



Grado en Ingeniería Información

Estructura de Datos y Algoritmos

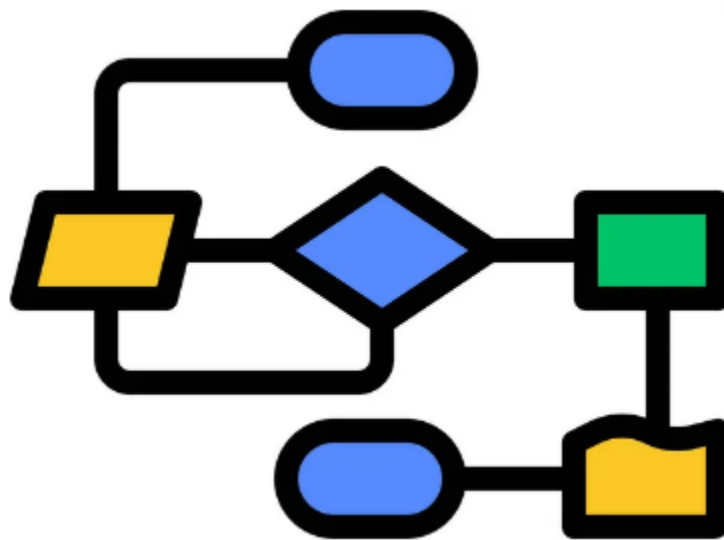
Sesión 14

Curso 2023-2024

Marta N. Gómez

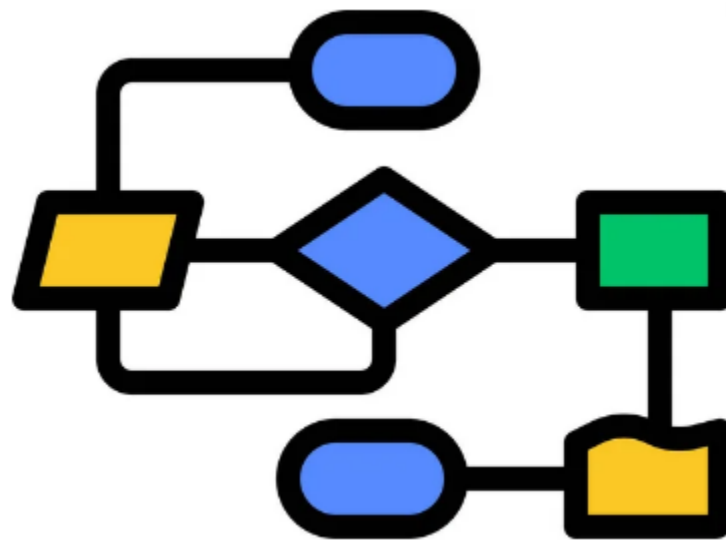
T4. Técnicas Algorítmicas

- Divide y Vencerás
- Algoritmos Voraces
- Programación Dinámica
- Backtracking



T4. Técnicas Algorítmicas

- Divide y Vencerás
- Algoritmos Voraces
- **Programación Dinámica**
- Backtracking



La técnica de Divide y Vencerás puede provocar que se **resuelvan varias veces el mismo problema** porque en la descomposición del problema original se pueden general **subproblemas que se solapen**. Por ejemplo, la serie de Fibonacci.

La técnica de **Programación Dinámica**, similar a la de Divide y Vencerás, **evita el solapamiento** y los subproblemas se **resuelven una sólo vez**.

La técnica de **Programación Dinámica** exige **guardar la solución de cada subproblema** para evitar volver a resolverlo si se presenta nuevamente.

¡Se emplea más espacio de memoria para mejorar el tiempo de ejecución!

Se trata de una técnica **Ascendente**: se inicia con la **resolución de subproblemas más pequeños** cuyas soluciones serán utilizadas en la **resolución de los subproblemas de mayor tamaño**.

El cálculo de un determinado número de la serie de Fibonacci viene dado por:

$$f(n) \begin{cases} 1 & \text{si } n < 2 \\ f(n-1) + f(n-2) & \text{si } n \geq 2 \end{cases}$$

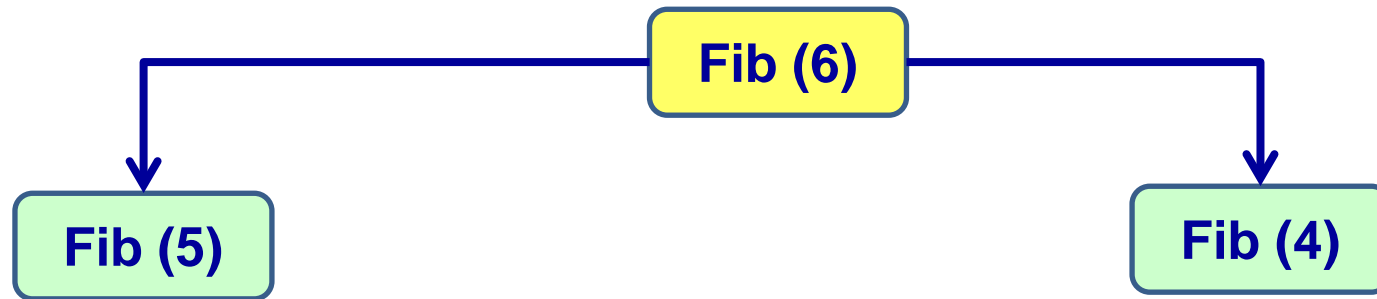
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci

Fib (6)

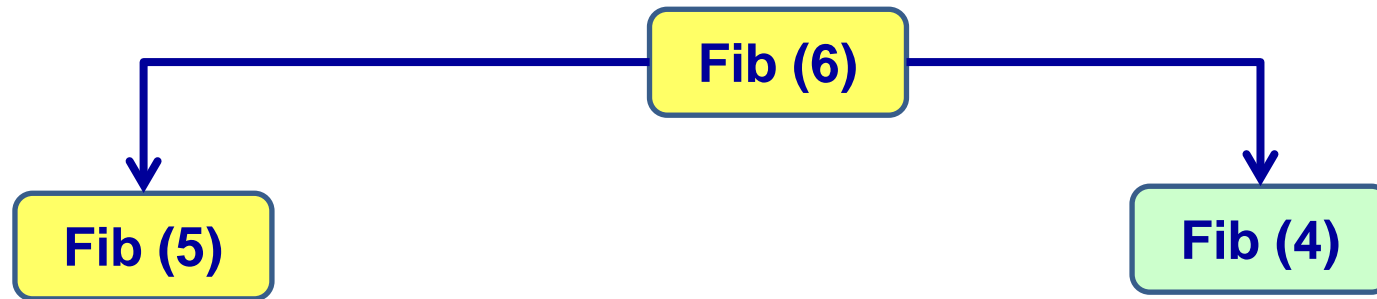
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



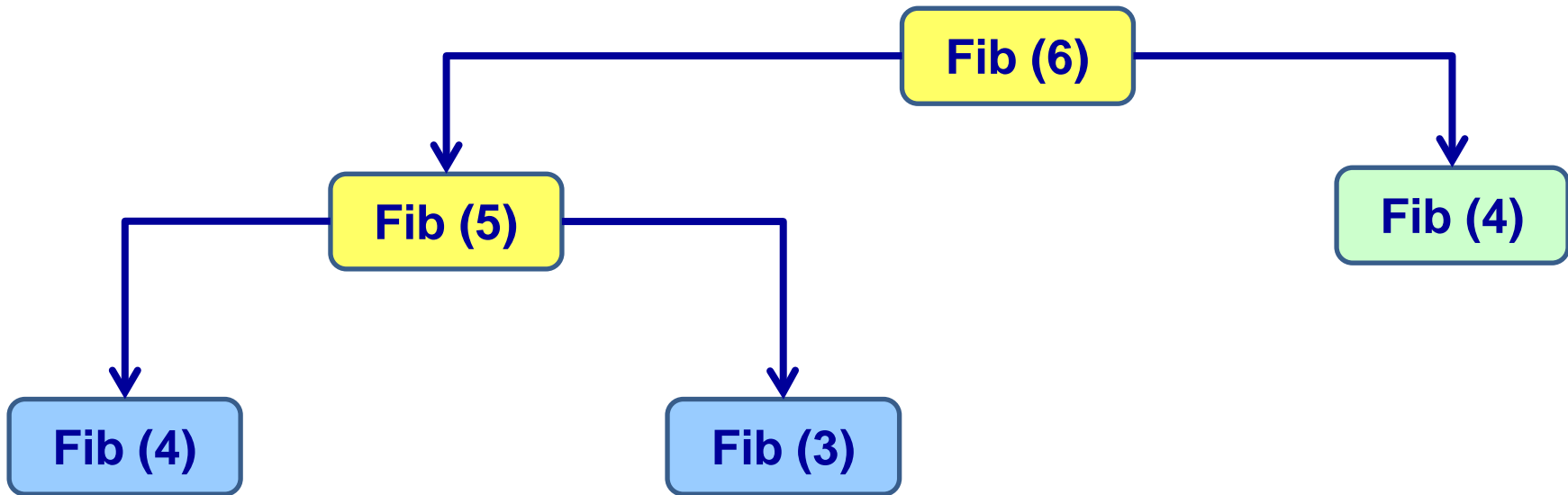
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



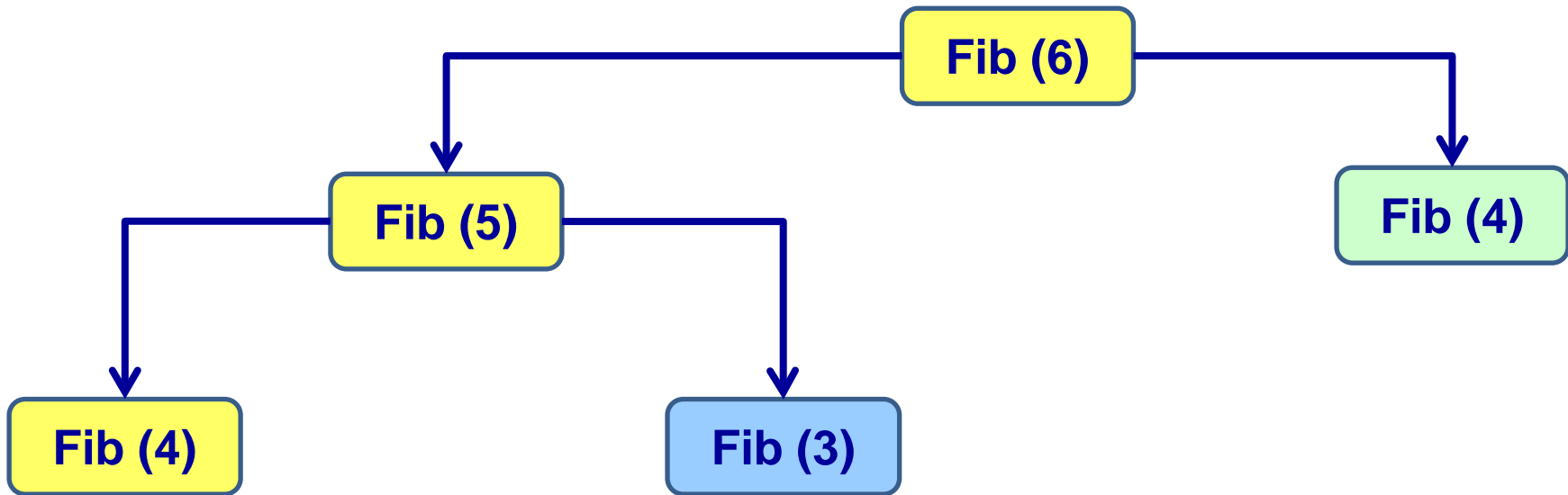
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



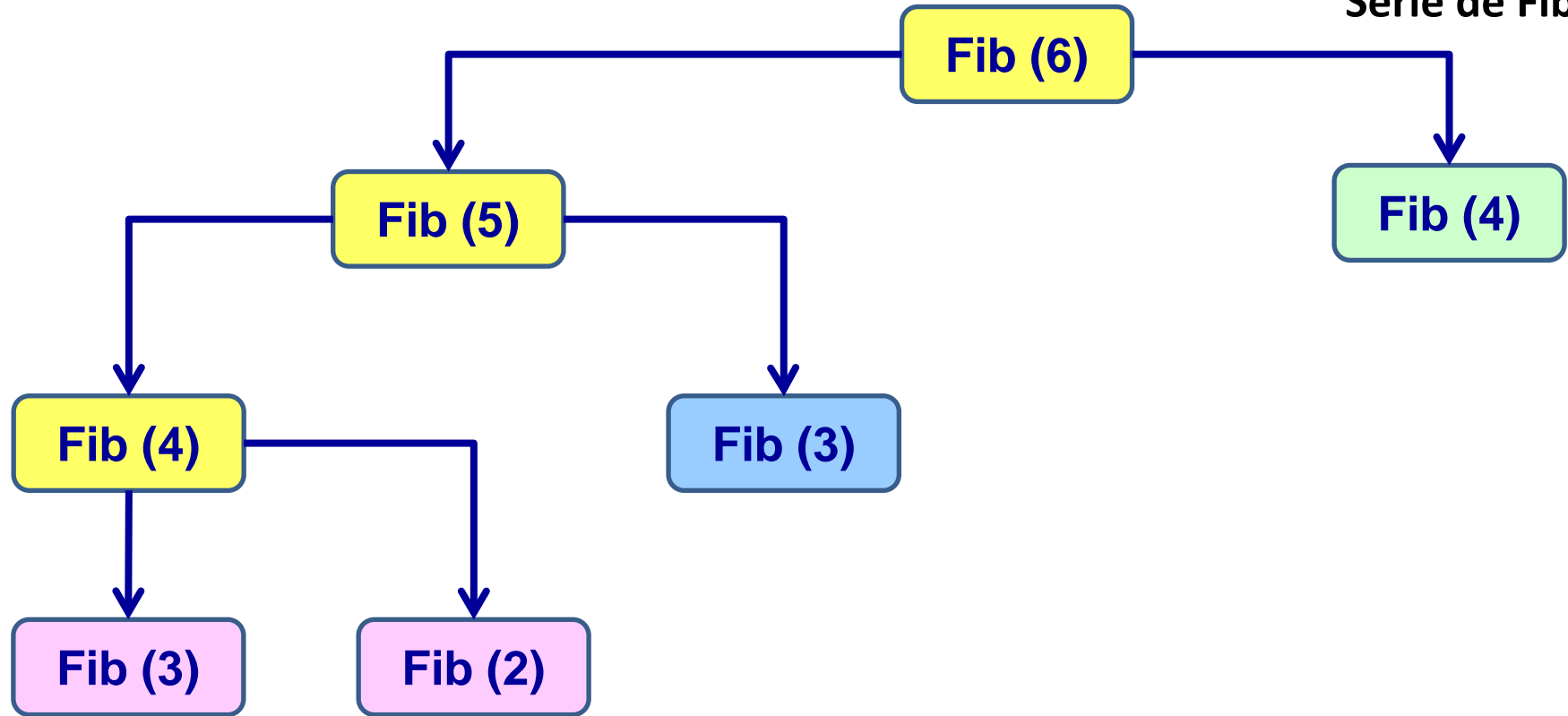
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



