

FUNDAMENTOS DE BASES DE DATOS

Examen Julio 2010

Solución

Ejercicio 1 (25 puntos).

Se desea modelar la realidad de un hostel, donde existen varias habitaciones que son identificadas con un número, además de saber qué capacidad tiene cada una de ellas. Las habitaciones pueden ser de dos tipos: de alquiler mensual o diario. De una habitación de alquiler mensual interesa saber su costo por mes, mientras que de las habitaciones de alquiler diario interesa saber si tienen baño compartido.

En las habitaciones de alquiler diario se desea identificar cada cama con un número, sabiendo que el número de cama se puede repetir en distintas habitaciones. Para cada cama se guarda su costo por día, dado que éste puede variar dependiendo de la cantidad de camas de la habitación (ej: una noche en una cama de un dormitorio de 6 plazas no cuesta lo mismo que una noche en una cama de una habitación doble)

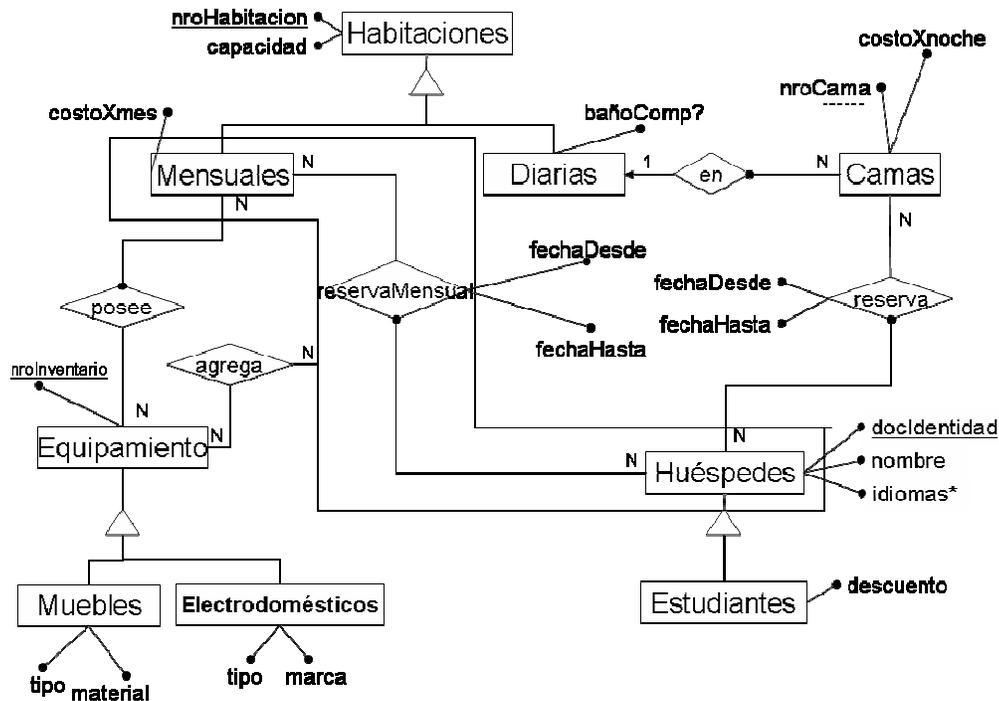
Las habitaciones de alquiler mensual cuentan con equipamiento, el cual se identifica con un número de inventario. El equipamiento se clasifica en muebles y electrodomésticos. De cada electrodoméstico se conoce su tipo (ej: heladera, microondas, etc.) y marca y de cada mueble se conoce su tipo y material (ej: silla de madera)

De cada huésped se conoce su documento de identidad, que lo identifica, su nombre y una lista de los idiomas que éste habla. Al hostel llegan dos tipos de huéspedes: turistas y estudiantes. A los estudiantes se les hace un descuento que varía según el estudiante.

Si el huésped solicita una habitación de alquiler diario, en la reserva se le asigna una cama de alguna habitación y se registra la fecha desde la cual ocupará esa plaza hasta la fecha en que la liberará

Si el huésped solicita una habitación de alquiler mensual, en la reserva se le asigna una habitación y, además de registrar la fecha desde la cual ocupará esa habitación hasta la fecha en que la liberará, se le pregunta si desea agregar equipamiento a la habitación. En caso afirmativo se registra que equipamiento es necesario agregar.

Se pide: Modelo Entidad Relación completo.



