

Reporte Técnico de Normalización

Análisis de Dependencias Funcionales y Descomposición FNBC

Estudiante: Ortiz Valles Joaquín Rafael

Noviembre de 2025

Introducción

El presente documento detalla el procedimiento analítico para la normalización de diversos esquemas relacionales. Se incluye el cálculo de cierres para determinar llaves candidatas (CK), la identificación de violaciones a las formas normales (2FN, 3FN, FNBC) y la síntesis de los esquemas resultantes.

1. Análisis del Esquema 1

Relación Base: $R(A, B, C, D, E, F, G, H)$

Dependencias Funcionales (F): $\{AB \rightarrow C, A \rightarrow DE, B \rightarrow F, F \rightarrow GH\}$

1.1. Análisis de Llaves

Los atributos $\{A, B\}$ no aparecen en el lado derecho de ninguna dependencia funcional, por lo que son esenciales. Calculamos el cierre de $\{AB\}$:

- $\{AB\}^+ = \{A, B\}$ (Base)
- Usando $AB \rightarrow C \Rightarrow \{A, B, C\}$
- Usando $A \rightarrow DE \Rightarrow \{A, B, C, D, E\}$
- Usando $B \rightarrow F \Rightarrow \{A, B, C, D, E, F\}$
- Usando $F \rightarrow GH \Rightarrow \{A, B, C, D, E, F, G, H\}$

El cierre cubre R , por lo tanto, la única llave candidata es: **CK** = $\{AB\}$.

- **Atributos Principales:** $\{A, B\}$
- **Atributos No Principales:** $\{C, D, E, F, G, H\}$

1.2. Normalización y Resultados

La relación no se encuentra en 2FN debido a dependencias parciales ($A \rightarrow DE$ y $B \rightarrow F$) y existe transitividad ($B \rightarrow F \rightarrow GH$). Se aplica descomposición para FNBC:

Esquema Resultante (FNBC)

1. $R_1(\underline{A}, D, E)$
2. $R_2(\underline{B}, F)$
3. $R_3(\underline{A}, \underline{B}, C)$
4. $R_4(\underline{E}, G, H)$

Justificación: Cada determinante es llave primaria en su respectiva relación.

2. Análisis del Esquema 2

Relación Base: $R(A, B, C, D, E)$

Dependencias Funcionales (F): $\{BC \rightarrow ADE, D \rightarrow B\}$

2.1. Análisis de Llaves

El atributo $\{C\}$ no aparece a la derecha, debe ser parte de la llave.

- $\{BC\}^+ = \{B, C, A, D, E\}$ (Cubre R) $\rightarrow \text{CK1: } \{BC\}$
- $\{CD\}^+ = \{C, D, B, A, E\}$ (Cubre R) $\rightarrow \text{CK2: } \{CD\}$

PK Seleccionada: $\{BC\}$.

2.2. Normalización

La relación cumple con 2FN y 3FN, pero viola FNBC debido a la dependencia $D \rightarrow B$, donde D no es superllave.

Esquema Resultante (FNBC)

1. $R_1(\underline{D}, B)$
2. $R_2(\underline{C}, \underline{D}, A, E)$

Justificación: Se aísla la anomalía $D \rightarrow B$. R_2 mantiene la integridad mediante la PK compuesta $\{CD\}$.

3. Análisis del Esquema 3

Relación Base: $R(W, X, Y, Z)$

Dependencias Funcionales (F): $\{Z \rightarrow W, Y \rightarrow XZ, WX \rightarrow Y\}$

3.1. Análisis de Llaves

- $\{Y\}^+ = \{Y, X, Z, W\} \rightarrow \text{CK1: } \{Y\}$
- $\{WX\}^+ = \{W, X, Y, Z\} \rightarrow \text{CK2: } \{WX\}$
- $\{ZX\}^+ = \{Z, X, W, Y\} \rightarrow \text{CK3: } \{ZX\}$

Todos los atributos son principales. No hay atributos no principales.

3.2. Normalización

Automáticamente en 3FN. Se revisa FNBC.