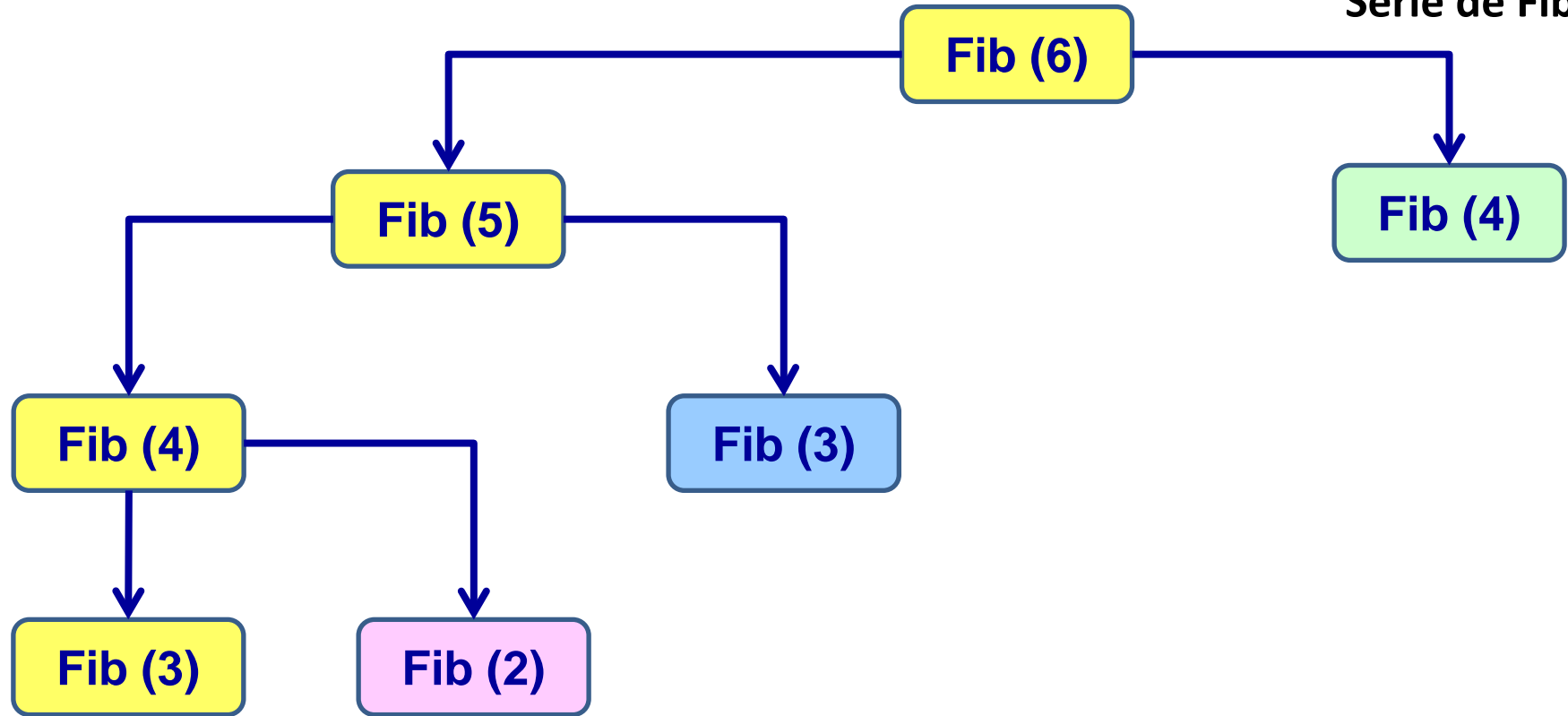
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



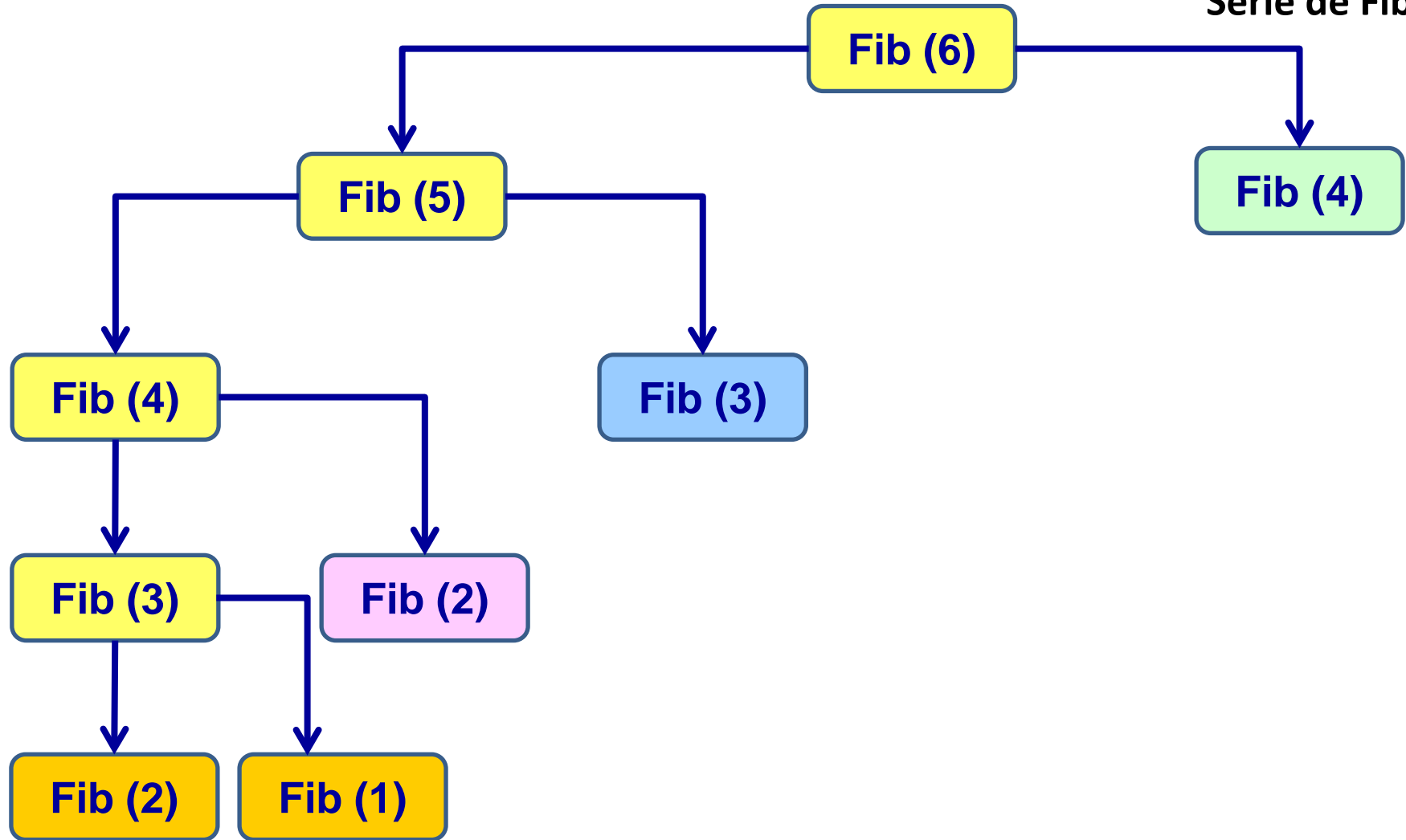
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



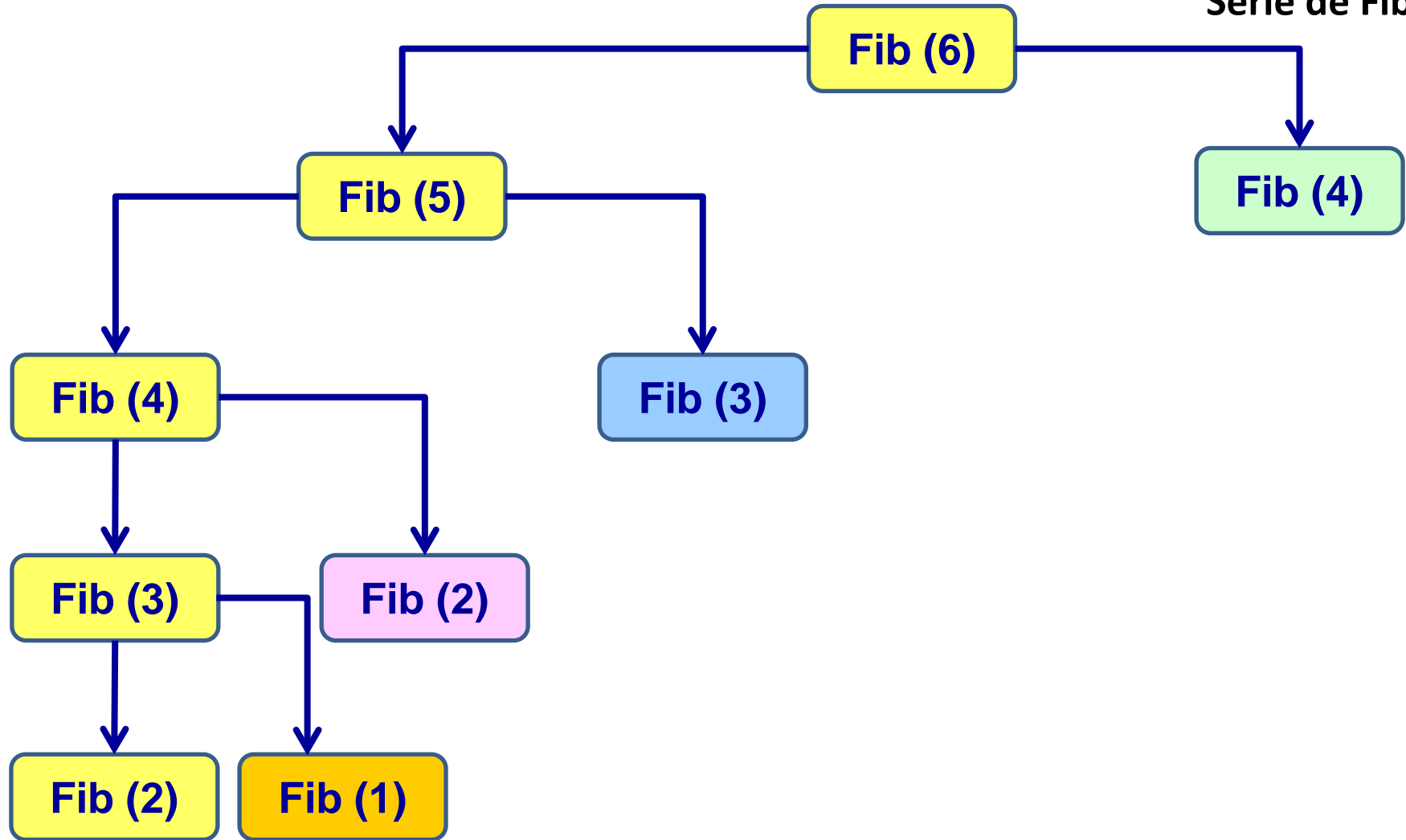
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



