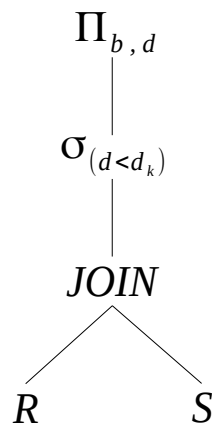


## Resolución

### Apartado a)



### Apartado b)

Para calcular de forma aproximada el número de bloques que es necesario transferir (lectura y escritura) durante la resolución de esta consulta, suponiendo que el plan lógico coincide exactamente con la misma, es necesario estimar el número de bloques que es necesario transferir para cada una de sus operaciones.

Empecemos por calcular el número de bloques que tiene la relación  $R$  para poder realizar la operación de reunión natural:

$$B(R) = \text{hacia arriba} \left( \frac{N(R)}{Bfr(R)} \right) = \text{hacia arriba} \left( \frac{1000}{Bfr(R)} \right)$$

$$Bfr(R) = \text{parte entera} \left( \frac{B-C}{L(R)} \right) = \text{parte entera} \left( \frac{4096-40}{L(R)} \right)$$

$$L(R) = 20 + 30 + 100 = 150$$

de modo que:

$$Bfr(R) = \text{parte entera} \left( \frac{4096-40}{150} \right) = 27 \quad \text{y}$$

$$B(R) = \text{hacia arriba} \left( \frac{1000}{27} \right) = 38$$

Del mismo modo, tenemos que calcular el número de bloques de  $S$  para poder realizar la operación de reunión natural:

$$B(S) = \text{hacia arriba} \left( \frac{N(S)}{Bfr(S)} \right) = \text{hacia arriba} \left( \frac{5000}{Bfr(S)} \right)$$

$$Bfr(S) = \text{parte entera} \left( \frac{B-C}{L(S)} \right) = \text{parte entera} \left( \frac{4096-40}{L(S)} \right)$$

$$L(S) = 30 + 20 + 40 = 90$$

de modo que:

$$Bfr(S) = \text{parte entera} \left( \frac{4096 - 40}{90} \right) = 45 \quad y$$

$$B(S) = \text{hacia arriba} \left( \frac{5000}{45} \right) = 112$$

Considerando que  $b$  forma parte de la clave de  $S$  como primer atributo, existe un índice sobre  $b$  y  $d$  en ese orden, por lo que  $S$  está ordenadas a través del atributo de reunión  $b$ . Sin embargo, no ocurre lo mismo con  $R$ , por lo que es necesario realizar la ordenación de la relación para poder realizar la reunión natural mediante la operación de mezcla (*merge*).

Se estima que el número de operaciones de lectura y escritura de bloques para ordenar  $R$  es de:

$$B(R) \times \log_2(B(R)) = 38 \times \log_2(38) \approx 200$$

El cálculo en número de bloques se ha redondeado hacia arriba.

La operación de reunión natural requiere leer y mezclar todos los registros de la relación  $R$  con los de la relación  $S$  sin leer cada bloque más de una vez, por lo que será necesario leer:

$$B(R) + B(S) = 38 + 112 = 150$$

y el resultado de la reunión natural necesita un número de bloques suficiente para almacenar los registros resultantes de esta operación, o sea:

$$B(JOIN) = \text{hacia arriba} \left( \frac{N(JOIN)}{Bfr(JOIN)} \right)$$

$$N(JOIN) = \frac{N(R) \cdot N(S)}{\max\{V(R, b), V(S, b)\}} = \frac{1000 \cdot 5000}{200} = 25000$$

$$Bfr(JOIN) = \text{parte entera} \left( \frac{B - C}{L(JOIN)} \right) = \text{parte entera} \left( \frac{4096 - 40}{L(JOIN)} \right)$$

$$L(JOIN) = L(R) + L(S) - \text{Size}(b) = 150 + 90 - 30 = 210$$

de modo que:

$$Bfr(JOIN) = \text{parte entera} \left( \frac{4096 - 40}{L(JOIN)} \right) = \text{parte entera} \left( \frac{4096 - 40}{210} \right) = 19 \quad y$$

$$B(JOIN) = \text{hacia arriba} \left( \frac{N(JOIN)}{Bfr(JOIN)} \right) = \text{hacia arriba} \left( \frac{25000}{19} \right) = 1316$$

La operación de selección debe leer los bloques resultantes de la operación anterior y escribir tantos bloques como sean necesarios para almacenar los registros que resultan de seleccionar aquellos que cumplan la condición, es decir:

$$B(\sigma_{d < d_k}) = \text{hacia arriba} \left( \frac{N(\sigma_{d < d_k})}{Bfr(\sigma_{d < d_k})} \right) = \text{hacia arriba} \left( \frac{N(\sigma_{d < d_k})}{Bfr(JOIN)} \right) = \text{hacia arriba} \left( \frac{N(\sigma_{d < d_k})}{19} \right)$$