- habitaciones = mensuales \cup diarias
- mensuales \cap diarias = \emptyset
- A una habitación reservada mensualmente no se le puede agregar un equipamiento que ya existen en la habitación.

Ejercicio 2 (15 puntos).

Dado el siguiente esquema relación: $R(A,B,C,D,E,G,H)$ y el conjunto de dependencias funcionales $F = \{EHA \rightarrow G, H \rightarrow B, EHC \rightarrow G, DG \rightarrow CH, C \rightarrow A\}$

- Calcule todas las claves de R según F . Justifique su respuesta.
- Determine si el siguiente conjunto de dependencias funcionales J es un cubrimiento minimal de F . Justifique su respuesta.
 $J = \{EHA \rightarrow G, DG \rightarrow C, DG \rightarrow H, H \rightarrow B, C \rightarrow A, DH \rightarrow C\}$
- Para cada uno de los siguientes esquemas relación indique cuál es la máxima forma normal que cumplen según F :
 $R_1(G,A,H,B)$
 $R_2(A,B,D,E,G)$
 $R_3(A,D,E,H)$
 Justifique su respuesta.
- Determine si la siguiente descomposición de R es con JSP según F . Justifique su respuesta.
 $\rho = \{(E,B,D,C,G,H) (H,D,A,C)\}$
- Obtenga una descomposición de R en BCNF según F por aplicación del algoritmo visto en el curso. Justifique su respuesta.
- Para cada dependencia de F determine si se preserva en la descomposición obtenida en la parte e).

Solución

Dado el siguiente esquema relación: $R(A,B,C,D,E,G,H)$ y el conjunto de dependencias funcionales $F = \{EHA \rightarrow G, H \rightarrow B, EHC \rightarrow G, DG \rightarrow CH, C \rightarrow A\}$

- a) Calcule todas las claves de R según F. Justifique su respuesta.

DE pertenecen a todas las claves por no estar en el lado derecho de las dfs.
B no pertenece a ninguna clave por no estar en el lado izquierdo de las dfs.

$$(DE)^+ = \{D, E\} \quad \text{No es clave}$$

Busco clave con 3 atributos:

$$(DEA)^+ = \{D, E, A\}$$

$$(DEC)^+ = \{D, E, C, A\}$$

$$(DEG)^+ = \{D, E, G, C, H, B, A\}$$

DEG es clave

$$(DEH)^+ = \{D, E, H, B\}$$

Si hay más clave pertenece al conjunto $\{D, E, A, B, C, H\}$

$$(DEABCH)^+ = \{D, E, A, B, C, H, G\} = R \quad \text{por lo tanto hay más claves.}$$

Busco claves con 4 atributos:

$$(DEHA)^+ = \{D, E, H, A, G, B, C\}$$

DEHA es clave

$$(DEHB)^+ = \{D, E, H, B\}$$

$$(DEHC)^+ = \{D, E, H, C, A, G, B\}$$

DEHC es clave

Si hay más claves pertenecen al conjunto $\{D, E, B, A, C\}$ o $\{D, E, H, B\}$

$$(DEBAC)^+ = \{D, E, B, A, C\}$$

$$(DEHB)^+ = \{D, E, H, B\}$$

Ninguno de los conjuntos anteriores determina a todos los atributos por lo tanto no hay más claves.

Claves: DEG, DEHA, DEHC

- b) Determine si el siguiente conjunto de dependencias funcionales J es un cubrimiento minimal de F. Justifique su respuesta.

$$J = \{EHA \rightarrow G, DG \rightarrow C, DG \rightarrow H, H \rightarrow B, C \rightarrow A, DH \rightarrow C\}$$

$(DH)^+_F = \{D, H, B\}$ por lo tanto $DH \rightarrow C$ no pertenece a F^+ y si pertenece a J. Entonces J no es equivalente a F, por lo tanto no es un cubrimiento de F y no es un cubrimiento minimal de F.

- c) Para cada uno de los siguientes esquemas relación indique cuál es la máxima forma normal que cumplen según F:

$R_1 (G, A, H, B)$

$$(A)^+ = \{A\}$$

$$(H)^+ = \{H, B\}$$

$$(G)^+ = \{G\}$$

$$(B)^+ = \{B\}$$

$$(GA)^+ = \{G, A\} \quad (GH)^+ = \{G, H, B\}$$

$$(GB)^+ = \{G, B\}$$

$$(AB)^+ = \{A, B\} \quad (AH)^+ = \{A, H, B\}$$

$$(GAH)^+ = \{G, A, H, B\}$$

$$(GAB)^+ = \{G, A, B\}$$

$$(GHB)^+ = \{G, H, B\}$$

$$(ABH)^+ =$$

$$\{A, B, H\}$$

$\Pi_{R_1}(F) = \{H \rightarrow B\}$

Clave R_1 : GAH

La dependencia $GAH \rightarrow B$ es parcial de clave a un atributo no primo, por lo tanto R_1 esta en 1NF.