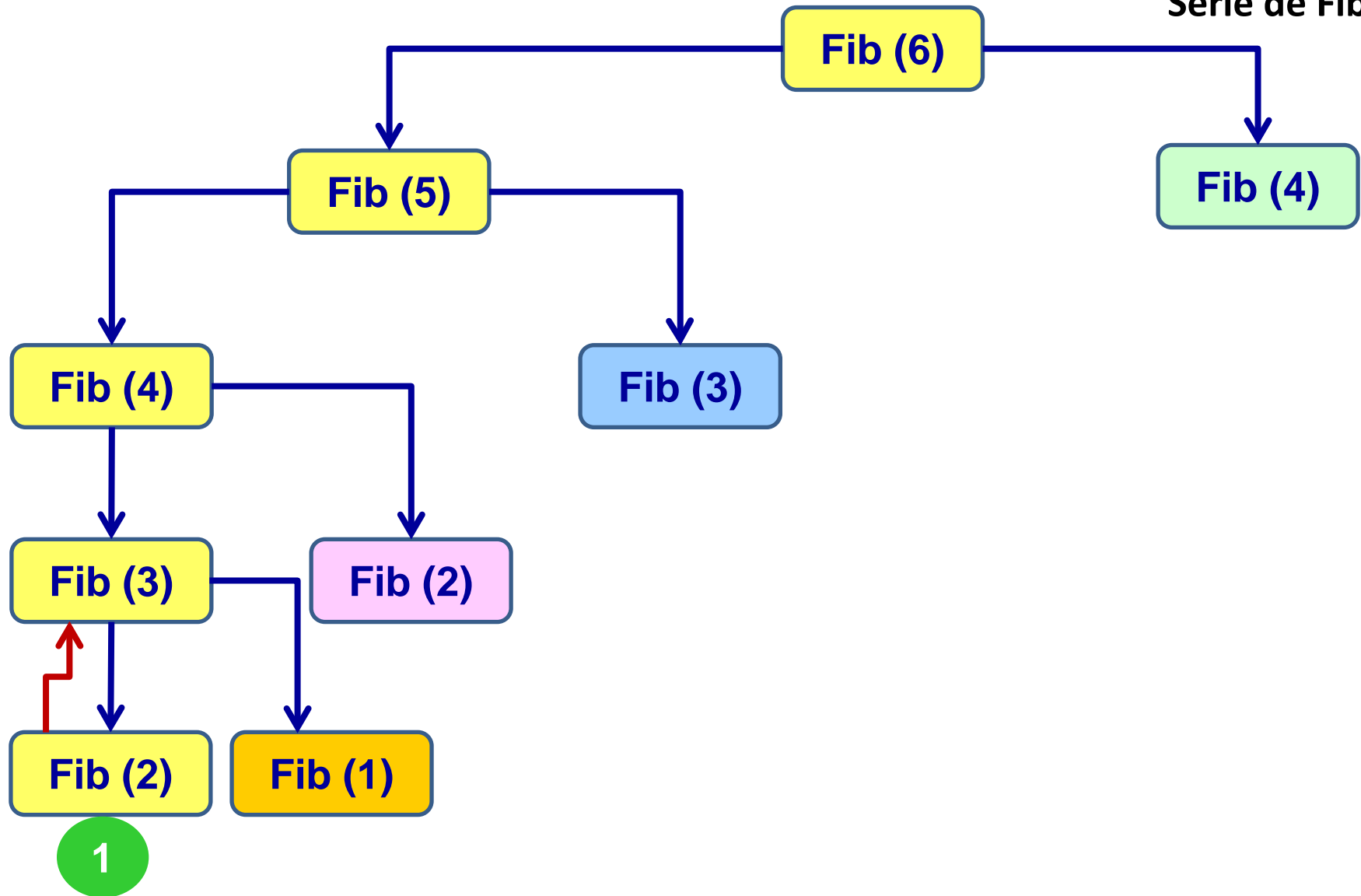
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



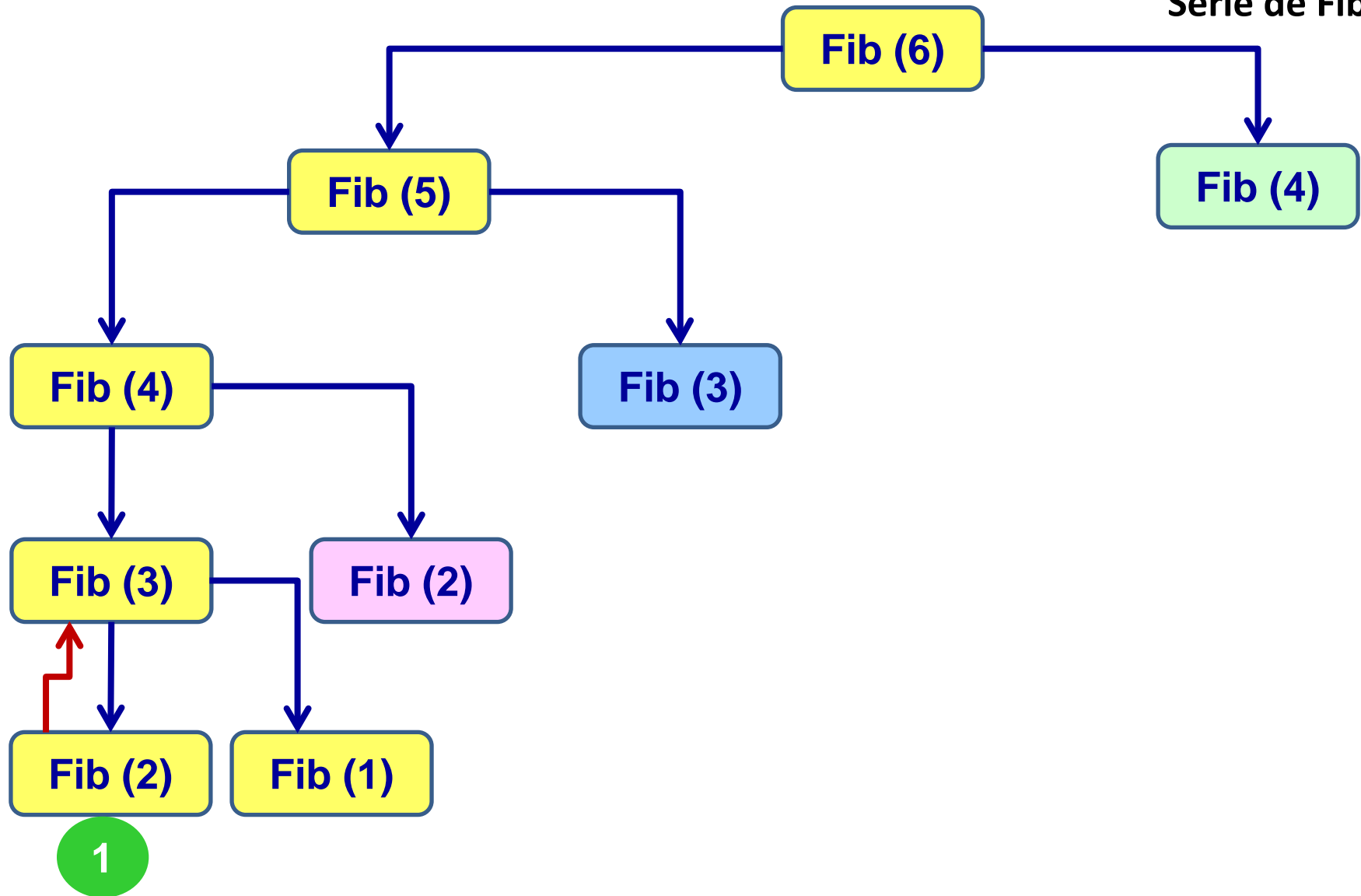
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



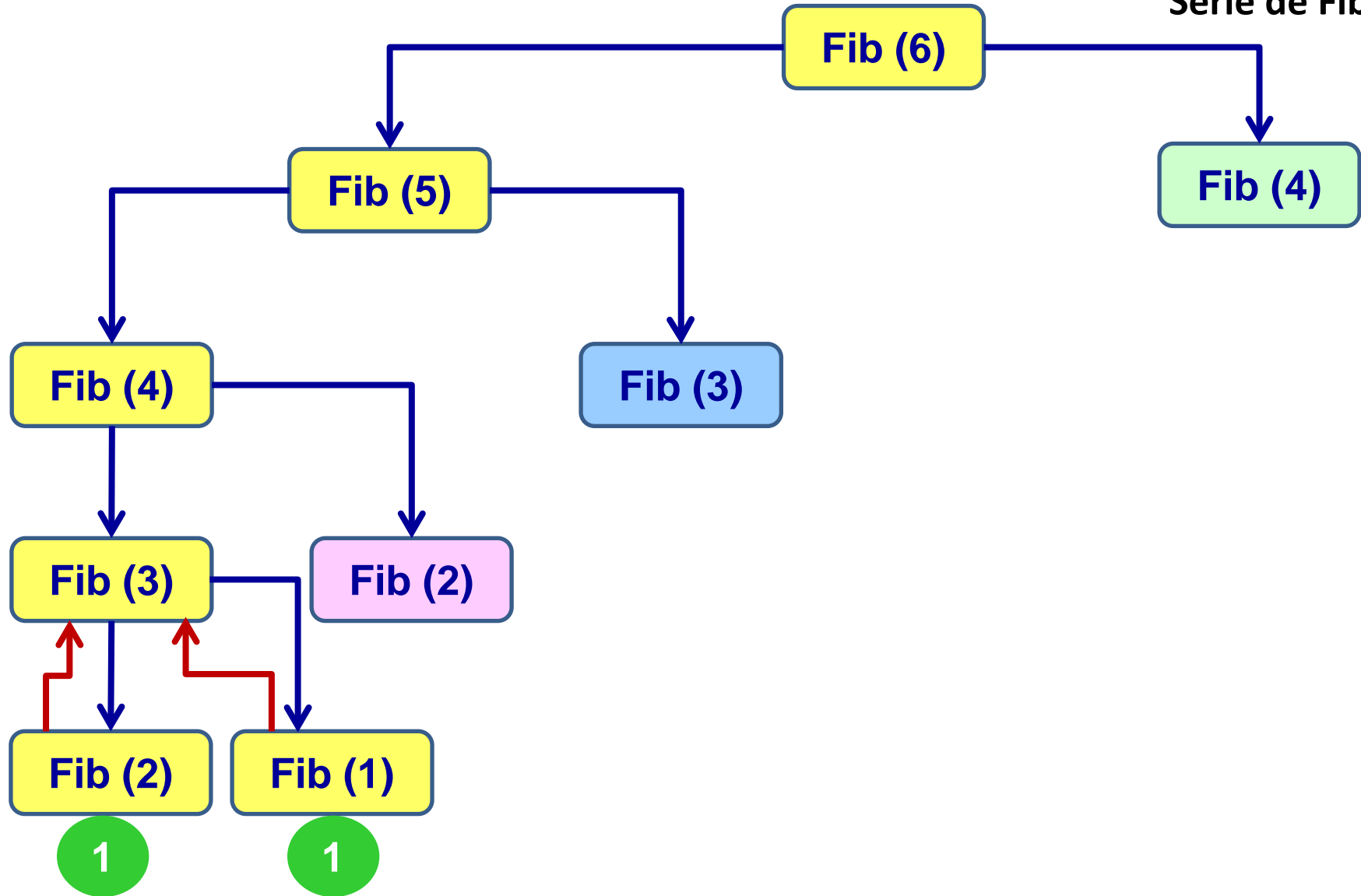
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



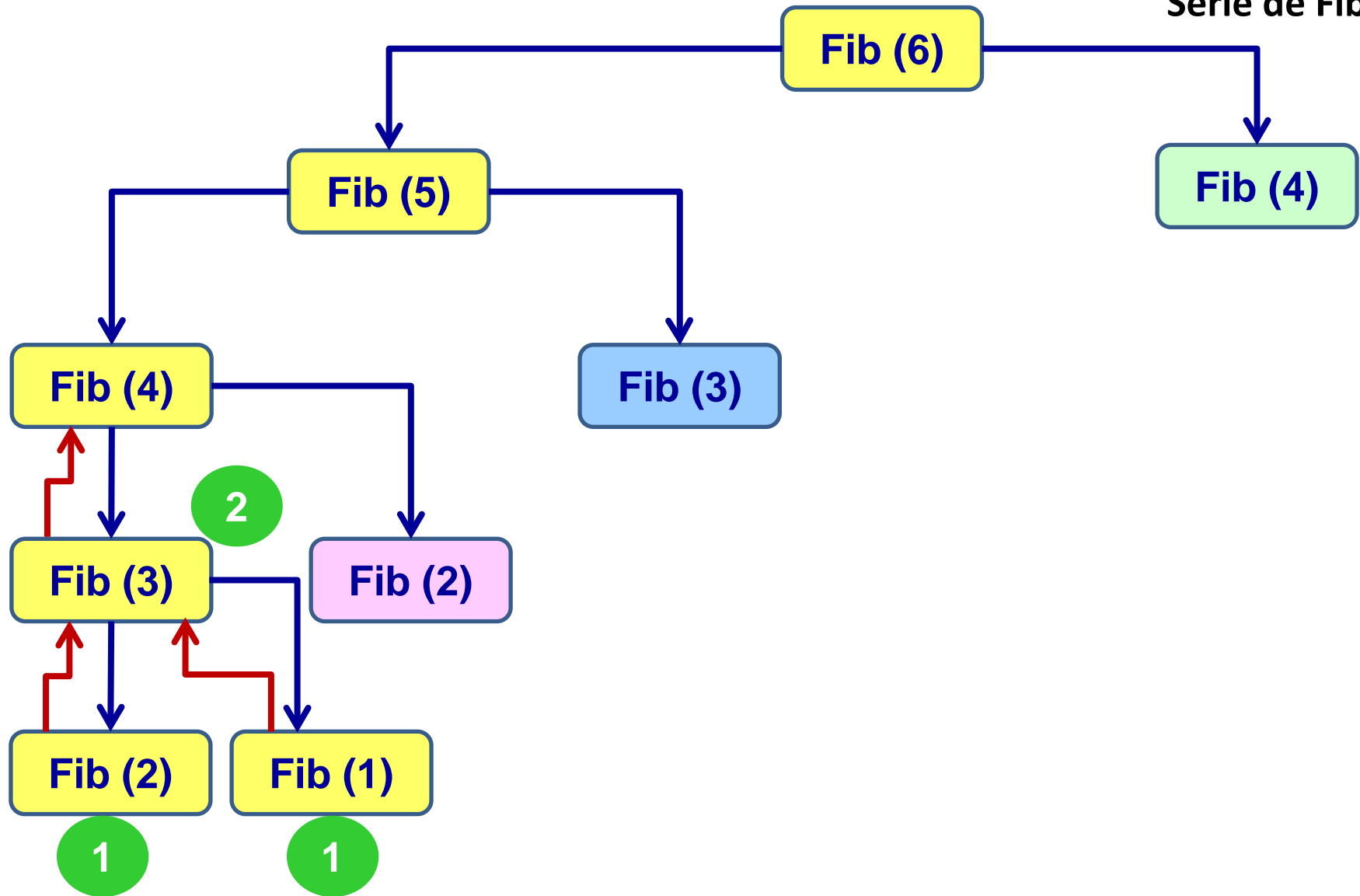
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



