Configuración y adaptación automática de proyectos

Desarrollo Colaborativo de Aplicaciones

01: Introducción

02: Meta-Build Systems

03: CMake

04: Otros sistemas

Introducción

¿Es suficiente con `make`?

Hasta el momento, hemos usado `make` para automatizar el proceso de compilación de nuestros proyectos.

- Makefiles con reglas y dependencias
- Variables y patrones
- Compilación incremental
- Automatización del proceso de distribución

¿Es suficiente con `make`?

`make` es una herramienta potente, pero…

1. **Sintaxis específica y arcana**
2. **No es portable por sí solo**
3. **Configuración manual del entorno**
4. **Sin detección automática**

¿Es suficiente con `make`?

Junto a esto, se suma un problema peor: **la portabilidad**

```
1 CC = gcc
2 CFLAGS = -Wall -O2 -I/usr/local/include
3 LDFLAGS = -L/usr/local/lib -lpthread
4
5 programa: main.o utils.o
6     $(CC) -o programa main.o utils.o $(LDFLAGS)
```

¿Esto funcionaría en Windows?

¿Es suficiente con `make`?

Bajo el sistema tradicional de `make`, deberíamos mantener, al menos, un *configurador de proyectos* por sistema operativo.

¿Es suficiente con `make`?

El problema de la mantenibilidad:

> Digamos que empiezas con Visual Studio; tienes un archivo de solución y un único archivo de proyecto. Ahora supón que tu proyecto empieza a crecer y quieres que otras personas trabajen en él; necesitarán Visual Studio para poder abrir tu archivo de solución, compilar todos los archivos fuente y ejecutar tu ejecutable.

¿Es suficiente con `make`?

El problema de la mantenibilidad:

> De repente, llega alguien que usa Linux quiere usar tu proyecto. Visual Studio no existe en Linux, así que investigas un poco y descubres que hay que definir un Makefile. Así que lo implementas todo va bien.

¿Es suficiente con `make`?

El problema de la mantenibilidad:

> Después de un tiempo, te das cuenta de que es molesto mantener tanto tu proyecto de Visual Studio como tu Makefile. A cada cambio que haces al proyecto, te encuentras actualizando tu proyecto de Visual Studio y olvidando actualizar el Makefile, hasta que alguien que usa Linux se queja.

¿Es suficiente con `make`?

> Además, hay algunas personas que ejecutan diferentes versiones de Visual Studio que tú y que te exigen que proporciones archivos de proyecto que sean compatibles con sus versiones. Es decir ¡debes tener una versión del proyecto para cada Visual Studio existente y la de Linux!.

¿Es suficiente con `make`?

> Es decir ¡debes tener una versión del proyecto para cada Visual Studio existente y la de Linux!.

Meta-Build Systems

Fundamentos de los *Meta-Build Systems*

Los *Meta-Build Systems* se basan en no escribir ficheros de configuración de proyectos manualmente, sino **describirlos** en alto nivel y **generarlos** automáticamente para cada plataforma.

Fundamentos de los *Meta-Build Systems*

Estos sistemas se basan en una arquitectura de **dos capas**:

Capa Superior: *Meta-Build*

- Lenguaje de alto nivel.
- Describe **QUÉ** construir.
- Independiente de plataforma.
- Detecta el entorno.
- **Genera** archivos de *build*.

Capa Inferior: *Build* nativo

- Ejecuta la compilación real.
- Gestiona dependencias.
- Específico de plataforma.
- Invoca compiladores.
- **Ejecuta** el build.

Fundamentos de los *Meta-Build Systems*

Nosotros configuraremos **solo** la primera capa, el *Meta-Build*. La segunda capa la genera el *software* de configuración automáticamente.

Fundamentos de los *Meta-Build Systems*

Ventajas de esta arquitectura:

1. **Abstracción de plataforma:** Escribe una vez, **compila en todas partes**.
2. **Optimización nativa:** Usa el mejor *build system* de cada plataforma.
3. **Integración con IDEs:** Genera proyectos nativos (Visual Studio, Xcode).
4. **Mantenibilidad**.