$R_2 (A, B, D, E, G)$

$$\begin{aligned}
(A)^+ &= \{A\} & (B)^+ &= \{B\} & (D)^+ &= \{D\} & (E)^+ &= \{E\} \\
(G)^+ &= \{G\} \\
(AB)^+ &= \{A,B\} & (AD)^+ &= \{A,D\} & (AE)^+ &= \{A,E\} & (AG)^+ &= \{A,G\} \\
\mathbf{(DG)^+} &= \mathbf{\{D,G,C,H,A,B\}} \\
(BD)^+ &= \{B,D\} & (BE)^+ &= \{B,E\} & (BG)^+ &= \{B,G\} & (DE)^+ &= \{D,E\} \\
(EG)^+ &= \{E,G\} & (ABD)^+ &= \{A,B,D\} & & & (ABE)^+ &= \{A,B,E\} \\
(ABG)^+ &= \{A,B,G\} & (ADE)^+ &= \{A,D,E\} & & & (AEG)^+ &= \\
& \{A,E,G\} \\
(BDE)^+ &= \{B,D,E\} & (BEG)^+ &= \{B,E,G\} & & & (ABDE)^+ &= \\
& \{A,B,D,E\}
\end{aligned}$$

$\Pi_{R_2}(F) = \{DG \rightarrow AB\}$
Clave R_2 : DGE

La dependencia $DGE \rightarrow B$ es parcial de clave a un atributo no primo, por lo tanto R_2 esta en 1NF.

$R_3 (A,D,E,H)$

$\Pi_{R_3}(F) = \{ \}$
Clave R_3 : ADEH

En R_3 no se proyectan dependencias por lo tanto se encuentra en 4NF.

Justifique su respuesta.

- d) Determine si la siguiente descomposición de R es con JSP según F. Justifique su respuesta.

$$\rho = \{(E,B,D,C,G,H) (H,D,A,C)\}$$

Por el teorema visto en el curso ρ es con JSP respecto a F sii
 $HDC \rightarrow A$ o $HDC \rightarrow EBG$ pertenecen a F^+ .

$(HDC)^+ = \{H,D,C,B,A\}$ por lo tanto $HDC \rightarrow A$ pertenece a F^+ y la descomposición es con JSP.

- e) Obtenga una descomposición de R en BCNF según F por aplicación del algoritmo visto en el curso. Justifique su respuesta.

$R(A,B,C,D,E,G,H)$

En $DG \rightarrow CH$, DG no es superclave de R por lo tanto viola BCNF.

Aplicando el algoritmo del curso se obtiene la siguiente descomposición.

$R_1(D,G,C,H) \{DG \rightarrow CH\}$ Clave DG

Por lo tanto DG es superclave de R_1 y R_1 se encuentra en BCNF

$R_2(A,B,D,E,G) \{DG \rightarrow AB\}$ Clave DGE

Por lo tanto DG no es superclave en R_2 y la dependencia $DG \rightarrow AB$ viola BCNF.

Aplicando el algoritmo visto en el curso se descompone R_2 en

$R_{21}(D,G,A,B) \{DG \rightarrow AB\}$ Clave DG

Por lo tanto DG es superclave de R_{21} y R_{21} se encuentra en BCNF

$R_{22}(D,E,G) \{ \}$ Clave :DEG

Al no proyectarse dependencias R_{22} se encuentra en 4NF en particular BCNF.

La descomposición resultante es:

$R_1(D,G,C,H)$
 $R_{21}(D,G,A,B)$
 $R_{22}(D,E,G)$

- f) Para cada dependencia de F determine si se preserva en la descomposición obtenida en la parte e).

Las dependencias que se preservan en la descomposición anterior son las de J^+ siendo $J = \{DG \rightarrow CHAB\}$

Para cada una de las dependencias de F se verifica si se deducen de J.

$EHA \rightarrow G$,
 $(EHA)^+_J = \{E,H,A\}$ por lo tanto $EHA \rightarrow G$ no se preserva en la descomposición ya que $G \notin (EHA)^+_J$.

