Acceso a Datos

U2: Manejo de conectores

1. Introducción

Hasta ahora, ya se sabe cómo abrir un archivo y utilizarlo como "almacén" para los datos que maneja tu aplicación. Utilizar un archivo para almacenar datos es la forma más sencilla de persistencia, porque en definitiva, la persistencia es hacer que los datos perduren en el tiempo.

Sin embargo, cuando los datos de la aplicación solo están disponibles mientras la aplicación se está ejecutando, tenemos un **nivel de persistencia muy bajo**.

Afortunadamente, hay otras formas de hacer los datos de una aplicación persistentes, y niveles de persistencia más altos. Una de las formas de lograrlo es almacenando los datos en una base de datos relacional.

2. Bases de datos relacionales

Actualmente, las bases de datos relacionales constituyen el sistema de almacenamiento probablemente más extendido, aunque otros sistemas de almacenamiento de la información se estén abriendo paso poco a poco.

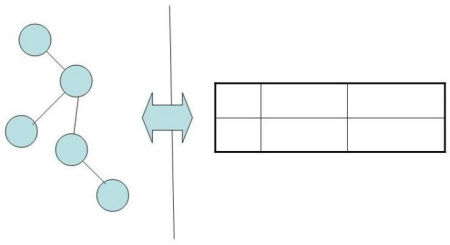
Una base de datos relacional se puede definir, de una manera simple, como aquella que presenta la información en tablas con filas y columnas, siendo una tabla un colección de objetos del mismo tipo (**filas o tuplas**).

Cada fila de la misma se identifica de manera unívoca mediante una **clave primaria**.

El modo en que los datos se almacenan, mantienen y recuperan es gestionado por un sistema gestor de base de datos, que en el caso concreto de las bases de datos relacionales se denomina: **Relational Database Management System (***RDBMS***)** o en español "**Sistema Gestor de bases de Datos Relacional" (***SGBDR***)**.

2.1. Desfase objeto-relacional

Las bases de datos relacionales no están diseñadas para almacenar objetos. Trata con relaciones o tablas debido a su naturaleza matemática.



En cambio, el modelo de POO trata con objetos y las asociaciones entre ellos. Por se tiene un problema entre estos dos modelos: como persistir los objetos de la aplicación.

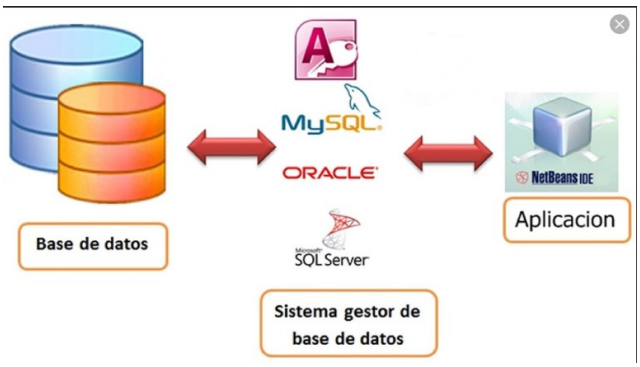
¿Cómo se puede solventar este problema?.

Cada vez que los objetos deben extraerse o almacenarse de la base de datos relacional se requiere **un mapeo desde las estructuras provistas en el modelo de datos a las provistas por el entorno de programación**.

Esto es sencillo para un caso simple, pero complicado si el objeto posee muchas propiedades, o bien se necesita almacenar un objeto que a su vez posee una colección de otros elementos. Se necesita crear mucho más código, además del tedioso trabajo de creación de sentencias SQL.

2.2. Protocolos de acceso a bases de datos

Cada empresa desarrolladora de un **SGBD** implementó soluciones propietarias específicas para su sistema, es decir, cada **SGBD** tenía su propia conexión y su propio API.