Un poco de historia

2ª Generación

- AutoMake/AutoConf (1991)
- Scripts `configure`
- Detección básica

3ª Generación (Actual)

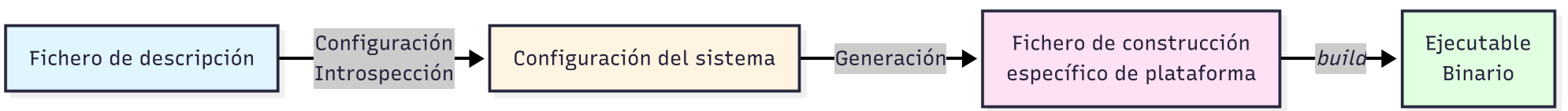
- CMake (2000)
- Meson (2013)
- Premake (2002)

Principios de diseño

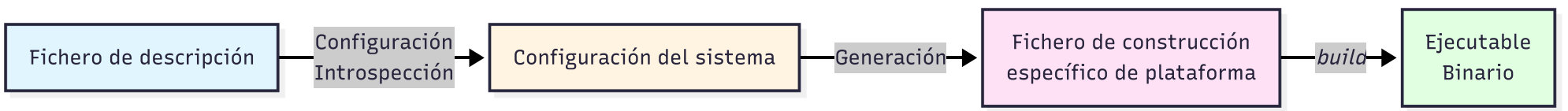
Todo meta-build system debe resolver:

1. **Abstracción de plataforma:** Un único lenguaje de descripción
2. **Introspección del sistema:** Detectar herramientas y capacidades
3. **Gestión de dependencias:** Encontrar y enlazar bibliotecas
4. **Generación eficiente:** Producir builds optimizados
5. **Extensibilidad:** Adaptarse a necesidades específicas

Principios de diseño



Principios de diseño



Importante

Las dos primeras fases son el ***meta-build***, la tercera es **la compilación real**.

Fase 1: Configuración

En la **fase de configuración** se ejecuta lo siguiente:

1. ***Parsing*:** Leer y analizar los archivos de descripción.
2. **Introspección:** Detectar compiladores y herramientas.
3. **Resolución de dependencias:** Encontrar librerías requeridas.

Fase 1: Configuración

En la **fase de configuración** se ejecuta lo siguiente:

4. **Validación:** Verificar los requisitos del proyecto.
5. **Procesamiento de opciones:** Aplicar la configuración del usuario.
6. **Generación de cache:** Almacenar los resultados para builds futuros.

Fase 1: Configuración

Durante la **introspección del sistema** debemos descubrir:

Herramientas de compilación:

- Compiladores disponibles.
- Versiones y capacidades.
- *Flags* soportados.
- *Linker* y *archiver*.

Entorno del sistema:

- Sistema operativo y versión
- Arquitectura (x86_64, ARM, etc.)
- Variables de entorno
- Rutas estándar

Fase 2: Generación

Transformación de descripción abstracta a build concreto:

1. **Selección de generador:** Makefile, Ninja, Visual Studio, …
2. **Procesamiento de *templates*:** Expansión de variables.
3. **Creación de reglas:** Comandos de compilación específicos.
4. **Establecimiento de dependencias:** Orden de construcción.
5. **Configuración de instalación:** *Scripts* de instalación.
6. **Generación de metadatos:** Archivos auxiliares.

Fase 2: Generación

Generadores `make`-*based*:

- Unix Makefiles, MinGW Makefiles, NMake.
- Maduros, universales, más lentos.
- Paralelización con `-j`.

Fase 2: Generación

Generadores IDE:

- Visual Studio, Xcode.
- Integración completa con IDE.
- Debugging nativo.

Fase 2: Generación

Generadores modernos:

- **Ninja:** Extremadamente rápido, minimalista.
- Optimizado para regeneración incremental.

Fase 3: *Build* (compilación real)

En este punto se ejecuta el *build system* nativo del sistema.

El *Meta-Build system* ya no interviene en este paso.

> **Tip**
>
> Sin embargo, algunos sistemas como `CMake` contienen funciones auxiliares en su CLI para ejecutar este proceso bajo un mismo entorno.