$H \rightarrow B$,
 $(H)^+_J = \{H\}$ por lo tanto $H \rightarrow B$ no se preserva en la descomposición ya que $B \notin (H)^+_J$.

$EHC \rightarrow G$
 $(EHC)^+_J = \{E,H,C\}$ por lo tanto $EHC \rightarrow G$ no se preserva en la descomposición ya que $G \notin (EHC)^+_J$.

$DG \rightarrow CH$
 $(DG)^+_J = \{D,G,C,D,A,B\}$ por lo tanto $DG \rightarrow CH$ SI se preserva en la descomposición ya que $\{CH\} \subseteq (DG)^+_J$.

$C \rightarrow A$
 $(C)^+_J = \{C\}$ por lo tanto $C \rightarrow A$ no se preserva en la descomposición ya que $A \notin (C)^+_J$.

Ejercicio 3 (15 puntos).

Considere una veterinaria donde se desea registrar la información de los clientes, de los veterinarios, de los productos que se venden, de las ventas y de las consultas realizadas a cada cliente.

De cada cliente se conoce su cédula, teléfono, dirección, animal (perro, gato, conejo, etc), nombre-animal. De cada veterinario se conoce su cédula, nombre, teléfono y especialidad. De cada producto se guarda un código (que lo identifica), un tipo, un nombre. De cada venta que se realiza a un cliente se registra el cliente, el producto, la fecha y la cantidad vendida. De cada consulta realizada se guarda el veterinario, el cliente, el animal atendido y la fecha de la consulta.

Las cédulas se utilizan como identificadores de las personas.

Un cliente puede tener más de un animal registrado, no existiendo dos animales con el mismo nombre para un mismo cliente.

Se asume que en una misma fecha, el mismo cliente no realizará más de una consulta para el mismo animal.

Se utilizan los siguientes nombres de atributos:

ci-cliente	ci-vet	tipo-prod
tel-cliente	nom-vet	nom-prod
direccion	tel-vet	fecha-venta
animal	especialidad	cant-vendida
nom-animal	cod-prod	fecha-consulta

Se pide:

- a) Deducir las dependencias funcionales que deberían cumplirse para esta realidad.
- b) Partiendo de la relación universal, dar una descomposición en 3NF, aplicando el algoritmo visto en clase.
- c) Decir si la descomposición obtenida preserva dependencias funcionales y tiene JSP.
- d) Hallar una dependencia multivaluada (no funcional y no trivial) que se cumpla en una de las relaciones obtenidas en la parte b).

Solución:

a)

ci-cliente → tel-cliente, direccion

ci-cliente, nom-animal → animal

ci-vet → nom-vet, tel-vet, especialidad

cod-prod → tipo-prod, nom-prod

ci-cliente, nom-animal, fecha-consulta → ci-vet

b)

RelUniversal (ci-cliente, tel-cliente, direccion, nom-animal, animal, ci-vet, nom-vet, tel-vet, especialidad, cod-prod, tipo-prod, nom-prod, fecha-consulta, fecha-venta, cant-vendida)

Conjunto de dfs minimal:

```
{ ci-cliente → tel-cliente
  ci-cliente → direccion
  ci-cliente, nom-animal → animal
  ci-vet → nom-vet
  ci-vet → tel-vet
  ci-vet → especialidad
  cod-prod → tipo-prod
  cod-prod → nom-prod
  ci-cliente, nom-animal, fecha-consulta → ci-vet }
```

Unica clave: ci-cliente, nom-animal, fecha-consulta, cod-prod, fecha-venta, cant-vendida

Es la única porque cada uno de esos atributos tienen que estar en todas las claves.

Cientes (ci-cliente, tel-cliente, direccion)

Animales (ci-cliente, nom-animal, animal)

Veterinarios (ci-vet, nom-vet, tel-vet, especialidad)

Productos (cod-prod, tipo-prod, nom-prod)

Consultas (ci-cliente, nom-animal, fecha-consulta, ci-vet)

Ventas-Cons (ci-cliente, nom-animal, fecha-consulta, cod-prod, fecha-venta, cant-vendida)

c) Preserva las dfs y tiene JSP por construcción.

d)

Cada cliente con nombre-animal se combinan en forma independiente por un lado con los valores de fecha-consulta, y por otro lado con cod-prod, fecha-venta, cant-vendida. Por lo tanto se cumple, en la relación Ventas_Cons, la dmv:

ci-cliente, nom-animal ->> fecha-consulta

Ejercicio 4 (25 puntos).

