

Para el sistema de biblioteca definimos las siguientes relaciones y se verificó su normalización hasta Tercera Forma Normal (3FN).

1) Relación USUARIOS (id_usuario, nombre, apellido, dni, email, telefono, fecha_alta, activo)

- **Dependencias funcionales:**
 - $\text{id_usuario} \rightarrow \text{nombre, apellido, dni, email, telefono, fecha_alta, activo}$
 - $\text{dni} \rightarrow \text{id_usuario, nombre, apellido, email, telefono, fecha_alta, activo}$
 - $\text{email} \rightarrow \text{id_usuario, nombre, apellido, dni, telefono, fecha_alta, activo}$
- **Claves candidatas:** {id_usuario}, {dni}, {email}
- **Atributos primos:** id_usuario, dni, email
- **Atributos no primos:** nombre, apellido, telefono, fecha_alta, activo
- **Forma normal:** La relación se encuentra en 3FN, ya que en todas las dependencias funcionales el lado izquierdo es una clave candidata (superclave).

Relación LIBROS (id_libro, titulo, autor, anio_publicacion, isbn, editorial, categoria)

- **Dependencias funcionales:**
 - $\text{id_libro} \rightarrow \text{titulo, autor, anio_publicacion, isbn, editorial, categoria}$
 - $\text{isbn} \rightarrow \text{id_libro, titulo, autor, anio_publicacion, editorial, categoria}$
- **Claves candidatas:** {id_libro}, {isbn}
- **Atributos primos:** id_libro, isbn
- **Atributos no primos:** titulo, autor, anio_publicacion, editorial, categoria
- **Forma normal:** La relación se encuentra en 3FN, ya que todas las dependencias tienen como determinante una clave candidata.

Relación PRESTAMOS (id_prestamo, id_usuario, id_libro, fecha_prestamo, fecha_vencimiento, fecha_devolucion, estado)

- **Dependencias funcionales:**

- $\text{id_prestamo} \rightarrow \text{id_usuario}, \text{id_libro}, \text{fecha_prestamo}, \text{fecha_vencimiento}, \text{fecha_devolucion}, \text{estado}$
- **Clave candidata:** {id_prestamo}
- **Atributos primos:** id_prestamo
- **Atributos no primos:** id_usuario, id_libro, fecha_prestamo, fecha_vencimiento, fecha_devolucion, estado
- **Forma normal:** La relación se encuentra en 3FN, ya que la única dependencia funcional tiene como determinante la clave primaria (superclave).

Relación PAGOS (id_pago, id_usuario, anio, mes, fecha_vencimiento, fecha_pago, monto, pagado)

- **Dependencias funcionales:**
 - $\text{id_pago} \rightarrow \text{id_usuario}, \text{anio}, \text{mes}, \text{fecha_vencimiento}, \text{fecha_pago}, \text{monto}, \text{pagado}$
 - $(\text{id_usuario}, \text{anio}, \text{mes}) \rightarrow \text{fecha_vencimiento}, \text{fecha_pago}, \text{monto}, \text{pagado}$
- **Claves candidatas:** {id_pago}, {id_usuario, anio, mes}
- **Atributos primos:** id_pago, id_usuario, anio, mes
- **Atributos no primos:** fecha_vencimiento, fecha_pago, monto, pagado
- **Forma normal:** La relación se encuentra en 3FN, ya que todas las dependencias funcionales tienen como lado izquierdo una superclave.

Para cada una de las relaciones del modelo (usuarios, libros, prestamos, pagos) identificamos las dependencias funcionales relevantes, determinamos las claves candidatas y clasificamos los atributos en primos y no primos.

En todos los casos:

Las dependencias funcionales tienen del lado izquierdo una superclave, o el atributo dependiente es primo, por lo que todas las relaciones están en Tercera Forma Normal (3FN).