Conceptos Fundamentales

El target

Target = Unidad de construcción En la *jerga* de los *Meta-Build Systems* un **target** es una **unidad de construcción**.

Conceptos Fundamentales

El target

Taxonomía de targets:

1. **Ejecutables:** Programas finales.
2. **Bibliotecas estáticas:** Archivos objeto agrupados (`.a`, `.lib`).
3. **Bibliotecas dinámicas:** Código compartido (`.so`, `.dll`, `.dylib`).

Conceptos Fundamentales

El target

Taxonomía de targets:

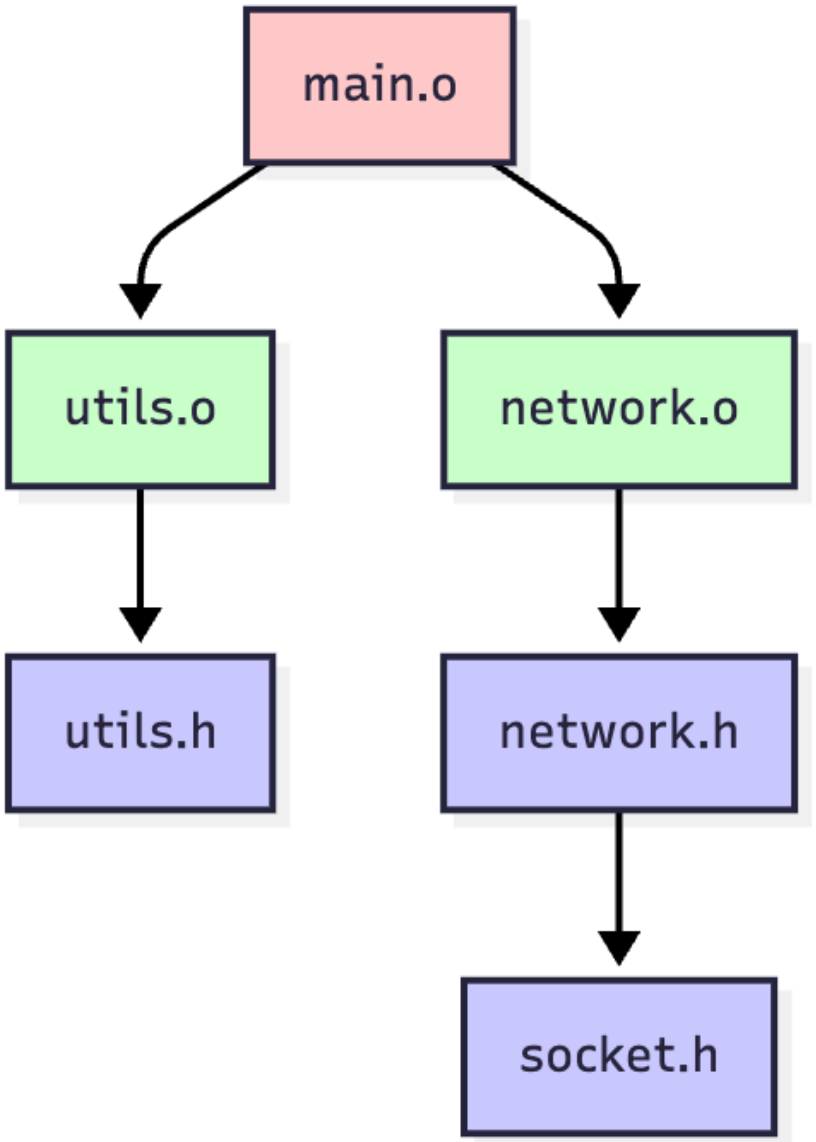
5. **Targets importados:** Referencias a bibliotecas externas.
6. **Targets personalizados:** Comandos arbitrarios.
7. **Targets alias:** Referencias a otros targets.

Conceptos Fundamentales

El grafo de dependencias

Las dependencias se establecen a través de un DAG

- **Nodos:** Archivos fuente, headers, objetos, bibliotecas, ejecutables
- **Aristas dirigidas:** Relaciones de dependencia
- **Acíclico:** No puede haber ciclos (evita dependencias circulares)
- **Orden topológico:** Define el orden de compilación


main.o
utils.o
network.o
utils.h
network.h
socket.h

Conceptos Fundamentales

Análisis de dependencias

¿Qué hay que recompilar después de un cambio?