Se mantiene la información de películas, sus actores y directores en una base de datos con el siguiente esquema:

ACT_DIRS (TipoDoc, NroDoc, Nombre, Sexo)

Contiene la información de los actores y directores. El tipo y número de documento que los identifica, su nombre y sexo (M o F).

Nota: Cada persona de la realidad se encuentra registrada con un único tipo de documento.

PELICULAS (IdPelícula, Título, Genero, Duracion, TipoDoc, NroDoc)

Contiene la información de las películas. Su identificador, título, género, duración en minutos y la identificación del director de la misma.

PROTAGONIZA (TipoDoc, NroDoc, IdPelícula, Minutos)

Contiene la información de los actores que protagonizaron cada película y por cuantos minutos.

En este esquema no existen tablas vacías y se cumplen las siguientes dependencias de inclusión.

- $\Pi_{\text{TipoDoc, NroDoc}}(\text{PELICULAS}) \subseteq \Pi_{\text{TipoDoc, NroDoc}}(\text{ACT_DIRS})$
- $\Pi_{\text{TipoDoc, NroDoc}}(\text{PROTAGONIZA}) \subseteq \Pi_{\text{TipoDoc, NroDoc}}(\text{ACT_DIRS})$
- $\Pi_{\text{IdPelícula}}(\text{PROTAGONIZA}) \subseteq \Pi_{\text{IdPelícula}}(\text{PELICULAS})$

Resolver en álgebra relacional las siguientes consultas:

- Nombre de los actores que protagonizaron alguna película por más 30 minutos pero no dirigieron ninguna película de más de 120 minutos de duración.
- Nombre de los actores que protagonizaron todas las películas de más de 90 minutos de duración.

Resolver en cálculo relacional las siguientes consultas:

- Nombre de los actores que solo protagonizaron películas en las cuales eran el director.
- Título de las películas de mayor duración protagonizadas por el actor Antonio Banderas.

Resolver en SQL, sin utilizar vistas ni sub-consultas en el FROM, las siguientes consultas:

- Título de las películas tal que todos sus protagonistas dirigieron alguna película del mismo género.
- Título de las películas dirigidas por mujeres y protagonizadas por exactamente 5 actores.

Solución:

1) /** actores que protagonizaron alguna película por más de 30 minutos */

$A = \Pi_{\text{TipoDoc}, \text{NroDoc}} (\sigma_{\text{Minutos} > 30} (\text{PROTAGONIZA}))$

/** directores que dirigieron alguna película de mas de 120 minutos */

$B = \Pi_{\text{TipoDoc}, \text{NroDoc}} (\sigma_{\text{Duracion} > 120} (\text{PELICULAS}))$

$S = \Pi_{\text{Nombre}} (\text{ACT_DIRS} * (A - B))$

2) /** Películas de más de 90 minutos de duración */

$A = \Pi_{\text{IdPelicula}} (\sigma_{\text{Duracion} > 90} (\text{PELICULAS}))$

/** Tuplas de actores y películas que protagonizaron */

$B = \Pi_{\text{TipoDoc}, \text{NroDoc}, \text{IdPelicula}} (\text{PROTAGONIZA})$

$S = \Pi_{\text{Nombre}} (\text{ACT_DIRS} * (B \% A))$

3)

{ a.Nombre / ACT_DIRS (a) ^

$(\exists p2) (\text{PROTAGONIZA} (p2) \wedge p2.\text{TipoDoc} = a.\text{TipoDoc} \wedge p2.\text{NroDoc} = a.\text{NroDoc}$

) ^

$(\forall p3) (\text{PROTAGONIZA} (p3) \wedge p3.\text{TipoDoc} = a.\text{TipoDoc} \wedge$

$p3.\text{NroDoc} = a.\text{NroDoc} \rightarrow$

$(\exists p4) (\text{PELICULAS} (p4) \wedge p3.\text{IdPelicula} = p4.\text{IdPelicula} \wedge p4.\text{TipoDoc} = a.\text{TipoDoc}$

^

$p4.\text{NroDoc} = a.\text{NroDoc}$

)

)