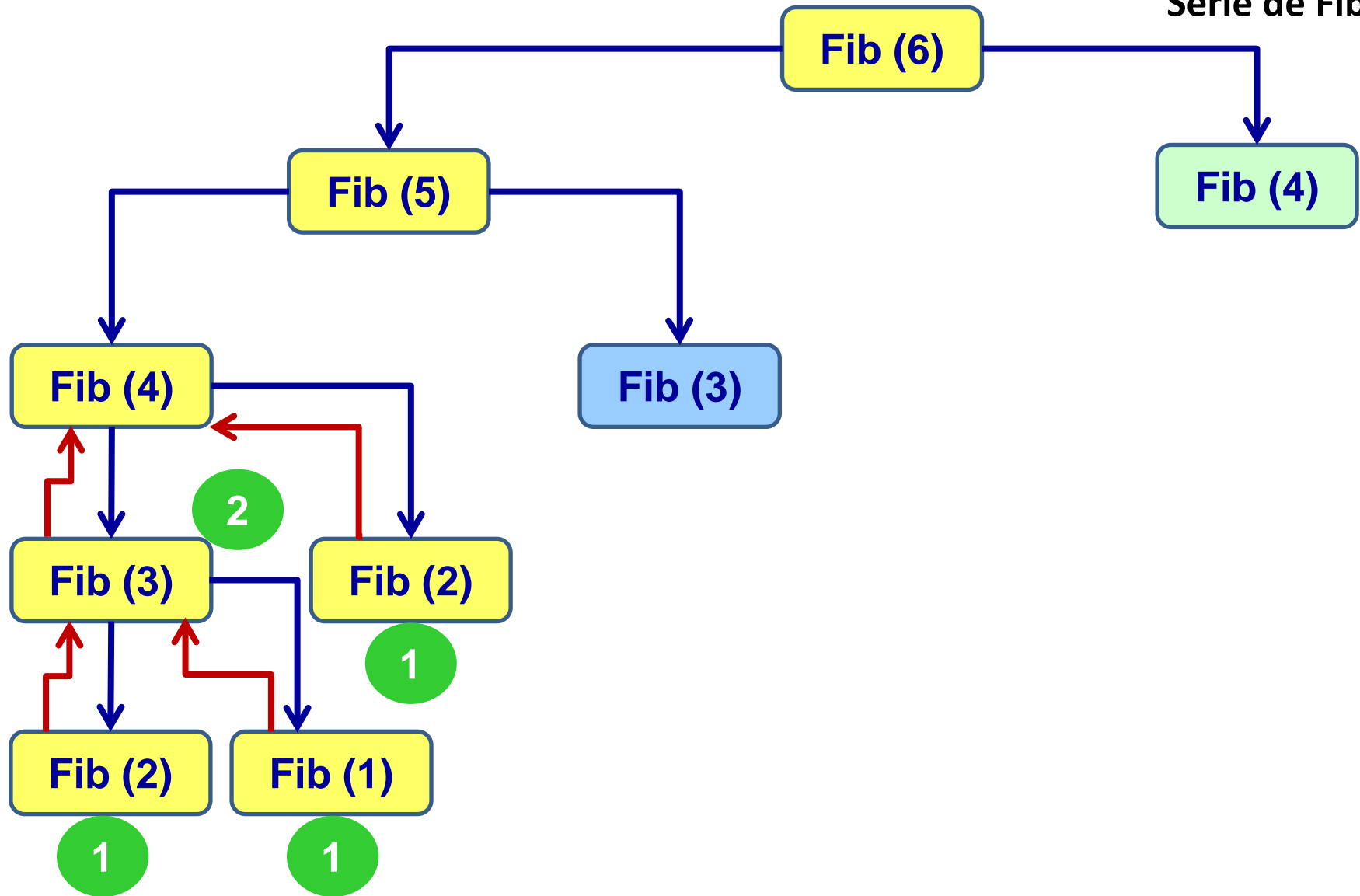
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



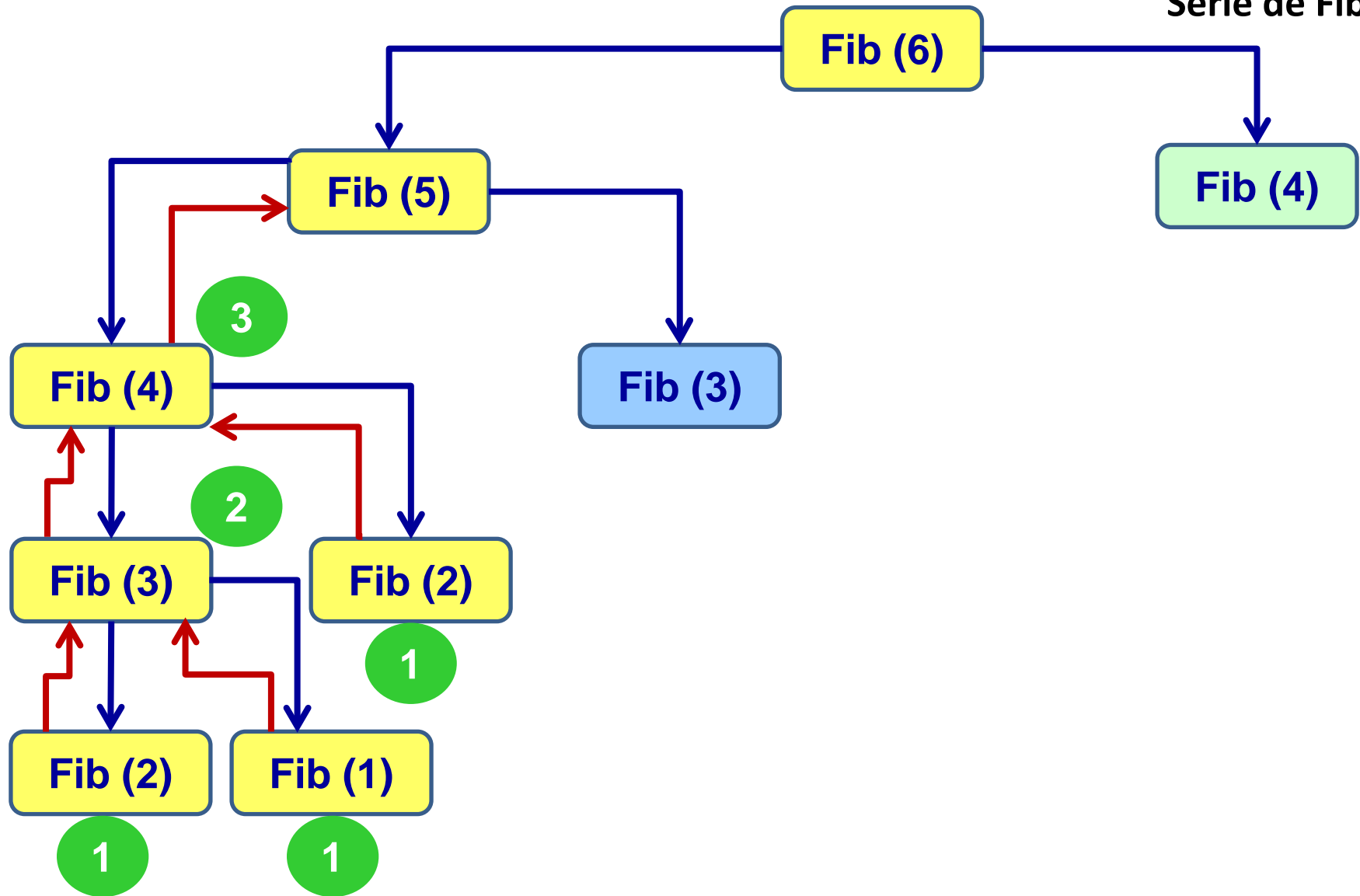
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



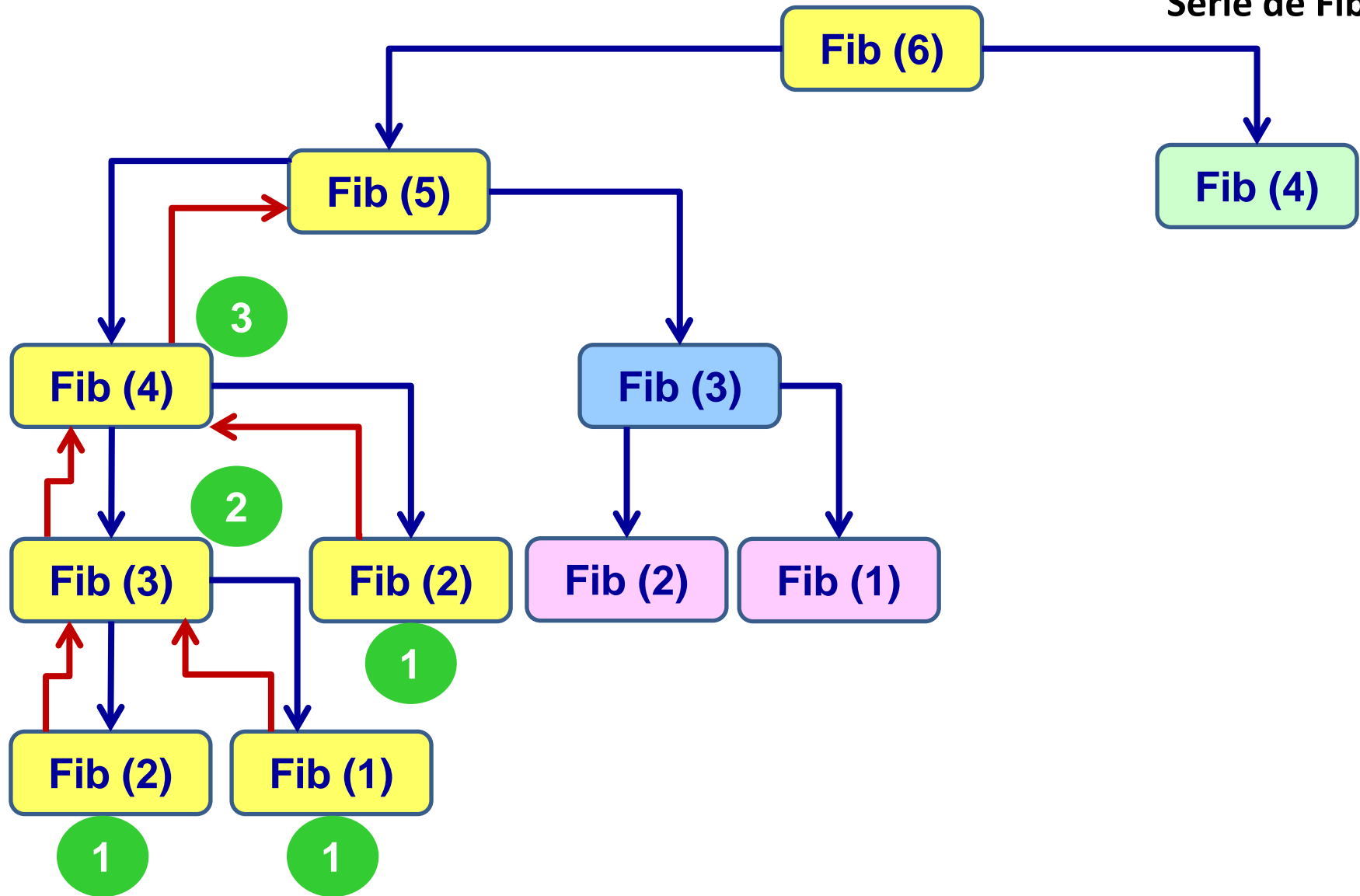
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



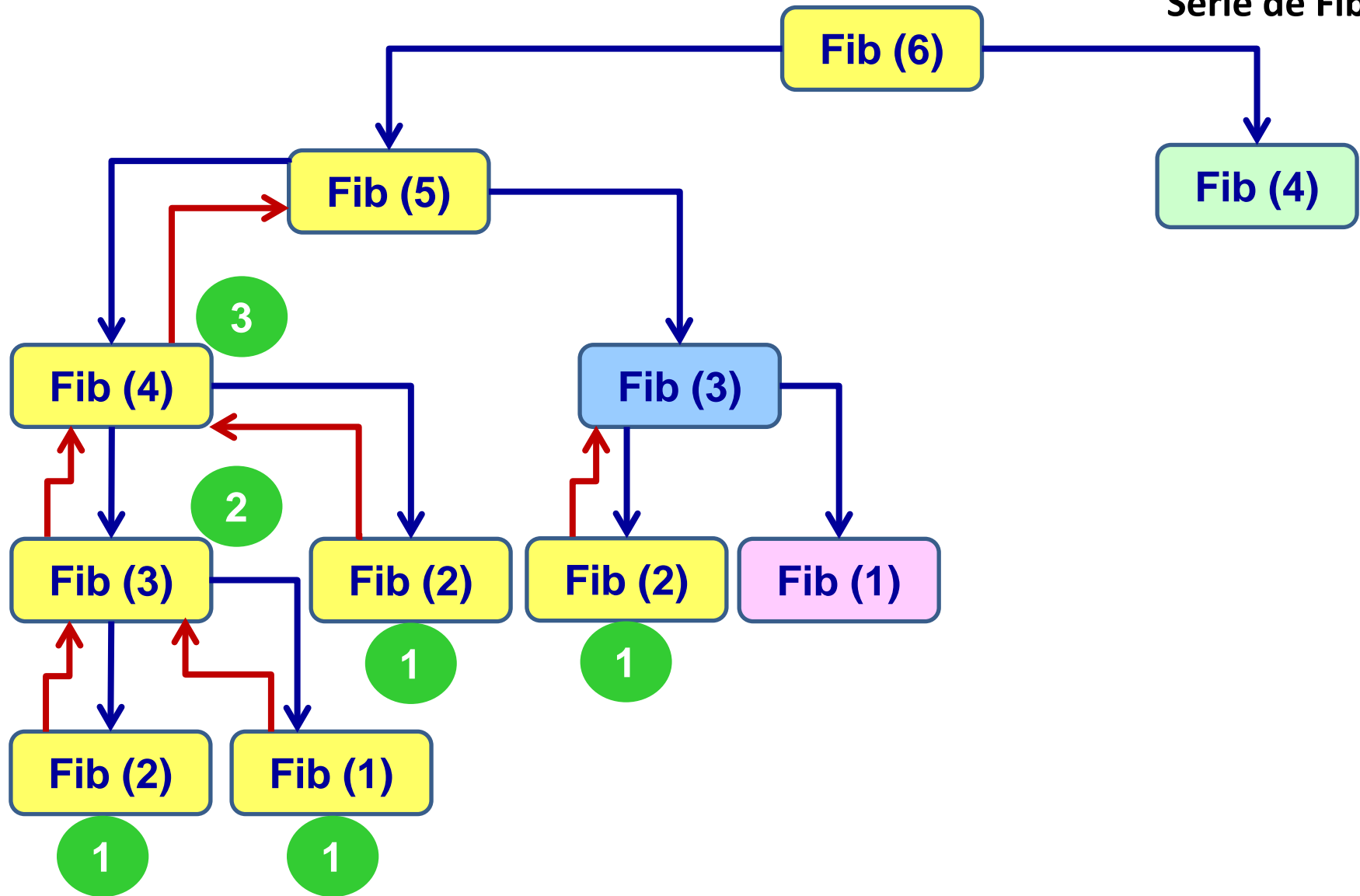
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