Timestamps

Sistema idéntico que en los Makefiles.

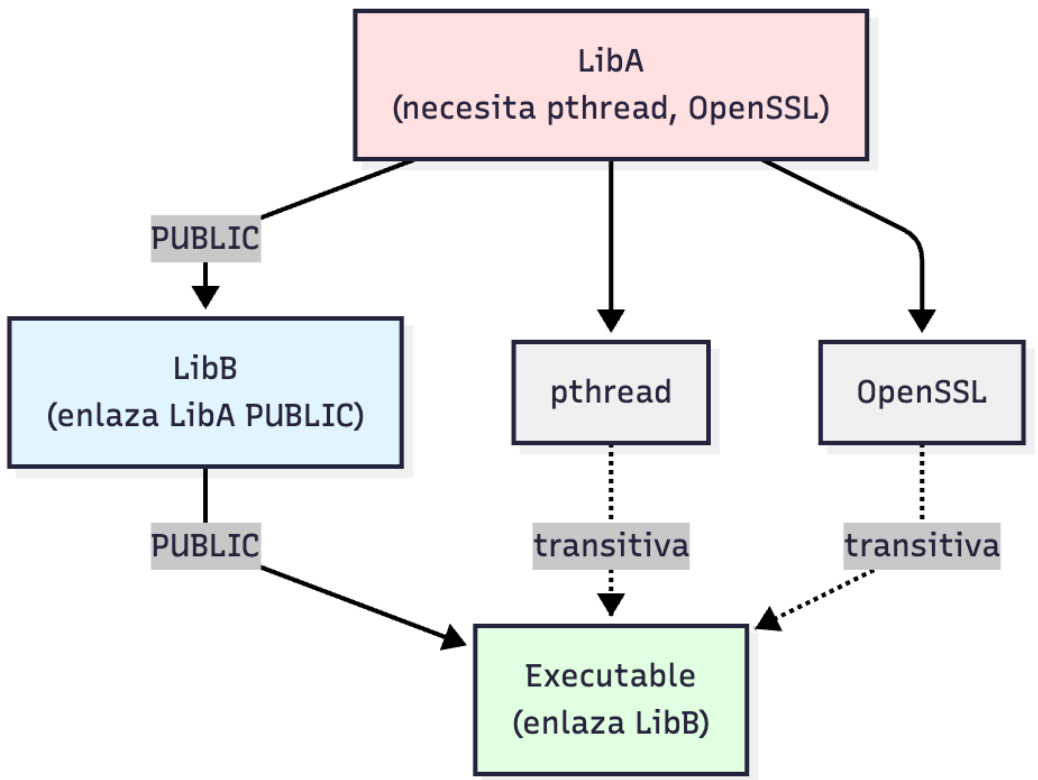
Las cabeceras también se registran

```
1 // main.cpp
2 #include "utils.h"
3 #include "config.h"
```

Si `config.h` o `utils.h` cambia → Recompilar `main.cpp`

Conceptos Fundamentales

Propagación de dependencias transitivas



Conceptos Fundamentales

Propagación de dependencias transitivas

Gracias a esta estructura, el ejecutable enlaza diréctamente con con LibA, pthread, OpenSSL

Ventaja: No repetir dependencias en cada nivel

Conceptos Fundamentales

¿Qué implica el modo de propagación?

El modo de propagación indica la **visibilidad** de las librerías en tiempo de compilación al **evaluar el target**.

Conceptos Fundamentales

- **PRIVADO:** La dependencia se usa exclusivamente en la implementación asociada.

- Se usa **exclusivamente en la implementación del código**.
- No es visible por código que importe la fuente.
- No se propaga en compilación.

Conceptos Fundamentales

Ejemplo: La librería *Pizzeria*

Implementamos la clase `Pizzeria` y la clase `HarinaEspecial`.

```
1 target_link_libraries(Pizzeria PRIVATE Cocina)
```

- Pizzeria puede usar en su **implementación** `Cocina`.
- Pizzería no puede incluir `Cocina` en su cabecera.
- Si alguien importa la librería Pizzeria y quiere usar `Cocina`, debe enlazarla externamente.