}

- 4) $\{ p.\text{Titulo} / \text{PELICULAS}(p) \wedge$
 $(\exists p1) (\text{PROTAGONIZA} (p1) \wedge p1.\text{IdPelicula} = p.\text{IdPelicula} \wedge$
 $(\exists a1) (\text{ACT_DIRS} (a1) \wedge a1.\text{TipoDoc} = p1.\text{TipoDocActor} \wedge$
 $a1.\text{NroDoc} = p1.\text{NroDocActor} \wedge$
 $a1.\text{Nombre} = \text{'Antonio Banderas'})$
 \wedge
 $(\neg(\exists p2) (\text{PELICULAS} (p2) \wedge p2.\text{Duracion} > p.\text{Duracion} \wedge$
 $(\exists p3) (\text{PROTAGONIZA} (p3) \wedge p3.\text{IdPelicula} = p2.\text{IdPelicula} \wedge$
 $\wedge a1.\text{TipoDoc} = p3.\text{TipoDocActor} \wedge$
 $a1.\text{NroDoc} = p3.\text{NroDocActor}$
 $)$
 $)$
 $)$
 $\}$
- $\{ p.\text{Titulo} / \text{PELICULAS}(p) \wedge$
 $(\exists p1) (\text{PROTAGONIZA} (p1) \wedge p1.\text{IdPelicula} = p.\text{IdPelicula} \wedge$
 $(\exists a1) (\text{ACT_DIRS} (a1) \wedge a1.\text{TipoDoc} = p1.\text{TipoDocActor} \wedge$
 $a1.\text{NroDoc} = p1.\text{NroDocActor} \wedge$
 $a1.\text{Nombre} = \text{'Antonio Banderas'}) \wedge$
 $(\forall p2) (\text{PROTAGONIZA} (p2) \wedge p2.\text{TipoDoc} = a1.\text{TipoDocActor} \wedge$
 $p2.\text{NroDoc} = a1.\text{NroDocActor}$
 $\rightarrow (\exists p3) (\text{PELICULAS} (p3) \wedge p3.\text{IdPelicula} = p2.\text{IdPelicula} \wedge$
 $p3.\text{Duracion} \leq p.\text{Duracion}$
 $)$
 $)$
 $)$
 $\}$
- 5)
- ```

SELECT P.Titulo
FROM PELICULAS P
WHERE
 NOT EXISTS
 (SELECT *
 FROM PROTAGONIZA G
 WHERE G.idPelicula = P.idPelicula
 AND NOT EXISTS
 (SELECT *
 FROM PELICULAS D
 WHERE D.genero = P.genero
 AND D.TipoDoc = G.TipoDoc
 AND D.NroDoc = G.NroDoc
)
)
)

```
- 6) `SELECT p.Titulo`  
`FROM PELICULAS p, ACT_DIRS a`  
`WHERE p.TipoDoc = a.TipoDoc`  
`AND p.NroDoc = a.NroDoc`  
`AND a.Sexo = 'F'`  
`AND p.IdPelicula IN (SELECT p1.IdPelicula`  
`FROM PROTAGONIZA p1`  
`GROUP BY p1.IdPelicula`  
`HAVING COUNT(*) = 5)`

## Ejercicio 5 (20 puntos).

Considere el siguiente esquema de bases de datos:

**Sanatorios** (nomSanatorio, especialidad, departamento, cantSalas)

**Salas** (nomSanatorio, nroSala, cantCamas, piso)

**Internados** (ciPaciente, nomSanatorio, nroSala, diagnostico, fechaInternacion)

Además se tiene la siguiente información sobre las tablas de este esquema:

### Indices:

En cada tabla existe un índice primario por la clave primaria correspondiente.

Además existen los siguientes índices:

| Tabla      | Tipo              | Atributos                | Nombre           |
|------------|-------------------|--------------------------|------------------|
| Sanatorios | Índice Secundario | departamento             | IndDepartamento  |
| Internados | Índice Secundario | nomSanatorio,<br>nroSala | IndSanatorioSala |

### Tamaños:

| Tabla      | Cantidad de tuplas |
|------------|--------------------|
| Sanatorios | 4                  |
| Salas      | 100                |
| Internados | 450                |

Considere la siguiente consulta sobre el esquema dado:

