponibles
=====
0. Finalizar el programa
1. Listado de temperaturas
2. Estadísticas
3. Evolución de temperaturas
4. Gráfico en pantalla
5. Gráficos en fichero

Seleccione una operación [0-5]: 4
Escriba el nombre de una localidad: Zaragoza
Escriba un año: 2021

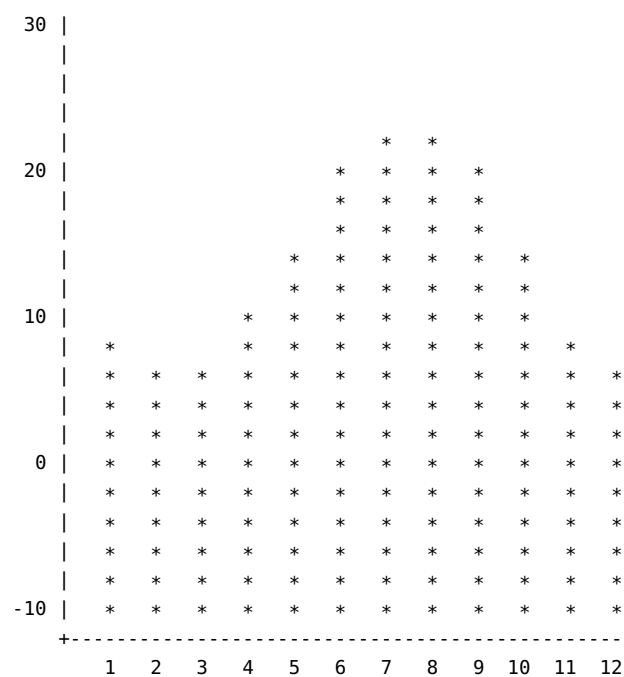
Gráfico
ZARAGOZA (2021)
-----
30 | 
   | 
   |          *      *
   |         * *    * *
   |        * *    * *
20 |       * *    * *
   |      * *    * *
   |     * *    * *
   |    * *    * *
   |   * *    * *
10 |  * *    * *
   | * *    * *
   |* *    * *
   |* *    * *
   |* *    * *
0  |* *    * *
   |* *    * *
   |* *    * *
   |* *    * *
-10|* *    * *
   +-----+
      1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12

Menú de operaciones disponibles
=====
0. Finalizar el programa
1. Listado de temperaturas
2. Estadísticas
3. Evolución de temperaturas
4. Gráfico en pantalla
5. Gráficos en fichero

Seleccione una operación [0-5]: 4
Escriba el nombre de una localidad: Andorra
Escriba un año: 2016
...
```

Gráfico

ANDORRA (2016)



Menú de operaciones disponibles

- ```
=====
0. Finalizar el programa
1. Listado de temperaturas
2. Estadísticas
3. Evolución de temperaturas
4. Gráfico en pantalla
5. Gráficos en fichero
```

Seleccione una operación [0-5]: **4**

Escriba el nombre de una localidad: **Torla**

Escriba un año: **2021**

No hay datos de TORLA en 2021.

## Menú de operaciones disponibles

- ```
=====
0. Finalizar el programa
1. Listado de temperaturas
2. Estadísticas
3. Evolución de temperaturas
4. Gráfico en pantalla
5. Gráficos en fichero
```

Seleccione una operación [0-5]: **5**

Escriba el nombre de una localidad: **Zaragoza**

Escriba el nombre del fichero en el que guardar la gráfica: **datos/zaragoza.txt**

Gráficos creados y guardados

Menú de operaciones disponibles

- ```
=====
0. Finalizar el programa
1. Listado de temperaturas
2. Estadísticas
3. Evolución de temperaturas
4. Gráfico en pantalla
5. Gráficos en fichero
```

Seleccione una operación [0-5]: **0**