Conceptos Fundamentales

- **PÚBLICO:** La dependencia se usa en el target Y en quien más quiera.

- Se usa tanto en la implementación del código del target como en la de cualquier otro que importe al target.
- La dependencia **es visible** por quien importe el target.
- Sí se propaga en compilación.

Conceptos Fundamentales

Ejemplo: La librería *Pizzeria*

Implementamos la clase `Pizzeria` y la clase `Pizza`.

```
1 target_link_libraries(Pizzeria PUBLIC Pizza)
```

- Pizzeria puede usar `Pizza` en su **implementación**.
- Pizzería puede incluir `Pizza` en su cabecera.
- Si alguien importa la librería Pizzeria y quiere usar `Pizza`, `Pizza` se incluye automáticamente.

Conceptos Fundamentales

- **INTERFAZ:** La dependencia no se usa en el target, pero sí en quien lo importe.

- No se usa en ningún momento de la implementación del target.
- La dependencia **es visible** por quien importe el target.
- Sí se propaga en compilación.

Conceptos Fundamentales

Ejemplo: La librería *Pizzeria*

Implementamos la clase `Pizzeria` y la clase `Delievery`.

```
1 target_link_libraries(Pizzeria INTERFACE Delievery)
```

- Pizzeria no usa `Delievery` en su implementación.
- Pizzería no incluye `Delievery` en su cabecera.
- Si alguien importa la librería `Pizzeria`, puede usar los métodos de `Delievery` si lo precisa.
- No se debe explicitar el uso de `Delievery` en compilación.

Conceptos Fundamentales

Propiedades de Targets

En el *Meta-Build System* definimos también las propiedades de los targets

> **Tip**
>
> De la misma forma que modificarías en un `Makefile` los *include paths*, *lib paths* etc.

Conceptos Fundamentales

Gestión de Dependencias Externas

¿Qué hacemos con las librerías externas que usamos en nuestros proyectos?

> Los *Meta-Build Systems* deben ser capaces de buscar las dependencias externas en el Sistema Operativo objetivo y descargarlas e instalarlas si es preciso.

Out-of-source builds

Las *out-of-source builds* son uno de los **principios fundamentales de los *Meta-Build Systems***

> Separar completamente el código fuente de los artefactos generados

Out-of-source builds

Ventajas de usar este enfoque

1. Repositorio limpio (`.gitignore build/`)
2. Múltiples configuraciones simultáneas
3. Limpieza trivial (`rm -rf build/`)
4. Sin conflictos de archivos

Out-of-source builds

Con el mismo código, generamos diferentes *builds*:

```
proyecto/
├── src/
├── build-debug/        # Debug con símbolos
├── build-release/      # Release optimizado
├── build-profiling/
└── build-windows/        # Otro SO
```

Cache de Configuración

No recalcular en cada build

Almacena:

- Resultados de introspección (compilador, versiones)
- Ubicaciones de dependencias encontradas
- Opciones configuradas por usuario
- Variables internas de estado
- Timestamps de última configuración

CMake

Introducción a CMake

CMake (*Cross-Platform Make*)

- Sistema más popular actualmente
- Lenguaje propio de scripting
- **Meta-build system:** Genera proyectos nativos
- Usado por: KDE, Qt, Blender, OpenCV, LLVM
- Ecosistema enorme de módulos Find

Introducción a CMake

Generadores soportados:

- Unix Makefiles
- Ninja
- Visual Studio
- Xcode
- NMake
- Y más…

Introducción a CMake

Principios fundamentales:

1. ***Sepparation of concerns*:** Configure vs Generate vs Build
2. ***Target-centric*:** Todo gira alrededor de targets
3. **Portabilidad real:** Misma descripción, múltiples plataformas
4. **Extensibilidad:** Funciones, macros, módulos personalizados

El lenguaje CMake

Características del lenguaje:

- **Imperativo:** Ejecuta comandos secuencialmente
- **Case-insensitive:** `add_executable` = `ADD_EXECUTABLE`
- **Dinámicamente tipado:** Variables son strings
- **Sin retorno de valores:** Funciones modifican variables
- **Scope léxico:** Variables por directorio/función
- **Listas como strings:** Separadas por `;`