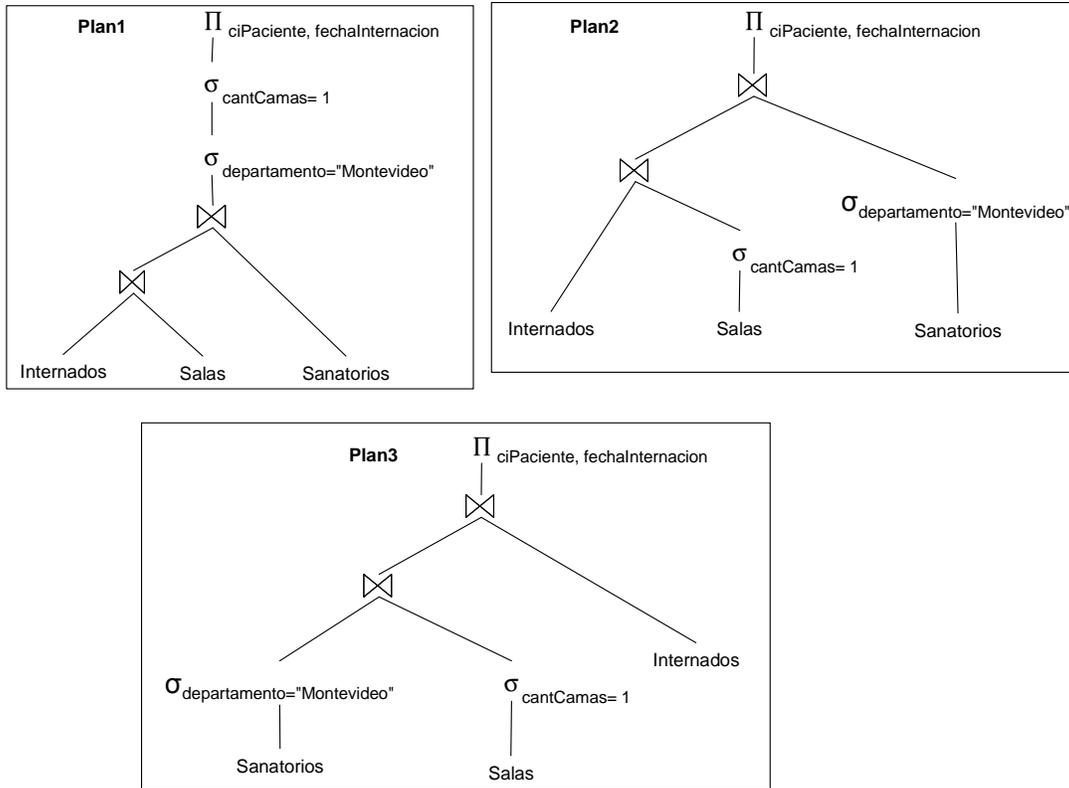
```
SELECT I.ciPaciente, I.fechaInternacion
FROM Internados I, Salas Sal, Sanatorios San
WHERE I.nomSanatorio = Sal.nomSanatorio AND
 I.nroSala = Sal.nroSala AND
 San.nomSanatorio = Sal.nomSanatorio AND
 San.departamento = 'Montevideo' AND
 Sal.cantCamas = 1
```

### Se pide:

- Dar 3 posibles planes lógicos para la consulta anterior, y decir, justificando, cuál le parece ser el más conveniente.
- Para el plan lógico de la parte a) seleccionado como el más conveniente, dar 2 posibles planes físicos.
- Sabiendo que el 50% de las salas corresponden a sanatorios de Montevideo, y que el 30% de ellas son individuales, ¿puede acotar el tamaño del resultado de la consulta?
  - Qué información necesitaría para calcular el costo de almacenamiento del resultado de la consulta en disco?