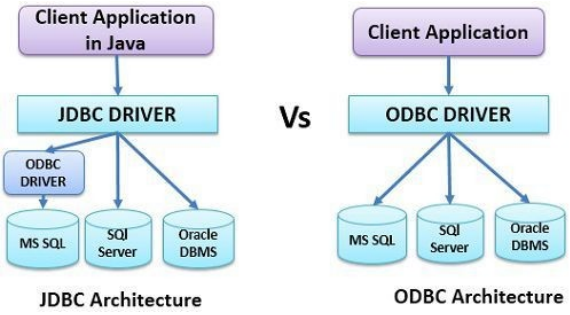


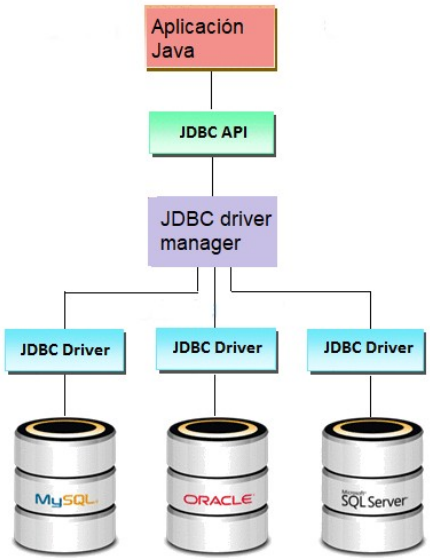
Sin embargo, los propietarios de los **SGBD** pronto se dieron cuenta de que colaborando conjuntamente podían sacar mayor rendimiento y avanzar mucho más rápidamente. Esto hizo que cada uno de ellos proporcionara diferentes drivers específicos (**ODBC, JDBC, ADO.NET, PDO**,…) para que sus bases de datos pudiesen ser accedidas por las aplicaciones de un modo más sencillo.

Java, mediante ***JDBC (Java Database Connectivity)***, permite simplificar el acceso a bases de datos relacionales, proporcionando un lenguaje mediante el cual las aplicaciones pueden comunicarse con motores de bases de datos.

Sun desarrolló este API para el acceso a bases de datos, con tres objetivos principales en mente:

- Ser un API con soporte de SQL: poder construir sentencias SQL e insertarlas dentro de llamadas al API de Java.
- Aprovechar la experiencia de los API's de bases de datos existentes.
- Ser lo más sencillo posible.





3. Acceso a datos mediante JDBC

Como se aprecia en las imágenes anteriores, una aplicación Java que utiliza **JDBC** puede comunicarse con diferentes bases de datos. Al igual que **ODBC**, **JDBC** proporciona una manera consistente de conectarse a una base de datos, ejecutar comandos y recuperar los resultados.

JDBC no impone un lenguaje de comando común: puede usar la sintaxis específica de Oracle cuando está conectado a un servidor Oracle y la sintaxis específica de **MySQL** cuando está conectado a un servidor **MySQL**.

La clase JDBC DriverManager es responsable de localizar un controlador **JDBC** que necesita la aplicación. Cuando una aplicación cliente solicita una conexión de base de datos, la solicitud se expresa en forma de una **URL** (*Uniform Resource Locator*). Una *URL* de *JDBC* es similar a las URL que utiliza con un navegador web.

Para conectarnos a la base de datos Oracle, por ejemplo:

```
jdbc:oracle:thin:ejemplo/ejemplo@localhost:1521:XE
```

Cuando una aplicación solicita una conexión, el DriverManager pregunta a cada controlador si puede conectarse a la base de datos especificada con la URL dada.

Tan pronto como encuentra un controlador adecuado, la búsqueda se detiene y el controlador intenta establecer una conexión con la base de datos. Si el intento de conexión falla, el controlador lanzará una SQLException a la aplicación. Si la conexión se completa con éxito, el controlador crea un objeto de conexión y lo devuelve a la aplicación.

3.1. Modelos de acceso a bases de datos con JDBC

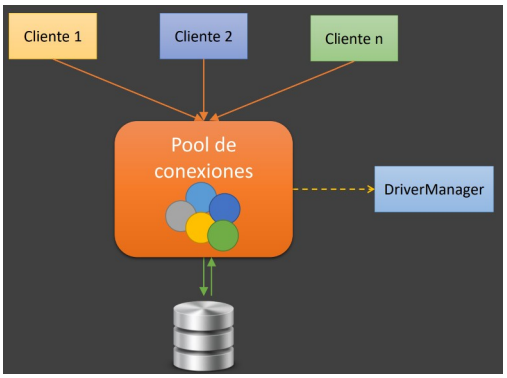
JDBC proporciona diversos modelos para acceder a bases de datos desde aplicaciones Java:

- **Modelo Standalone o de conexión directa**

  En este caso la aplicación Java se conecta directamente a la base de datos utilizando el driver específico. Es utilizado principalmente, para aplicaciones sencillas.

- **Modelo de Pool de Conexiones (Connection Pooling)**

  Se usa este modelo para mejorar el rendimiento evitando abrir y cerrar conexiones repetidamente. Es muy útil en sistemas concurrentes.