Variables en CMake

```cmake
# Definir variable
set(MI_VAR "valor")
set(LISTA "uno;dos;tres")  # Lista

# Usar variable
message("${MI_VAR}")

# Variables de cache (persistentes)
set(OPTION "default" CACHE STRING "Descripción")

# Variables de entorno
set(ENV{PATH} "/nueva/ruta:$ENV{PATH}")

# Variables del sistema
${CMAKE_SYSTEM_NAME}      # Linux, Windows, Darwin
${CMAKE_CXX_COMPILER_ID}  # GNU, Clang, MSVC
```

Scope de variables

```
1  set(VAR "global")
2
3  function(mi_funcion)
4      set(VAR "local")       # Solo dentro de función
5      set(VAR "parent" PARENT_SCOPE)  # Modifica scope padre
6  endfunction()
7
8  # Directorios
9  # CMakeLists.txt en src/ tiene su propio scope
10 add_subdirectory(src)
```

Estructura Básica: CMakeLists.txt

Archivo mínimo:

```
1  cmake_minimum_required(VERSION 3.15)
2
3  project(MiProyecto
4      VERSION 1.0
5      DESCRIPTION "Mi aplicación"
6      LANGUAGES CXX
7  )
8
9  add_executable(miapp main.cpp)
```

Estructura Básica: CMakeLists.txt

Disección:

- `cmake_minimum_required`: Versión mínima de CMake
- `project()`: Define proyecto, establece variables
- `add_executable()`: Crea target ejecutable

El comando `project`

```
project(MiApp
    VERSION 2.1.3
    DESCRIPTION "Aplicación de ejemplo"
    HOMEPAGE_URL "https://ejemplo.com"
    LANGUAGES CXX C
)
```

Variables definidas automáticamente:

```
${PROJECT_NAME}                 # MiApp
${PROJECT_VERSION}              # 2.1.3
${PROJECT_VERSION_MAJOR}        # 2
${PROJECT_VERSION_MINOR}        # 1
${PROJECT_VERSION_PATCH}        # 3
${PROJECT_SOURCE_DIR}           # /ruta/al/proyecto
${PROJECT_BINARY_DIR}           # /ruta/al/build
```

Targets: tipos y creación

- Ejecutables: `add_executable(programa main.cpp utils.cpp)`
- Librerías estáticas: `add_library(milib STATIC lib.cpp helper.cpp)`
- Librerías dinámicas: `add_library(milib_shared SHARED lib.cpp)`
- Librerías *header only*: `add_library(headeronly INTERFACE)`
- Targets personalizados.

Targets: tipos y creación

Todas las funciones de creación de targets reciben una lista de ficheros fuente necesarios para crearlo. La estructura es siempre `ARG_1 = nombre` y `ARG_2 = fuentes`. De esta forma, CMake monitoriza **qué ficheros pueden sufrir cambios para recompilar**.

Targets: tipos y creación

Nota

Puedes generar esto de dos formas. O bien como se explica aquí o con la función `target_sources()`, por si quieres dividir la forma en la que defines los ficheros fuente para target.

Targets: tipos y creación

> **Tip**
>
> **No es necesario que indiques los .h o .hpp**, CMake los detecta automáticamente como dependencias modificables.

Target properties

Propiedades definen el comportamiento del target

```cmake
# Ver propiedad
get_target_property(TIPO milib TYPE)

# Establecer propiedad
set_target_properties(milib PROPERTIES
    CXX_STANDARD 17
    CXX_STANDARD_REQUIRED ON
    POSITION_INDEPENDENT_CODE ON
    VERSION 1.2.3
    SOVERSION 1
)

# Propiedades comunes
OUTPUT_NAME             # Nombre del archivo generado
ARCHIVE_OUTPUT_DIRECTORY  # Directorio para .a
LIBRARY_OUTPUT_DIRECTORY  # Directorio para .so
RUNTIME_OUTPUT_DIRECTORY  # Directorio para ejecutables
```

target_include_directories()