El número estimado de tuplas resultantes de la selección sería:

$$N(\sigma_{d < d_k}) = \frac{1}{3} \cdot N(JOIN) = \frac{1}{3} \cdot 25000 = 8333$$

redondeando el número de tuplas hacia abajo, de modo que:

$$B(\sigma_{d < d_k}) = \text{hacia arriba} \left( \frac{N(\sigma_{d < d_k})}{19} \right) = \text{hacia arriba} \left( \frac{8333}{19} \right) = 439$$

La operación de proyección debe leer los bloques resultantes de la operación anterior y escribir tantos bloques como sean necesarios para almacenar el resultado de dicha operación, que se calculan a continuación:

$$B(\Pi_{b,d}) = \text{hacia arriba} \left( \frac{N(\Pi_{b,d})}{Bfr(\Pi_{b,d})} \right) = \text{hacia arriba} \left( \frac{N(\sigma_{d < d_k})}{Bfr(\Pi_{b,d})} \right) = \text{hacia arriba} \left( \frac{8333}{Bfr(\Pi_{b,d})} \right)$$

$$Bfr(\Pi_{b,d}) = \text{parte entera} \left( \frac{B-C}{L(\Pi_{b,d})} \right) = \text{parte entera} \left( \frac{4096-40}{L(\Pi_{b,d})} \right)$$

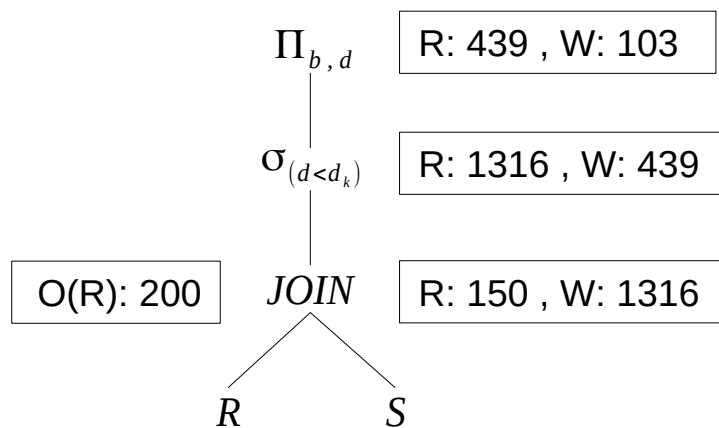
$$L(\Pi_{b,d}) = 30 + 20 = 50$$

de modo que:

$$Bfr(\Pi_{b,d}) = \text{parte entera} \left( \frac{4096-40}{L(\Pi_{b,d})} \right) = \text{parte entera} \left( \frac{4096-40}{50} \right) = 81 \quad y$$

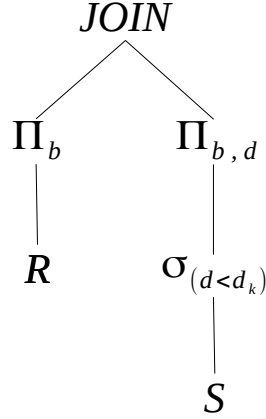
$$B(\Pi_{b,d}) = \text{hacia arriba} \left( \frac{8333}{Bfr(\Pi_{b,d})} \right) = \text{hacia arriba} \left( \frac{8333}{81} \right) = 103$$

**El plan físico asociado a la consulta planteada (si se supone una única resolución para cada operador) involucraría un número de lecturas y escrituras de bloques de 3963 operaciones.**



## Apartado c)

Un plan lógico más eficiente al propuesto en el apartado a) se obtiene realizando las proyecciones y las selecciones lo antes posible, con el fin de reducir el número de bloques involucrados en las operaciones más costosas (como la reunión natural), como se ven en el plan lógico que sigue:



Aprovecharemos los cálculos realizados en el apartado b) para el número de bloques de las relaciones  $R$  y  $S$ .

La operación de proyección sobre  $R$  debe leer los bloques de dicha relación (38) y escribir tantos bloques como sean necesarios para almacenar el resultado de la proyección, que se calculan a continuación:

$$B(\Pi_b) = \text{hacia arriba} \left( \frac{N(\Pi_b)}{Bfr(\Pi_b)} \right) = \text{hacia arriba} \left( \frac{N(R)}{Bfr(\Pi_b)} \right) = \text{hacia arriba} \left( \frac{1000}{Bfr(\Pi_b)} \right)$$

$$Bfr(\Pi_b) = \text{parte entera} \left( \frac{B-C}{L(\Pi_b)} \right) = \text{parte entera} \left( \frac{4096-40}{L(\Pi_b)} \right)$$

$$L(\Pi_b) = 30$$

de modo que:

$$Bfr(\Pi_b) = \text{parte entera} \left( \frac{4096-40}{L(\Pi_b)} \right) = \text{parte entera} \left( \frac{4096-40}{30} \right) = 135 \quad \text{y}$$

$$B(\Pi_b) = \text{hacia arriba} \left( \frac{1000}{Bfr(\Pi_b)} \right) = \text{hacia arriba} \left( \frac{1000}{135} \right) = 8$$