- $Y \rightarrow XZ$ (Cumple, Y es superllave).
- $WX \rightarrow Y$ (Cumple, WX es superllave).
- $Z \rightarrow W$ (Viola, Z no es superllave).

Esquema Resultante (FNBC)

1. $R_1(\underline{Z}, W)$
2. $R_2(\underline{Y}, X, Z)$ (Nota: R_2 conserva las CKs Y y ZX)

4. Análisis del Esquema 4

Relación Base: $R(A, B, C, D, E, F, G, H)$

Dependencias Funcionales (F): $\{CH \rightarrow G, A \rightarrow BC, B \rightarrow CFH, E \rightarrow A\}$

4.1. Análisis de Llaves

Los atributos $\{D, E\}$ deben estar en la llave. Calculando cierre de $\{DE\}$:

- $\{DE\}^+ \xrightarrow{E \rightarrow A} \{D, E, A\} \xrightarrow{A \rightarrow BC} \{D, E, A, B, C\} \xrightarrow{B \rightarrow CFH} \{D, E, A, B, C, F, H\} \xrightarrow{CH \rightarrow G} R.$

CK Única: $\{DE\}$.

4.2. Normalización

No está en 2FN debido a la dependencia parcial $E \rightarrow A$. Existen múltiples transitividades. Se aplica algoritmo de síntesis.

Esquema Resultante (FNBC)

1. $R_1(\underline{C}, \underline{H}, G)$
2. $R_2(\underline{A}, B, C)$
3. $R_3(\underline{B}, C, F, H)$
4. $R_4(\underline{E}, A)$
5. $R_5(\underline{D}, \underline{E})$ (Para preservar la CK original)

5. Caso Práctico: STAFF y BRANCH

Problema: La tabla original STAFF_FULL presenta redundancia de datos de sucursales por cada empleado.

5.1. Identificación de Anomalías

- **Inserción:** No es posible registrar una sucursal (Branch) sin tener al menos un empleado asignado.
- **Actualización:** Modificar la dirección de una sucursal requiere actualizar múltiples filas, riesgo de inconsistencia.
- **Eliminación:** Si se elimina al único empleado de una sucursal, se pierden los datos de la sucursal.

5.2. Normalización a 3FN

Se identificaron las dependencias:

1. $staffNo \rightarrow \{name, position, salary, branchNo\}$
2. $branchNo \rightarrow \{branchAddress, telNo\}$ (Transitiva)

Modelo Relacional Optimizado

Tabla BRANCH:	branchNo (PK)	branchAddress	telNo
	B001	8 Jefferson Way...	503-555-3618
	B002	City Center Plaza...	206-555-6756

Tabla STAFF:	staffNo (PK)	name	position	salary	branchNo (FK)
	S1500	Tom Daniels	Manager	46000	B001
	S0003	Sally Adams	Assistant	30000	B001

Conclusión: Al separar en dos tablas, las anomalías desaparecen. Es posible crear sucursales vacías y actualizar direcciones en un solo lugar.

6. Análisis del Esquema 6

Relación: $R(M, N, R, S, T)$ **DFs:** $\{MN \rightarrow RS, S \rightarrow M, NR \rightarrow ST\}$

6.1. Llaves Candidatas

- $\{NM\}^+$ cubre $R \rightarrow CK1: \{NM\}$
- $\{NR\}^+$ cubre $R \rightarrow CK2: \{NR\}$
- $\{NS\}^+$ cubre $R \rightarrow CK3: \{NS\}$

Atributo no principal: $\{T\}$. El esquema está en 3FN pero no en FNBC ($S \rightarrow M$ viola porque S no es superllave).

Esquema Resultante (FNBC)

1. $R_1(\underline{S}, M)$
2. $R_2(\underline{N}, \underline{R}, S, T)$ (PKs candidatas: NR, NS)

7. Análisis del Esquema 7

Relación: $R(A, B, C, D, E, F, G, H)$

DFs: $\{A \rightarrow H, AD \rightarrow G, AB \rightarrow C, BD \rightarrow EF\}$

7.1. Llaves y Normalización

Atributos $\{A, B, D\}$ no están a la derecha. **CK:** $\{ABD\}$. Todos los demás son no principales. Existen múltiples dependencias parciales (violación de 2FN). Se descompone directamente.