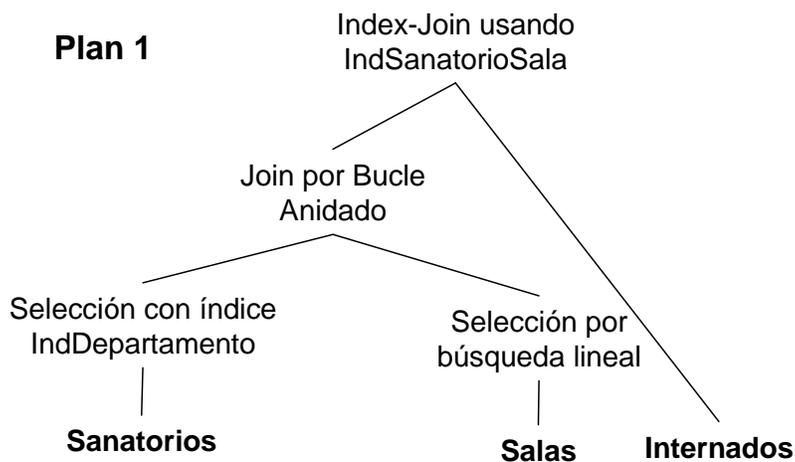
**Solución**

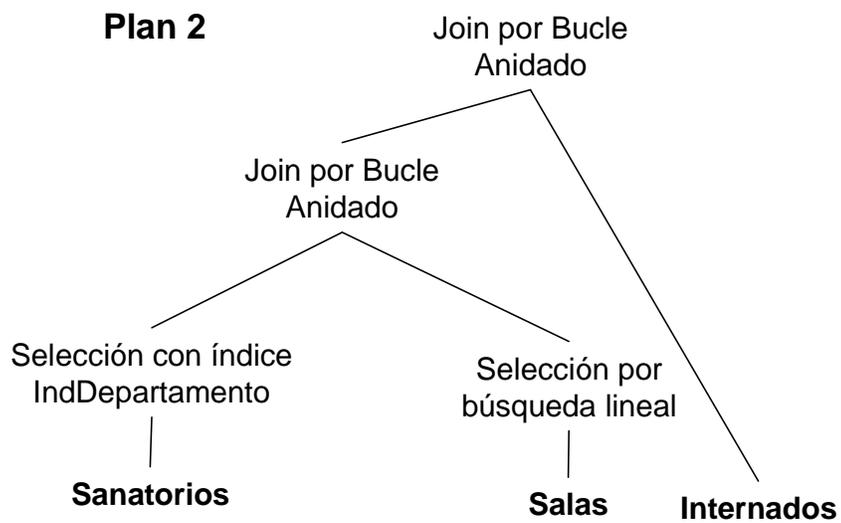
Parte a) Planes Lógicos:



De estos 3 planes el más conveniente es el Plan 3, ya que realiza las selecciones lo antes posible y además tiene las ramas más restrictivas colocadas a la izquierda del árbol. Esto es lo que indican las heurísticas para optimización de los planes.

Parte b) Planes Físicos:





Parte c)

c1) Hay 50 salas en Montevideo, de las cuales 16 son individuales. Por lo tanto el resultado de la consulta es menor o igual a 16.

c2) Idem c1 y además la cantidad de tuplas que entran en un bloque.

## Implementaciones de los Operadores.

| Oper.         | Algoritmo        | Costo                                   | Condición               | Organización        |
|---------------|------------------|-----------------------------------------|-------------------------|---------------------|
| $\sigma_c(R)$ | Búsqueda Lineal  | $b_R$ peor caso, $b_R/2$ promedio       | Cualquier Caso          | Cualquiera          |
|               | Búsqueda Binaria | $\log_2 b_R + \lceil s/bf_R \rceil - 1$ | Cualquier caso          | Registros ordenados |
|               | Índice Primario  | $x + 1$                                 | Por igualdad a un valor | Registros Ordenados |
|               | Hash             | 1 o 2 según el tipo                     | Por igualdad a un valor | Cualquiera          |
|               | Índices Primario | $x + (b/2)$ (promedio)                  | Por relación de orden.  | Índice ordenado     |
|               | Índice Cluster   | $x + \lceil s/bf_R \rceil$              | Cualquier Caso          | Registros Ordenados |

CSI-INCO

Fundamentos de Bases de Datos

45

## Implementaciones de los Operadores.

| Oper.           | Algoritmo                | Costo                                     | Cond.          | Organización    |
|-----------------|--------------------------|-------------------------------------------|----------------|-----------------|
| $\sigma_c(R)$   | Índice secundario B+     | $x + s$ peor caso                         | Cualquier Caso | Cualquiera      |
|                 | Grabación Intermedia     | $s/bf_R$                                  | Cualquier caso | Cualquiera      |
| $R \bowtie_c S$ | Loop Anidado (registros) | $b_R + (n_R * b_s)$                       | Cualquier caso | Cualquiera      |
|                 | Loop Anidado (bloque)    | $b_R + \lceil b_R / (M - 2) \rceil * b_s$ | Cualquier caso | Cualquiera      |
|                 | Sort Merge               | $b_R + b_s + \text{costo ords.}$          | Cualquier caso | índice en disco |
|                 | Index join               | $b_R + n_R * Z$                           | Cualquier caso | índice en disco |

CSI-INCO

Fundamentos de Bases de Datos

46

donde Z depende del tipo de índice:

secundario:  $Z = x + sS$ , cluster:  $Z = x + \lceil sS/bf_S \rceil$ , primario:  $Z = x + 1$ , hash = h