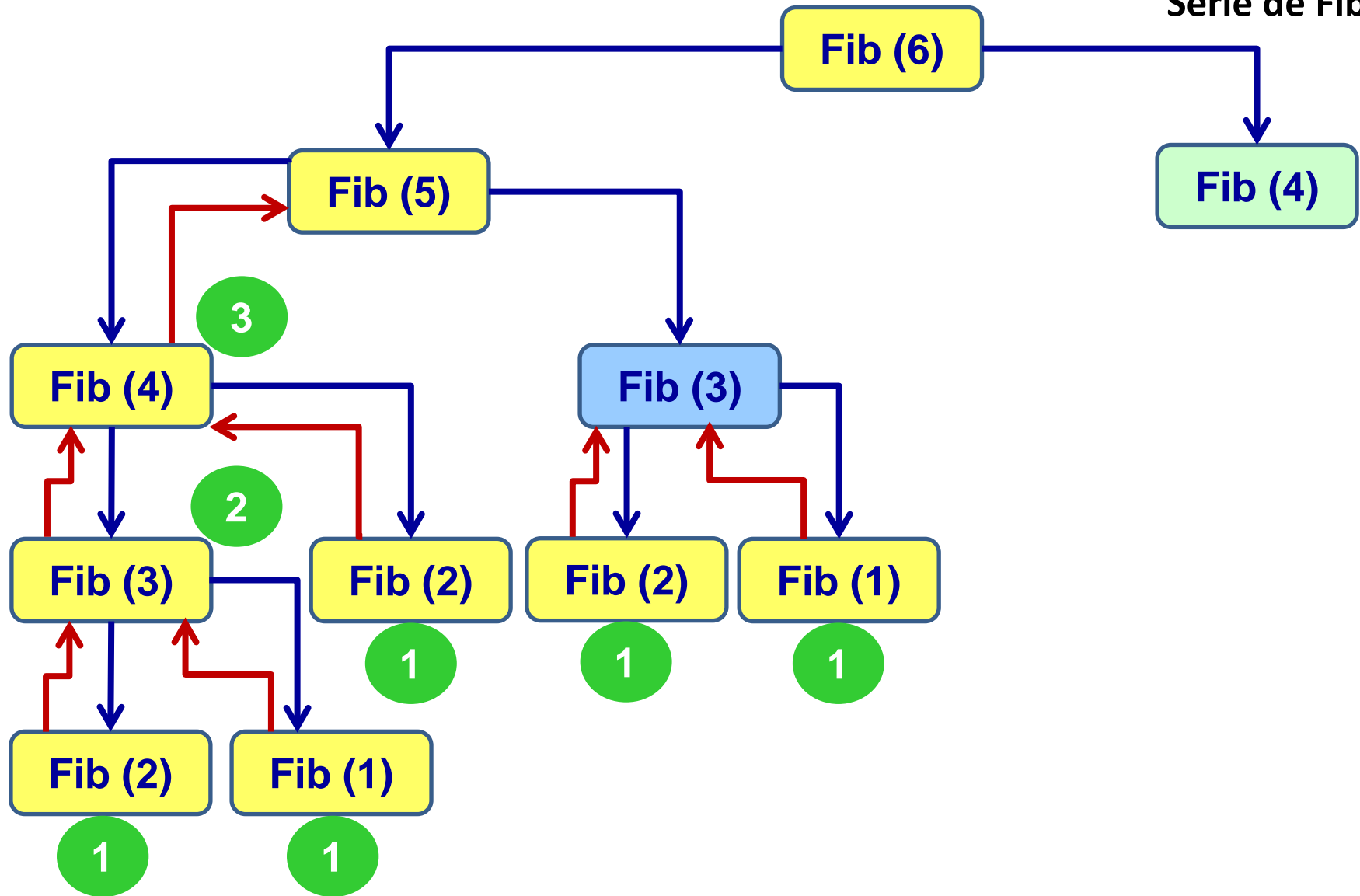
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



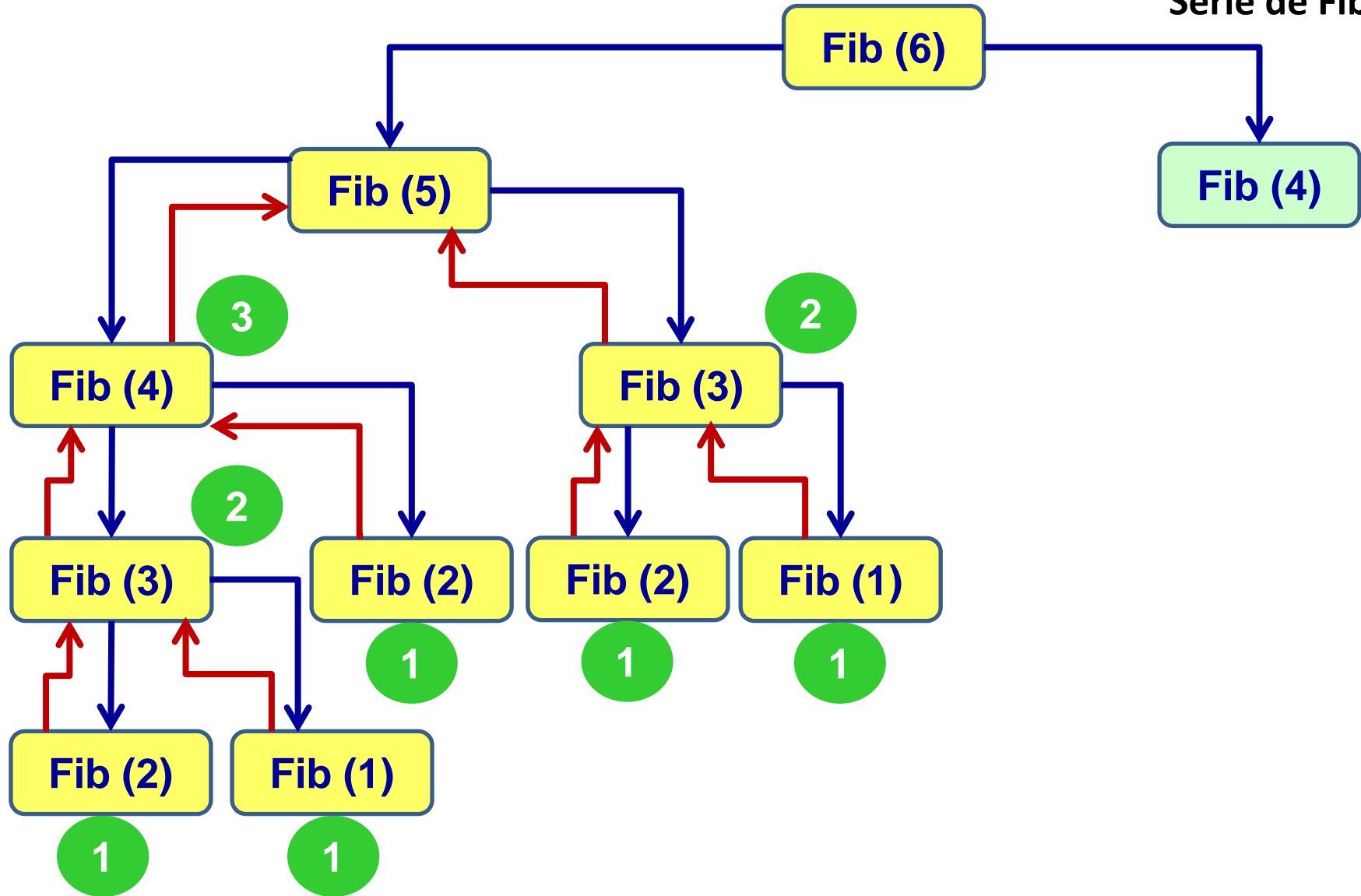
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



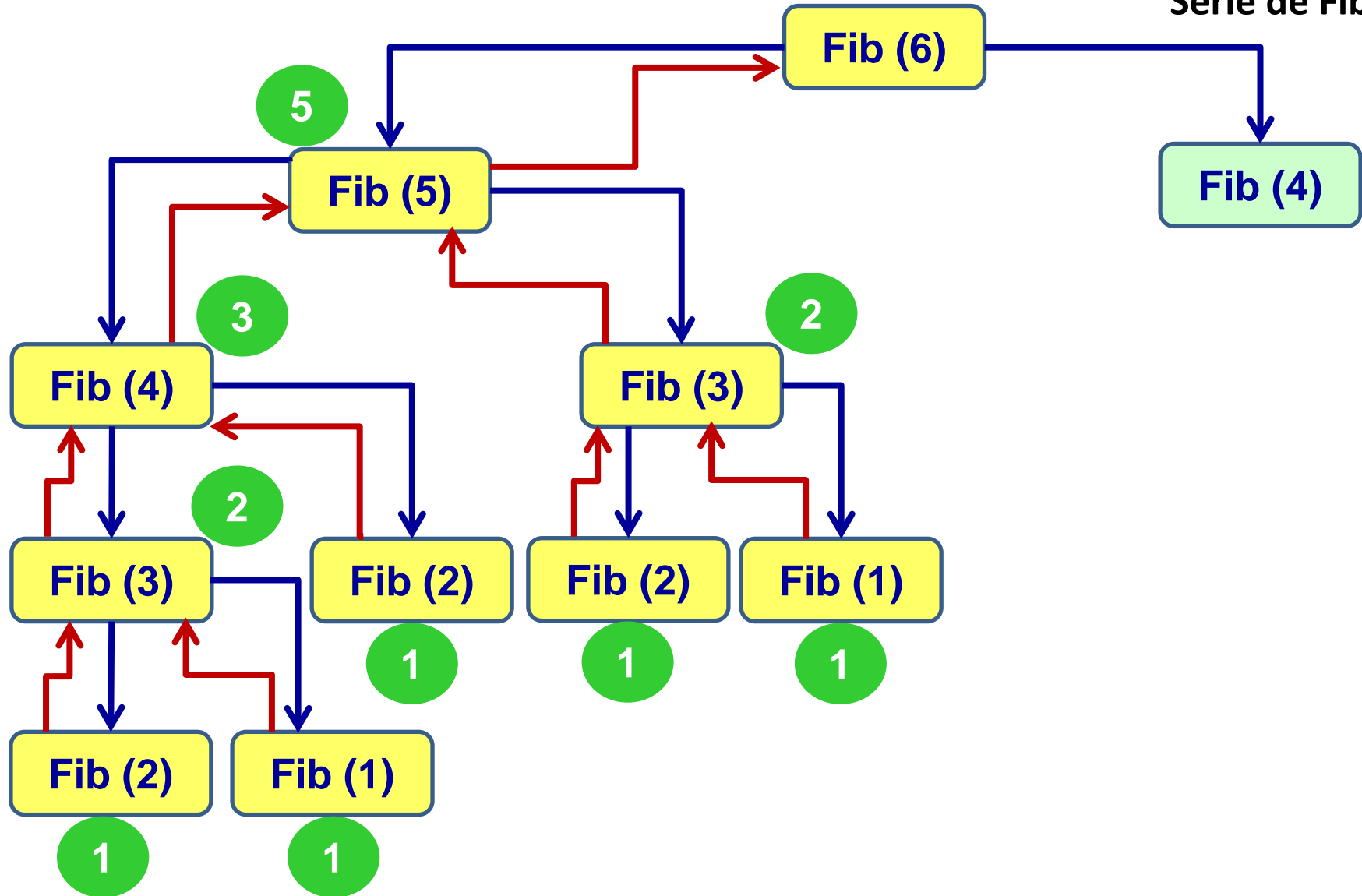
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