Actualizar los *include dirs* de compilación

```
target_include_directories(milib
    PUBLIC                      # Para milib y sus consumidores
        include/                # Headers públicos
    PRIVATE                     # Solo para milib
        src/internal/           # Headers internos
)
```

target_include_directories()

Actualizar los *include dirs* de compilación

> **Nota**
>
> Esto es el equivalente de añadir manualmente -I ${INCLUDE_DIRS} en un `Makefile`.

target_link_libraries()

Enlazar con otras bibliotecas:

```
# Enlace moderno (recomendado)
target_link_libraries(miapp
    PRIVATE
        milib               # Target interno
        Threads::Threads    # Target importado
    PUBLIC
        Boost::filesystem   # Propagará a consumidores
)
```

target_link_libraries()

Nota

Esto es el equivalente de añadir manualmente -l en un `Makefile`.

target_link_libraries()

Nota

Esto es el equivalente de añadir manualmente -l en un `Makefile`.

Advertencia

Recuerda que también tienes que actualizar los *lib paths* si incluyes librerías externas en tu proyecto. Para eso, deberás llamar a `target_link_directories()`, la cual tiene un comportamiento idéntico a la homónima vista anteriormente.

Organización multi-directorio

En el caso de contar con múltiples directorios, deberemos emplear una **estrategia de división**.

Organización multi-directorio

- Decidir qué parte de nuestro *software* forma el núcleo de un *target*.
- Pensar si alguna parte del programa constituye una **librería**.

> Ejemplo: En videjouegos, el motor es una librería que luego la aplicación (el ejecutable) consume. De esta forma, éste es exportable a otros proyectos.

Organización multi-directorio

El directorio **raíz** contendrá un fichero `CMakeLists.txt`.

Organización multi-directorio

El directorio **raíz** contendrá un fichero `CMakeLists.txt`.

Ahí, se llamará a la función `add_subdirectory()` para que `CMake` busque el `CMakeLists.txt` del directorio objetivo.

Organización multi-directorio

El directorio **raíz** contendrá un fichero `CMakeLists.txt`.

Ahí, se llamará a la función `add_subdirectory()` para que `CMake` busque el `CMakeLists.txt` del directorio objetivo.

> **Importante**
>
> Esto no es una llamada recursiva, recuerda que `CMake`, a diferencia de `make` va a **generar los ficheros de compilación**, pero no va a compilar ningún proyecto. Este tipo de dependencias luego se resolverán en el DAG generado para crear dichos ficheros. **CMake generará `Makefiles` monolíticos.**

Organización multi-directorio

root/CMakeLists.txt

```
1 ...
2 add_subdirectory(core)
3 ...
```

root/core/CMakeLists.txt

```
1 ...
2 add_library(core)
3 ...
```

FetchContent: dependencias automáticas

Add-on de CMake para buscar automáticamente las dependencias del proyecto.

FetchContent: dependencias automáticas

Add-on de CMake para buscar automáticamente las dependencias del proyecto.

Si una dependencia no se encuentra, podemos ordenar que se descargue y añada al proyecto (de forma **local**).

FetchContent: dependencias automáticas

```
1  include(FetchContent)
2
3  find_package(raylib)
4
5  if (NOT raylib_FOUND)
6
7      ...
8
9      FetchContent_Declare(
10         raylib
11         GIT_REPOSITORY https://github.com/raysan/raylib
12         GIT_TAG 5.0
13     )
14
15     FetchContent_MakeAvailable(raylib)
16 endif()
```

Ventaja: No requiere instalación previa de dependencias

Comandos básicos de CMake

Para generar la configuración de tu proyecto, debes ejecutar:

```
1 cmake .
```

Comandos básicos de CMake

Para generar la configuración de tu proyecto, debes ejecutar:

```
1 cmake .
```

> ⚠ **Advertencia**
>
> Esta es la forma de hacer un *in-source build*, la cual verás que es muy sucia. Lo recomendable es **siempre hacer *out-of-source builds***.