Esquema Resultante (FNBC)

1. $R_1(\underline{A}, H)$
2. $R_2(\underline{A}, \underline{D}, G)$
3. $R_3(\underline{A}, \underline{B}, C)$
4. $R_4(\underline{B}, \underline{D}, E, F)$
5. $R_5(\underline{A}, \underline{B}, \underline{D})$ (Tabla de la llave original)

8. Análisis del Esquema 8

Relación: $R(A, B, C, D, E, H)$ **DFs:** $\{A \rightarrow B, BC \rightarrow D, E \rightarrow C, D \rightarrow A\}$

8.1. Llaves Candidatas

Atributos esenciales: $\{E, H\}$.

- $\{AEH\}^+ = R \rightarrow \textbf{CK1}$
- $\{BEH\}^+ = R \rightarrow \textbf{CK2}$
- $\{DEH\}^+ = R \rightarrow \textbf{CK3}$

PK: $\{AEH\}$. Violación de 2FN: $E \rightarrow C$ (C depende de parte de la llave). Violación de FNBC en el resto: determinantes no son superllaves.

Esquema Resultante (FNBC)

1. $R_1(\underline{E}, C)$
2. $R_{2,1}(\underline{A}, B)$
3. $R_{2,2,1}(\underline{D}, A)$
4. $R_{2,2,2}(\underline{D}, \underline{E}, H)$

9. Análisis MERÉ (Modelo Entidad-Relación Extendido)

Se analiza un diagrama de especialización para la entidad PERSONA con subtipos EMPLEADO, ESTUDIANTE y EGRESADO.

9.1. Interpretación

- **Participación Parcial:** Una persona no está obligada a ser uno de los subtipos (línea simple).
- **Traslape (Overlapping):** Una persona puede pertenecer a múltiples subtipos simultáneamente (indicado por el círculo con 'o').

9.2. Conversión a Modelo Relacional

La estrategia óptima para traslape parcial es crear una tabla maestra y tablas individuales para cada subtipo con la misma PK.

- **PERSONA** (NSS, nombre, ap_pat, ap_mat, fecha_nac, sexo, dirección)
- **EMPLEADO** (NSS, salario) [FK: NSS → PERSONA]
- **ESTUDIANTE** (NSS, carrera) [FK: NSS → PERSONA]
- **EGRESADO** (NSS, nom_grado, fecha_obt) [FK: NSS → PERSONA]

10. Análisis del Esquema 10

Relación: $R(X, Y, Z, J)$ DFs: $\{XY \rightarrow Z, YZ \rightarrow J, ZJ \rightarrow X\}$

10.1. Llaves Candidatas

El atributo Y es esencial. **CKs:** $\{XY\}$ y $\{YZ\}$. **Violación FNBC:** $ZJ \rightarrow X$ (ZJ no es superllave).

Esquema Resultante (FNBC)

1. $R_1(\underline{Z}, \underline{J}, X)$
2. $R_2(Y, \underline{Z}, J)$ (PK es YZ)

11. Análisis del Esquema 11

Relación: $R(A, B, C, D)$ DFs: $\{AB \rightarrow CD, D \rightarrow B, C \rightarrow A\}$

11.1. Llaves Candidatas

Mediante sustitución de axiomas, las llaves son: CKs: $\{AB\}, \{BC\}, \{AD\}, \{CD\}$. Todos los atributos son principales. No hay violación de 2FN ni 3FN. Violación FNBC: $D \rightarrow B$ y $C \rightarrow A$.

Esquema Resultante (FNBC)

Se descompone recursivamente:

1. $R_1(\underline{D}, B)$
2. $R_{2,1}(\underline{C}, A)$
3. $R_{2,2}(\underline{C}, D)$