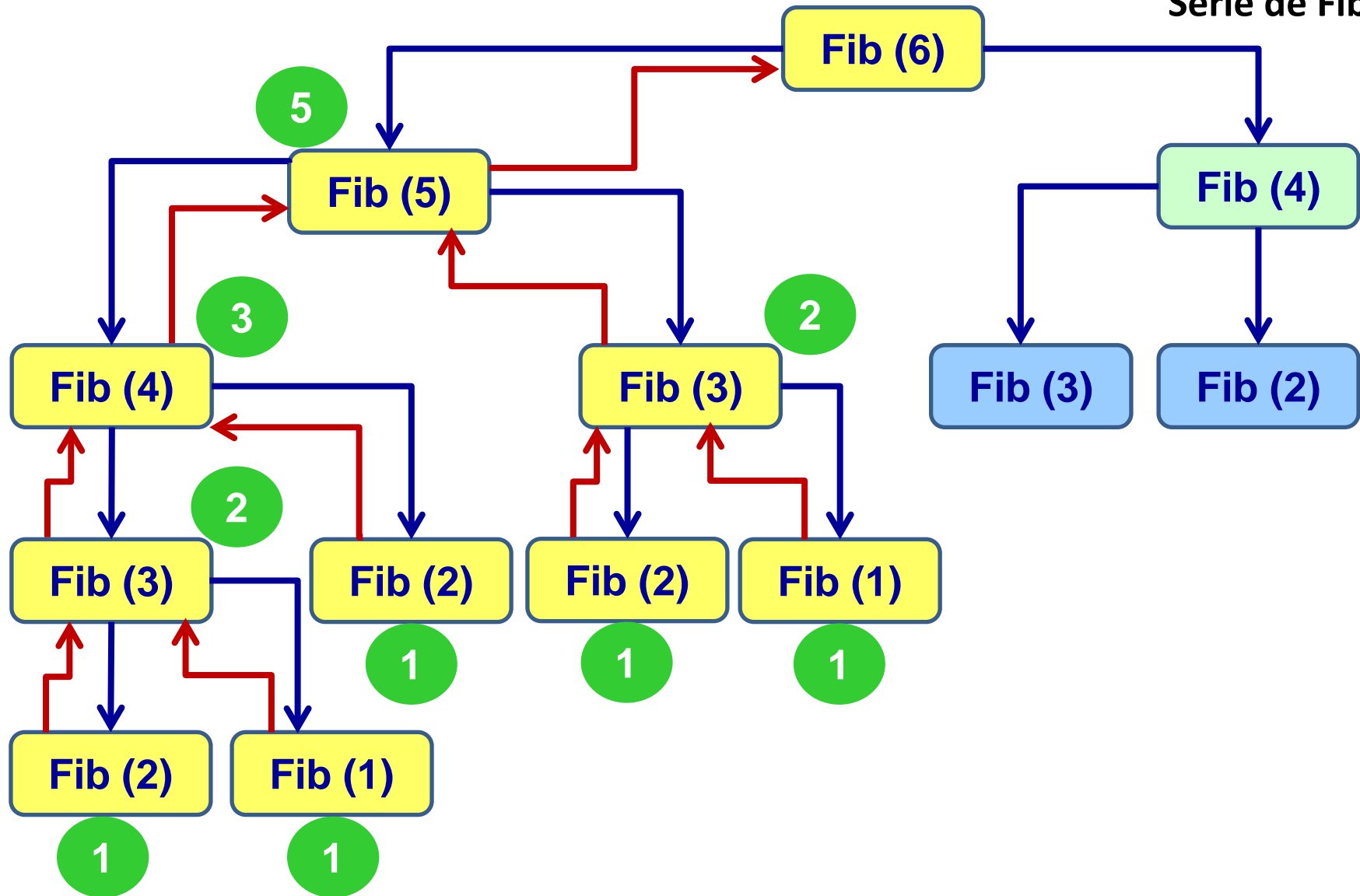
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



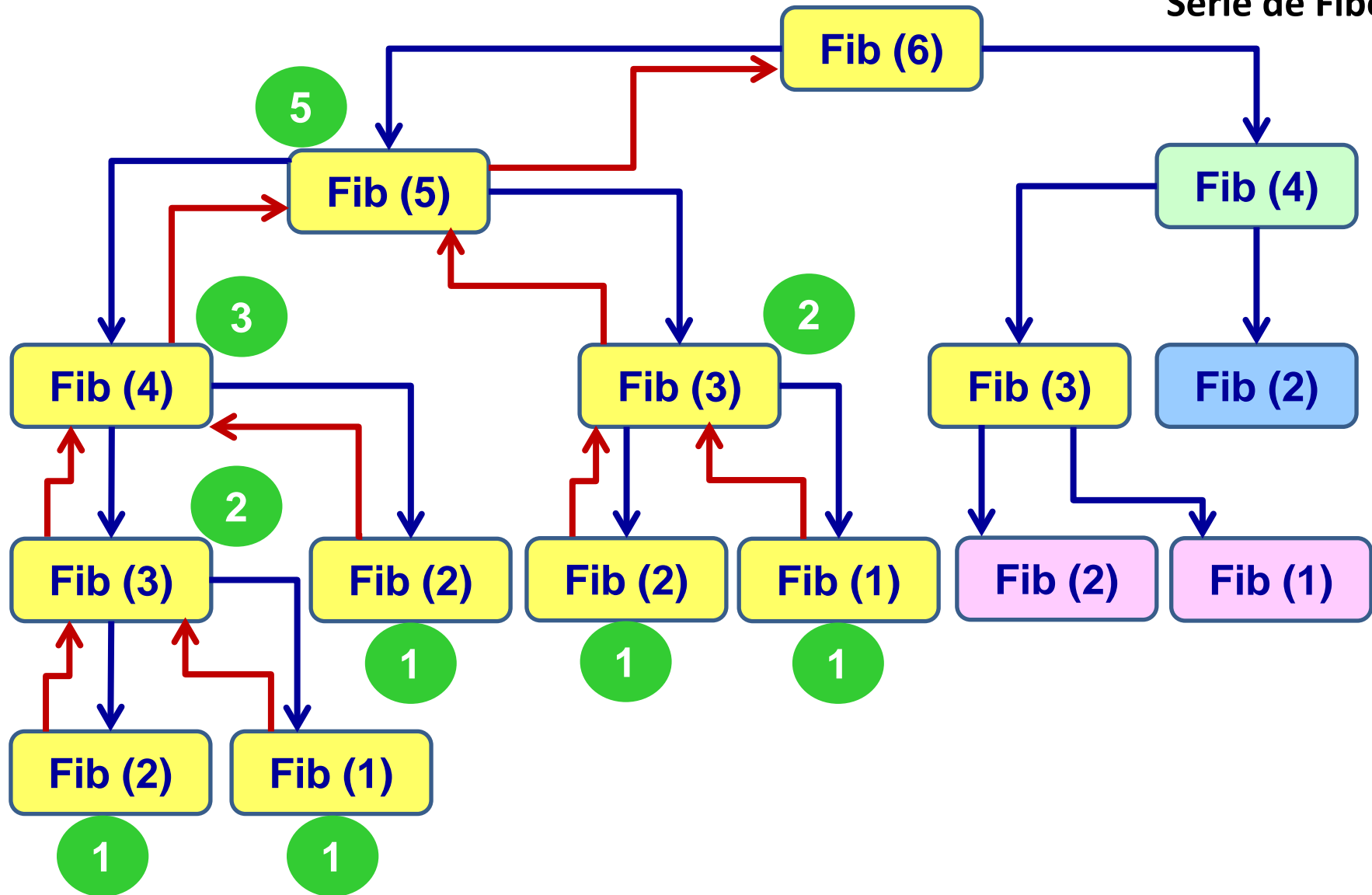
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



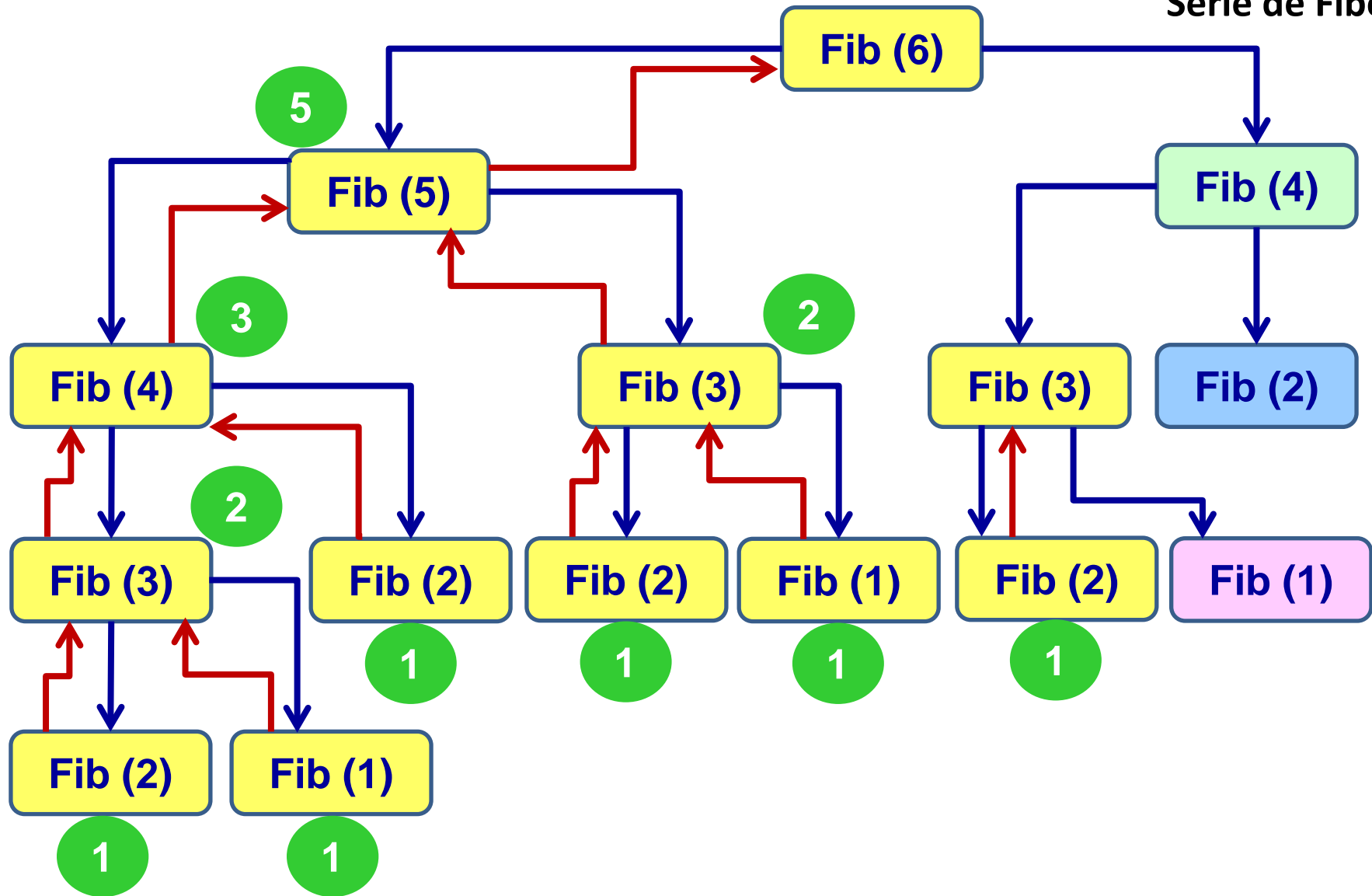
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



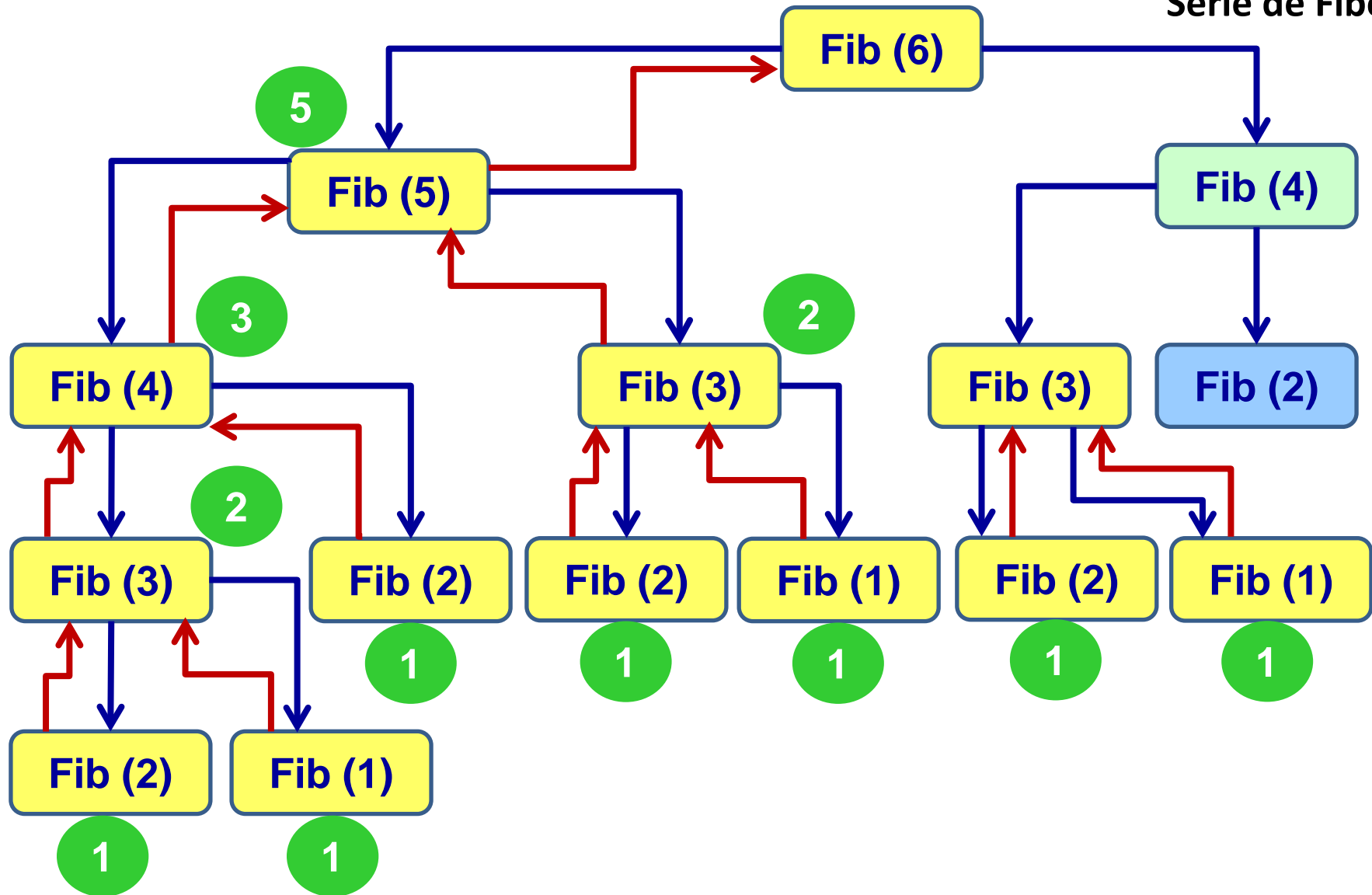
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