Comandos básicos de CMake

Para generar una *out-of-source build* puedes hacerlo o manual:

```
1 mkdir build
2 cd build
3 cmake ..
```

o automático:

```
1 cmake -B build .
```

Comandos básicos de CMake

Para **compilar tu proyecto**. Puedes hacerlo de forma manual:

```
1 cd build
2 make
```

o usar el *helper* de CMake:

```
1 cmake --build build
```

Comandos básicos de CMake

Tip

Una ventaja de usar el *helper* de CMake es que integras la compilación en un solo comando agnóstico al Sistema Operativo. Tú escribirás lo mismo en el terminal, mientras que CMake será el encargado de detectar cómo se debe compilar y realizar los comandos neceasrios en el sistema operativo que te encuentres.

Otros *Meta-Build Systems*

Meson

- Diseñado desde cero (2013) y enfocado en la velocidad
- Sintaxis Python-like, muy legible
- Backend Ninja por defecto
- Separación estricta configure/build

Meson

Filosofía:

"Lo correcto por defecto"

- Reconfigura automáticamente
- Detección rápida de cambios

Meson

Diferencia clave con CMake:

- Un solo backend
- **No genera proyectos IDE**
- Extremadamente rápido
- Menos flexible

Meson

Ejemplo de sintaxis:

```
project('miapp', 'cpp', version: '1.0')

executable('miapp',
  sources: ['main.cpp', 'utils.cpp'],
  dependencies: dependency('boost'),
  install: true
)
```

Ventajas teóricas de Meson

- **Velocidad:** 2-3x más rápido que CMake en configuración
- **Simplicidad:** Menos opciones = menos errores
- **Modernidad:** Sintaxis amigable, Python es conocido mundialmente

Premake

Características distintivas:

- Configuración en Lua (lenguaje completo)
- Orientado a IDEs nativos
- Popular en desarrollo de videojuegos
- Workspaces y proyectos (como soluciones VS)

Premake

"Genera proyectos que los desarrolladores esperan"

- Visual Studio .sln/.vcxproj
- Xcode .xcodeproj
- Makefiles tradicionales

Premake

Diferencia con CMake:

- Lenguaje Turing-completo (Lua)
- Genera archivos IDE reales, no intermedios
- Scripting muy flexible

Premake

Ejemplo de sintaxis:

```
workspace "MiJuego"
   configurations { "Debug", "Release" }

project "Motor"
   kind "StaticLib"
   files { "src/engine/**.cpp" }

project "Juego"
   kind "WindowedApp"
   files { "src/game/**.cpp" }
   links { "Motor" }
```

Ventajas teóricas de Premake

- **Flexibilidad:** Lua permite cualquier lógica
- **IDE nativos:** Debugging, intellisense funcionan perfectamente
- **Control afinado:** Configuración muy específica por plataforma
- **Familiaridad:** En la industria del videojuego se conoce Lua

El estado de la cuestión

CMake:

- Meta-sistema universal
- Máxima compatibilidad
- Ecosistema gigante
- Lenguaje verboso

El estado de la cuestión

Meson:

- Optimizado para velocidad
- Sintaxis clara

El estado de la cuestión

Premake:

- Optimizado para IDEs
- Libertad total (Lua)
- Ecosistema gamedev
- Sintaxis flexible

¿Cuándo usar cada uno?

CMake:

- Proyectos grandes y complejos
- Ecosistema C/C++ establecido
- Máxima portabilidad requerida
- Gran cantidad de dependencias externas
- Industria/empresas establecidas

¿Cuándo usar cada uno?

Meson:

- Independencia de IDEs (¡viva code!)
- Prioridad en velocidad de compilación
- Builds frecuentes (CI/CD intensivo)

¿Cuándo usar cada uno?

Premake:

- Desarrollo de videojuegos
- Necesidad de usar IDEs intensivamente
- Configuraciones muy específicas por plataforma
- Scripting complejo necesario

Tendencias

Adopción actual (estimada):

- CMake: ~70% proyectos C/C++
- Meson: ~10-15% (creciendo)
- Premake: ~5-10% (estable, gamedev)
- Otros: ~5-10%

Tendencias

Tendencias:

- CMake sigue siendo estándar de facto
- Meson ganando terreno en proyectos actuales
- Premake nicho en gamedev, aunque se está virando a CMake