La operación de selección sobre  $S$  debe leer los bloques de dicha relación (112) y escribir tantos bloques como sean necesarios para almacenar el resultado de la selección, que se calculan a continuación:

$$B(\sigma_{d < d_k}) = \text{hacia arriba} \left( \frac{N(\sigma_{d < d_k})}{Bfr(\sigma_{d < d_k})} \right) = \text{hacia arriba} \left( \frac{N(\sigma_{d < d_k})}{Bfr(S)} \right) = \text{hacia arriba} \left( \frac{N(\sigma_{d < d_k})}{45} \right)$$

$$N(\sigma_{d < d_k}) = \frac{1}{V(S, d)} \cdot N(S) = \frac{1}{3} \cdot 5000 = 1666,6667$$

que se toma redondeado hacia abajo, por lo que:

$$B(\sigma_{d < d_k}) = \text{hacia arriba} \left( \frac{N(\sigma_{d < d_k})}{45} \right) = \text{hacia arriba} \left( \frac{1666}{45} \right) = 38$$

La operación de proyección sobre lo seleccionado sobre  $S$  debe leer los bloques resultantes de la selección y escribir tantos bloques como sean necesarios para almacenar el resultado de la proyección, que se calculan a continuación:

$$B(\Pi_{b,d}) = \text{hacia arriba} \left( \frac{N(\Pi_{b,d})}{Bfr(\Pi_{b,d})} \right) = \text{hacia arriba} \left( \frac{N(\sigma_{d < d_k})}{Bfr(\Pi_{b,d})} \right) = \text{hacia arriba} \left( \frac{1666}{Bfr(\Pi_{b,d})} \right)$$

$$Bfr(\Pi_{b,d}) = \text{parte entera} \left( \frac{B-C}{L(\Pi_{b,d})} \right) = \text{parte entera} \left( \frac{4096-40}{L(\Pi_{b,d})} \right)$$

$$L(\Pi_{b,d}) = 30 + 20 = 50$$

de modo que:

$$Bfr(\Pi_{b,d}) = \text{parte entera} \left( \frac{4096-40}{L(\Pi_{b,d})} \right) = \text{parte entera} \left( \frac{4096-40}{50} \right) = 81 \quad y$$

$$B(\Pi_{b,d}) = \text{hacia arriba} \left( \frac{1666}{Bfr(\Pi_{b,d})} \right) = \text{hacia arriba} \left( \frac{1666}{81} \right) = 21$$

Considerando que el enunciado indica que las operaciones de reunión y selección conservan los índices, la proyección realizada sobre la selección realizada sobre  $S$  conserva el índice  $y$ , por tanto, el orden sobre  $b$ . Sin embargo, no existe orden sobre  $b$  en  $R$  ni, por tanto, en la proyección realizada sobre  $R$ , por lo que habrá que ordenar el resultado de la proyección sobre dicho atributo para poder realizar la reunión natural mediante la operación de mezcla (*merge*).

Se estima que el número de operaciones de lectura y escritura de bloques para ordenar el resultado de la proyección sobre  $R$  es de:

$$B(\Pi_b) \times \log_2(B(\Pi_b)) = 8 \times \log_2(8) \approx 24$$

En ambos casos, se han redondeado los cálculos hacia arriba.

La operación de reunión natural requiere leer y mezclar todos los registros de las relaciones ordenadas sin leer cada bloque más de una vez, por lo que será necesario leer:

$$B(\Pi_b) + B(\Pi_{b,d}) = 8 + 21 = 29$$

y el resultado de la reunión natural necesita un número de bloques suficiente para almacenar los registros resultantes de esta operación, o sea:

$$B(JOIN) = \text{hacia arriba} \left( \frac{N(JOIN)}{Bfr(JOIN)} \right)$$

$$N(JOIN) = \frac{N(\Pi_b) \cdot N(\Pi_{b,d})}{\max\{V(\Pi_b, b), V(\Pi_{b,d}, b)\}} = \frac{1000 \cdot 1666}{200} = 8330$$

$$Bfr(JOIN) = \text{parte entera} \left( \frac{B-C}{L(JOIN)} \right) = \text{parte entera} \left( \frac{4096-40}{L(JOIN)} \right)$$

$$L(JOIN) = L(\Pi_b) + L(\Pi_{b,d}) - \text{Size}(b) = 30 + 50 - 30 = 50$$

de modo que:

$$Bfr(JOIN) = \text{parte entera} \left( \frac{4096 - 40}{L(JOIN)} \right) = \text{parte entera} \left( \frac{4096 - 40}{50} \right) = 81 \text{ y}$$

$$B(JOIN) = \text{hacia arriba} \left( \frac{N(JOIN)}{Bfr(JOIN)} \right) = \text{hacia arriba} \left( \frac{8330}{81} \right) = 103$$

**El plan físico asociado a la consulta planteada (si se supone una única resolución para cada operador) involucraría un número de lecturas y escrituras de bloques de 411 operaciones.**