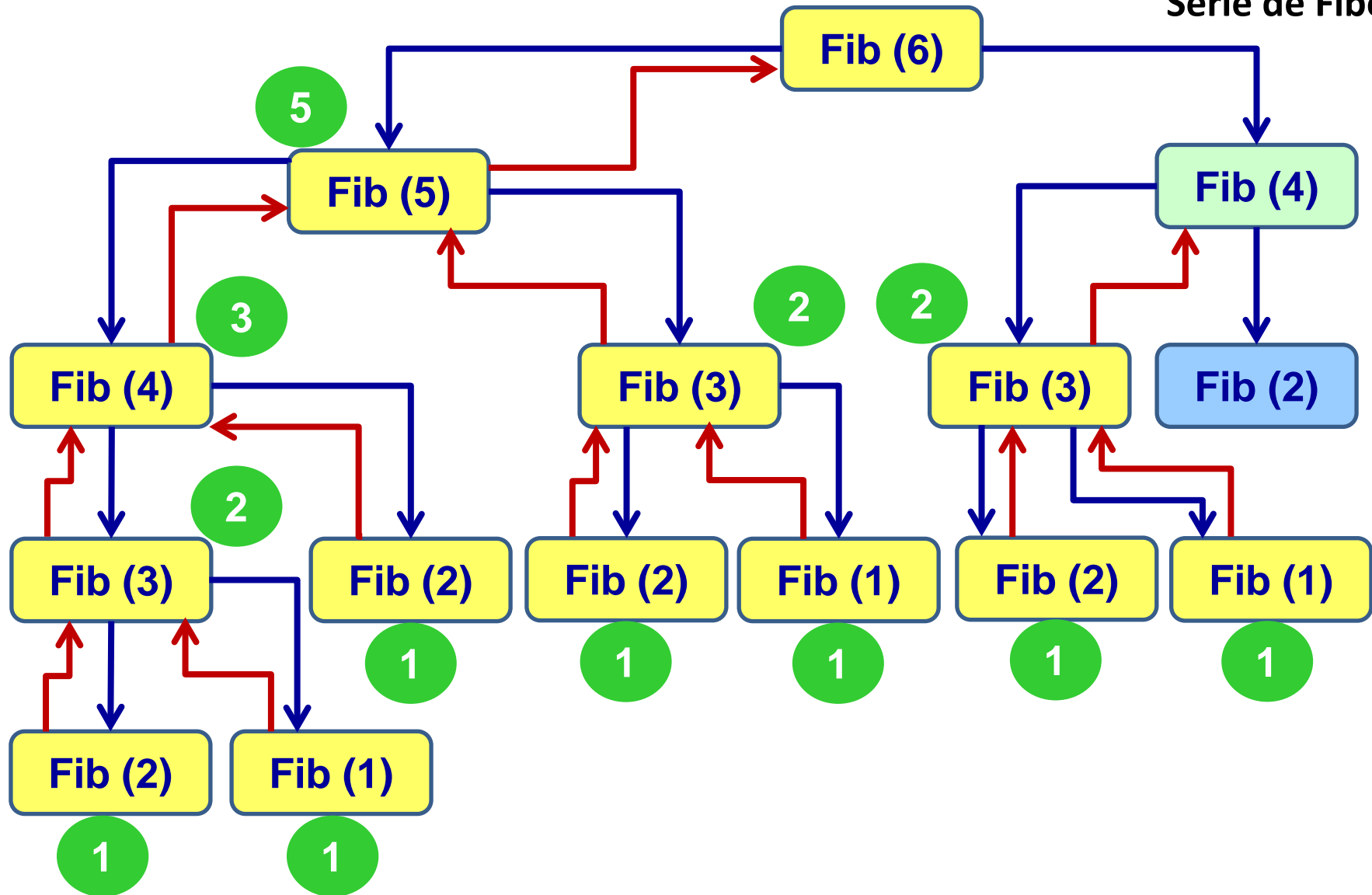
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



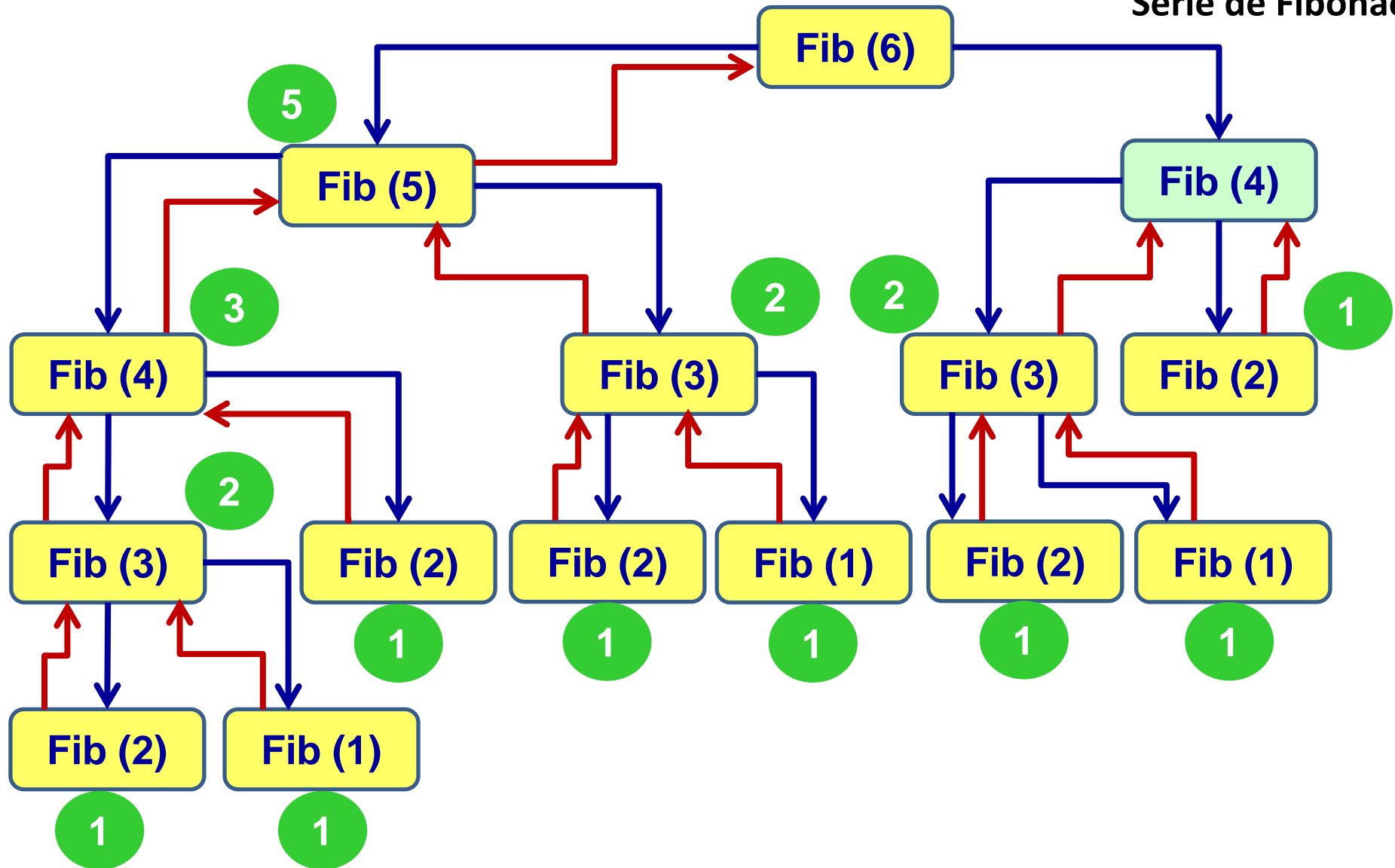
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



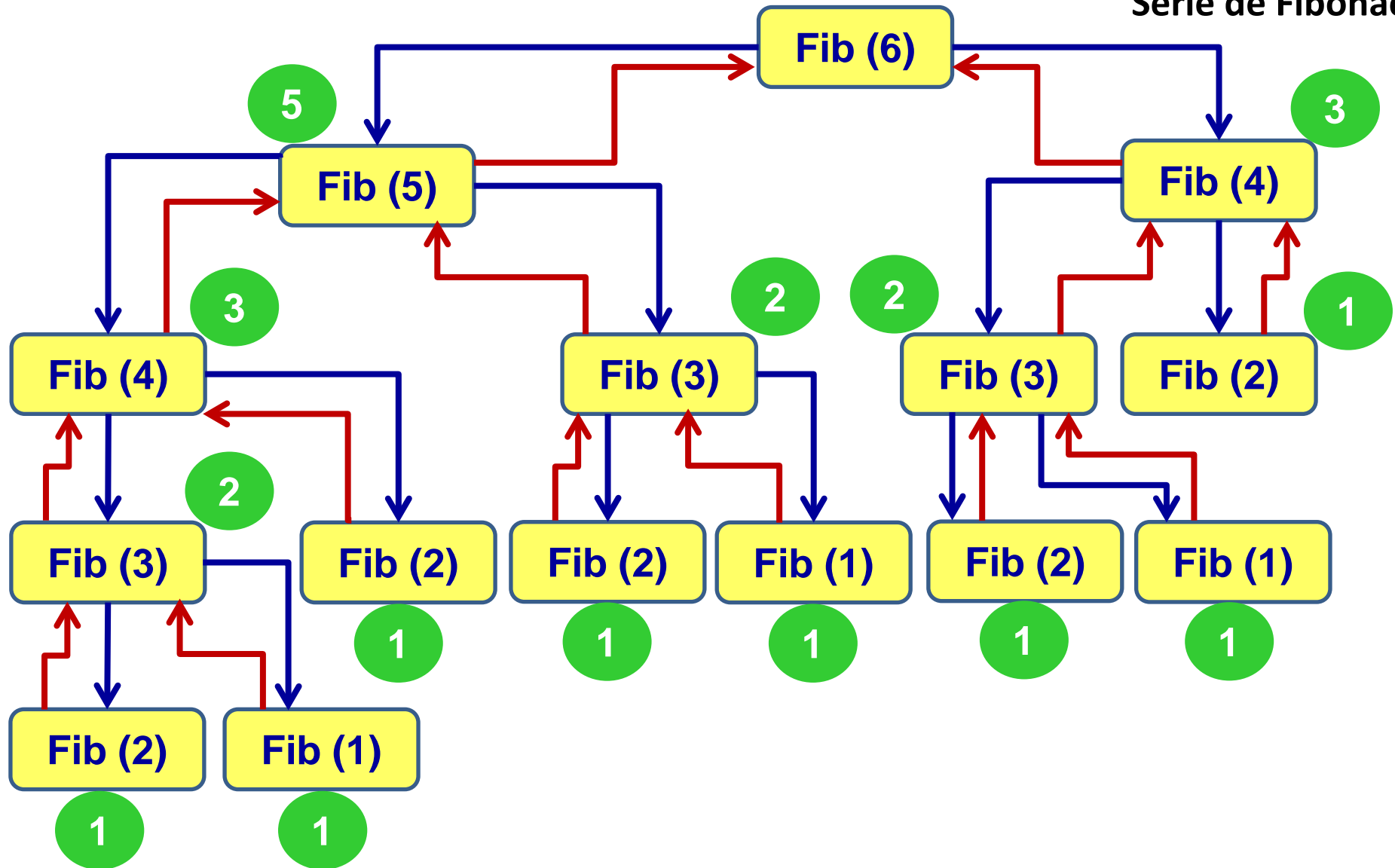
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



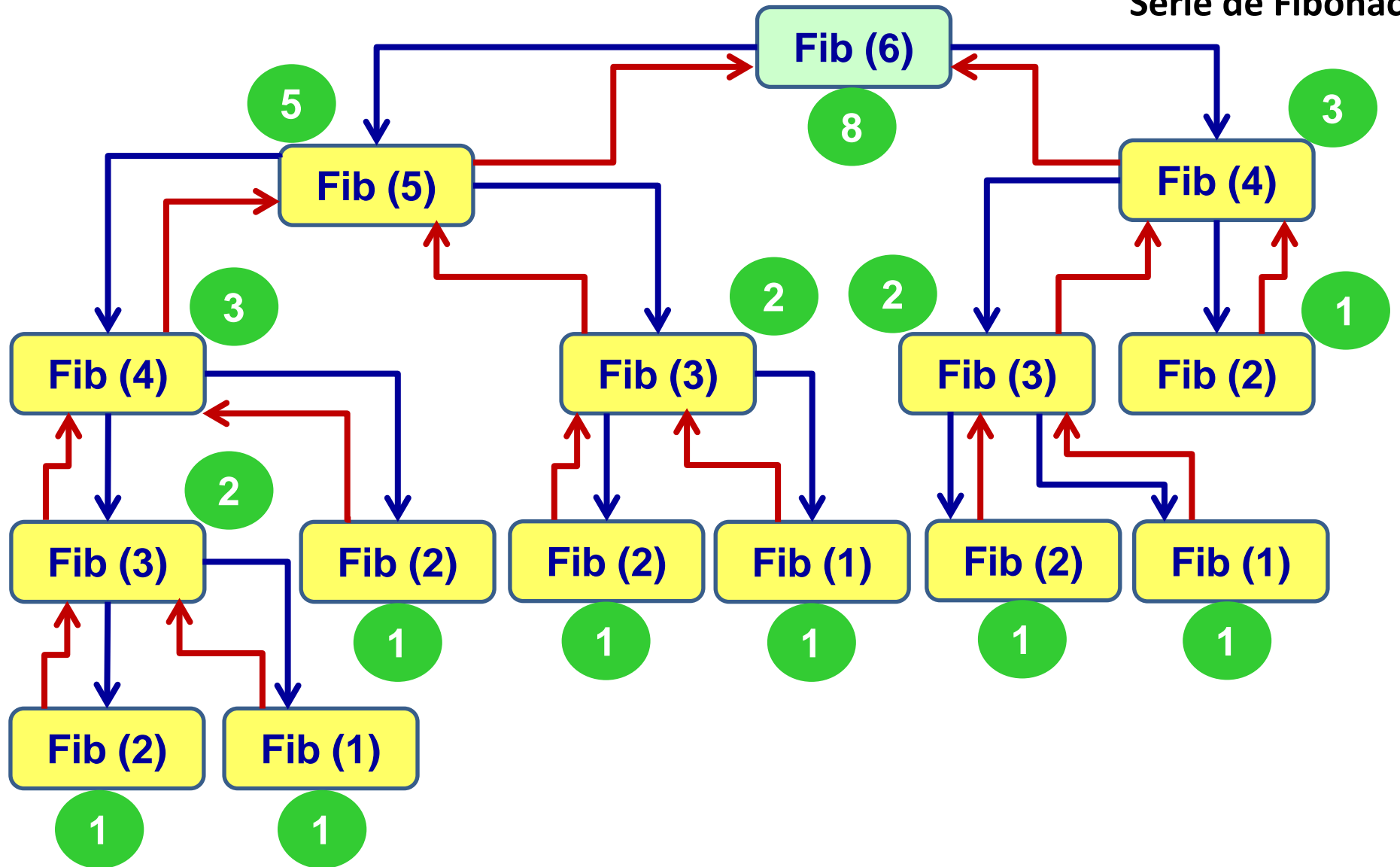
EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci



EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci

Fib (6)

8

```
long Fibonacci (int num)
{  if ((num == 1) || (num == 2)) return (1);
    else return (Fibonacci(num-1) + Fibonacci(num-2));
}
```

El coste de este algoritmo es $O(2^n)$

$$\begin{aligned} T(n) &= 1 + 2T(n-1) = 1 + 2 + 4T(n-2) = 1 + 2 + 4 + 8T(n-3) = \dots \\ &= 1 + 2 + 4 + 8 + 16 + \dots + 2^{n-1} = O(2^n) \end{aligned}$$

EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci

```
#include <iostream>

using namespace std;

long Fibonacci (int num);

int main()
{
    int n;
    char resp;

    do {
        cout << "\n\tIntroduza el termino que quiere calcular: ";
        cin >> n;
        cout << "\n\tEl termino " << n << " de la serie de Fibonacci es " << Fibonacci(n);

        cout << "\n\n\tDesea calcular otro termino de Fibonacci (S/N)? ";
        cin >> resp;
        resp = toupper(resp);
    } while (resp == 'S');

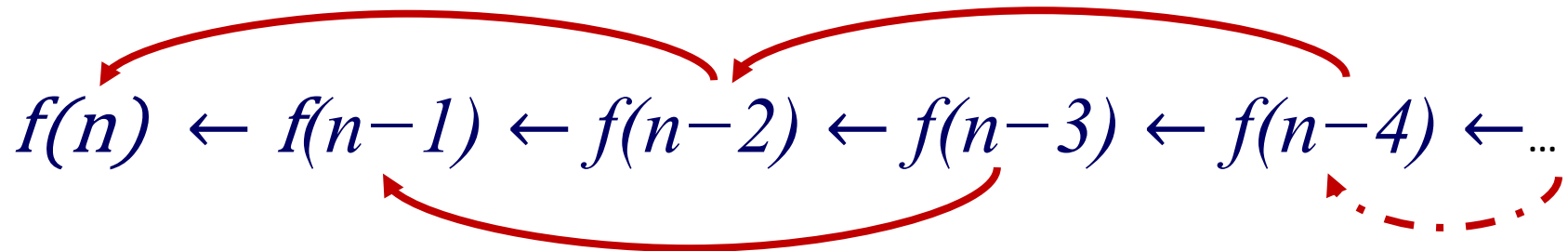
    cout << "\n\n\t" << endl;
    return 0;
}

long Fibonacci (int num)
{
    if ((num == 1) || (num == 2)) return (1);
    else return (Fibonacci(num-1) + Fibonacci(num-2));
}
```

EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci

Resulta sencillo evitar las llamadas recursivas repetidas con el siguiente esquema:



EJEMPLO 1: Programación Dinámica

Serie de Fibonacci

```
void calcularFibonacci (vector<int> & F, int t){  
    for (int i{2}; i < t; i++){  
        F.push_back(F.at(i-2)+F.at(i-1));  
    }  
}
```

El coste de este algoritmo es $O(n)$

La descomposición en subproblemas suele considerar el **principio de optimización**.

Las **soluciones de los subproblemas** se guardan en una **tabla** (*std::array*, *std::vector*, etc.).

La dificultad de esta técnica es establecer **el orden en el que se calculan las soluciones de los subproblemas anteriores**.

La técnica exige un **compromiso entre el coste temporal y el coste espacial**.

- Se dispone de una colección de n objetos o_1, o_2, \dots, o_n , cada uno de ellos con un peso p_i y un valor asociado v_i .
- Se tiene una mochila capaz de soportar un peso máximo p_{max} .
- **El problema consiste en maximizar el valor de los objetos que se guardan en la mochila, pero sin superar el peso p_{max} .**
- Los objetos se pueden o no fraccionar, existiendo dos variantes del problema:
 - **Mochila fraccionada:** los objetos se pueden dividir, luego se pueden introducir objetos fraccionado en la mochila. **Solución a través de la técnica de los Algoritmos Voraces.**
 - **Mochila entera:** los objetos no se pueden dividir, por tanto, la mochila solo puede contener **objetos enteros**.

- La técnica voraz no garantiza la obtención de la solución óptima cuando los objetos no se pueden fraccionar.
- **Ejemplo:** Si tenemos 3 objetos con valores

$$v_1 = 18, v_2 = 20 \text{ y } v_3 = 12$$

y los pesos $p_1 = 6, p_2 = 4 \text{ y } p_3 = 2$,

siendo el peso máximo de la mochila $p_{max} = 10$,

entonces el **algoritmo voraz** calcula la solución:

$$\{x_1 = 0, x_2 = 1, x_3 = 1\} \text{ cuyo valor es } 32.$$

Sin embargo, la **solución óptima** es:

$$\{x_1 = 1, x_2 = 1, x_3 = 0\} \text{ cuyo valor es } 38.$$

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Si $f(n, p_{max})$ representa el valor de la mochila óptima:

$$f(n, p_{max}) = \begin{cases} 0 & n = 1 \text{ y } p_{max} < p_1 \\ v_1 & n = 1 \text{ y } p_{max} \geq p_1 \\ f(n-1, p_{max}) & n > 1 \text{ y } p_{max} < p_n \\ \max(f(n-1, p_{max}), f(n-1, p_{max} - p_n) + v_n) & n > 1 \text{ y } p_{max} \geq p_n \end{cases}$$

El **algoritmo recursivo** tiene un **coste exponencial** $O(2^n)$

Sin embargo, **el número de subproblemas no es tan grande porque hay subproblemas que se repiten.**

Lo adecuado es **almacenar en una tabla las soluciones de los subproblemas ya resueltos y utilizarlos** cuando se necesiten.

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Supongamos que **hay 5 objetos** con los siguientes **pesos**:

$$p(0)=5 \quad p(1)=4 \quad p(2)=2 \quad p(3)=3 \quad p(4)=4$$

Y los **valores**:

$$v(0)=20 \quad v(1)=15 \quad v(2)=10 \quad v(3)=12 \quad v(4)=14$$

Si el **peso máximo de la mochila es 10**. Se generaría una tabla:

| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | | | | | | | | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | | | | | | | | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | | | | | | | | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | | | | | | | | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | | | | | | | | | | |



mochila vacía

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.

| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | | | | | | | | | |




mochila vacía

Todos los objetos superan el peso máximo de la mochila que es 1


EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | | | | | | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | | | | | | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | | | | | | | | |



EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|----|----|---|---|---|---|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | | | | | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | | | | | | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | | | | | | | | |



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|----|----|---|---|---|---|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | | | | | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | | | | | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | | | | | | | | |

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|---|---|---|---|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | | | | | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | | | | | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | | | | | | | |

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|----|----|----|---|---|---|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | | | | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | | | | | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | | | | | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | | | | | | | |



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|----|----|----|---|---|---|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | | | | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | | | | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | | | | | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | | | | | | | |

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|----|----|----|---|---|---|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | | | | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | | | | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | | | | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | | | | | | | |



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|----|----|----|---|---|---|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | | | | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | | | | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | | | | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | | | | | | |

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|----|----|----|----|---|---|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | | | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | | | | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | | | | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | | | | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | | | | | | | |



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|----|----|----|----|---|---|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | | | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | | | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | | | | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | | | | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | | | | | | |

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|---|---|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | | | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | | | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | | | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | | | | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | | | | | | | |



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|---|---|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | | | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | | | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | | | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | | | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | | | | | | |

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|---|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | | | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | | | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | | | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | | | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | | | | | |

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|----|---|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | | | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | | | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | | | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | | | | | |



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|----|---|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | | | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | | | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | | | | | |

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | | | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | | | | | |



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | | | | | |

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.

| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | | | | |

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | | | | |




| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | | | | |


EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | | | | |



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | | | | |

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | | | |

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | | | |



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | | | |

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 30 | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | | | |



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 30 | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | | | |

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 30 | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | | |

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 | | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 30 | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | | |



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 | 35 | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 30 | | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | | |

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 | 35 | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 30 | 35 | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | | |




| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 | 35 | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 30 | 35 | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | 37 | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | | |

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 | 35 | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 30 | 35 | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | 37 | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | 37 | |

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.



| Valor\Peso3 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 | 35 | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 30 | 35 | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | 37 | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | 37 | |



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 | 35 | 35 |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 30 | 35 | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | 37 | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | 37 | |

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 | 35 | 35 |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 30 | 35 | 35 |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | 37 | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | 37 | |



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 | 35 | 35 |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 30 | 35 | 35 |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | 37 | 42 |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | 37 | |

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Peso máximo de la mochila es 10.

| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 | 35 | 35 |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 30 | 35 | 35 |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | 37 | 42 |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | 37 | 42 |

Valor máximo de la mochila es 42.

EJEMPLO 2: Programación Dinámica

El problema de la Mochila entera

Objetos incluidos en la mochila.

| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 | 35 | 35 |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 30 | 35 | 35 |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | 37 | 42 |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | 37 | 42 |



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 | 35 | 35 |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 30 | 35 | 35 |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | 37 | 42 |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | 37 | 42 |



EJEMPLO 2: Programación Dinámica


El problema de la Mochila entera

Objetos incluidos en la mochila.

| Valor\Peso | 3 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|----|----|----|----|----|-----------|----|----|-----------|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 | 35 | 35 | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 30 | 35 | 35 | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | 37 | 42 | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | 37 | 42 | |

| Valor\Peso | 3 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|---|----|----|----|-----------|-----------|-----------|----|----|-----------|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 | 35 | 35 | |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 30 | 35 | 35 | |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | 37 | 42 | |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | 37 | 42 | |

Objetos incluidos en la mochila.



| Valor\Peso | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Ningún objeto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Objeto 0: 20\5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Objeto 1: 15\4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 | 35 | 35 |
| Objeto 2: 10\2 | 0 | 0 | 10 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 30 | 35 | 35 |
| Objeto 3: 12\3 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | 37 | 42 |
| Objeto 4: 14\4 | 0 | 0 | 10 | 12 | 15 | 22 | 25 | 30 | 32 | 37 | 42 |

Por tanto, los objetos incluidos en la mochila son:

Objeto 0, Objeto 2 y Objeto 3

El peso total es de $5+2+3= 10$

El valor total es de $20+10+12= 42$

EJEMPLO 2: Programación Dinámica El problema de la Mochila entera

```
void crearTablaPesos (const array<int, NOBJ> &valor, const array<int, NOBJ> &peso,
                    array<array<int, PMAX>, NOBJ> &tabla){

    // Se inicializa la tabla a 0
    // La fila 0 representa una mochila de cualquier peso a 0 objetos
    // La columna 0 representa una mochila vacía
    for(int i{0}; i<NOBJ; i++){
        tabla.at(i).fill(0);
    }

    // Inicializamos a 0 o con el valor del primer objeto que tenga un peso
    // igual o menor al de la mochila
    for(int i{1}; i<NOBJ; i++){
        for (int j{0}; j<PMAX; j++){
            if (j < peso.at(i)){
                // Se propaga el valor anterior
                tabla.at(i).at(j) = tabla.at(i-1).at(j);
            }
            else{
                if (tabla.at(i-1).at(j) > tabla.at(i-1).at(j-peso.at(i))+valor.at(i)){
                    // Se propaga el valor anterior
                    tabla.at(i).at(j) = tabla.at(i-1).at(j);
                }
                else{
                    // Entra el objeto
                    tabla.at(i).at(j) = tabla.at(i-1).at(j-peso.at(i))+valor.at(i);
                }
            }
        }
    }
}
```

EJEMPLO 2: Programación Dinámica El problema de la Mochila entera

```
array<int,NOBJ> obtenerObjetos (int pesoMax, const array<int, NOBJ> &peso,  
                                const array<array<int, PMAX>, NOBJ> &tabla){  
  
    array<int, NOBJ> objetos;  
    objetos.fill(0);  
  
    for(int i{NOBJ-1}; i>0; i--){  
        if (tabla.at(i).at(pesoMax) == tabla.at(i-1).at(pesoMax)){  
            objetos.at(i) = 0;  
        }  
        else {  
            objetos.at(i)=1;  
            pesoMax -= peso.at(i);  
        }  
    }  
  
    return objetos;  
}
```