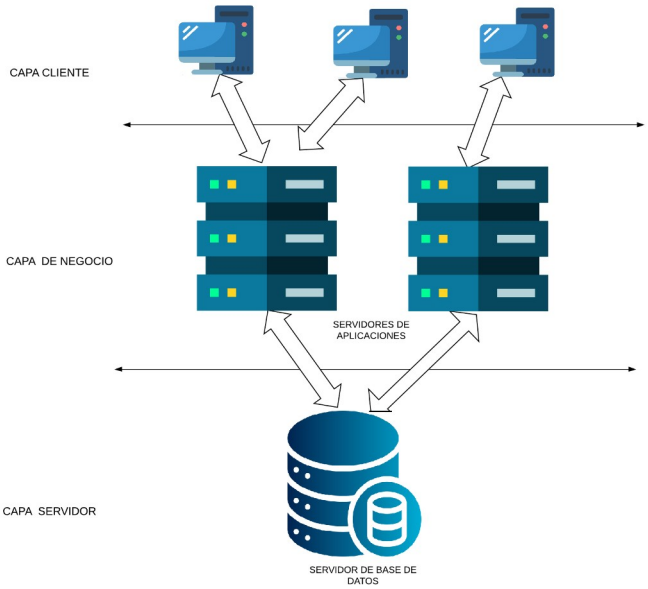
  Un pool de conexiones es un grupo de conexiones abiertas a una base de datos, de forma que cuando una aplicación necesita conectarse, obtiene una conexión del pool en lugar de crear una nueva. Una vez que la aplicación finaliza la conexión, esta no se cierra, sino que se devuelve al pool para que sea reutilizada por otro proceso.

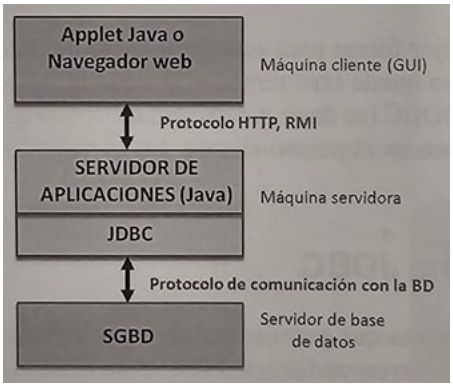
- **Modelo Cliente-Servidor (MultiCapa)**

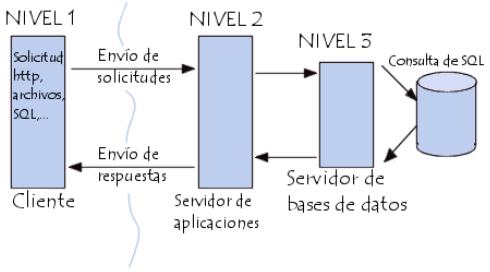
  Arquitectura en capas, donde la aplicación Java se conecta a una base de datos a través de un servidor de aplicaciones (**Tomcat, Jboss, GlassFish**,…) que gestiona las conexiones.

  Este modelo permite separar a lógica de negocio de la lógica de acceso a datos, siendo compatible con patrones como MVC.

  Se usa mucho en el desarrollo de aplicaciones web.







Por tanto, el flujo de la información en el modelo de Capas en JDBC es:

- **Capa de Presentación**: el usuario realiza una acción (por ejemplo, registrar una compra).
- **Capa Lógica de Negocio**: el controlador o la clase de servicio valida la solicitud, aplica las reglas de negocio, y llama a la capa de acceso a datos para interactuar con la base de datos.
- **Capa de Acceso a Datos**: la capa de acceso a datos establece una conexión a la base de datos usando **JDBC**, ejecuta las consultas ***SQL*** necesarias y devuelve los resultados a la capa de lógica de negocio.
- **Capa de Lógica de Negocio**: procesa los resultados y envía la respuesta a la capa de presentación.
- **Capa de Presentación**: Muestra los resultados al usuario (por ejemplo, una confirmación de compra).

- **Modelo Mapeo Objeto-Relacional (ORM)**

  Las tablas se mapean para convertirse en objetos java. Un ejemplo es **Hibernate** o **JPA**. Es más simple de manejar ya que se trabaja con objetos en lugar de con sentencias SQL, pero es más lento puesto que hay que traducir a SQL todas las operaciones que se realicen.

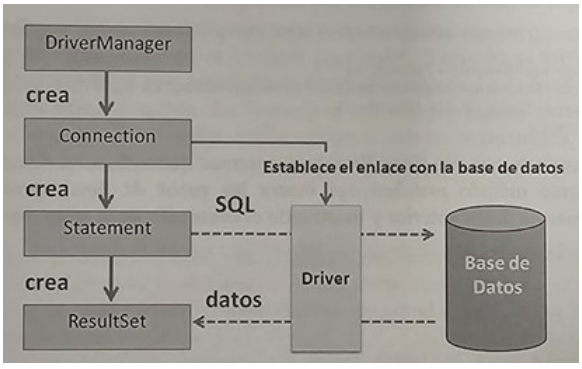
3.2. API JDBC

JDBC define varias interfaces que permiten realizar operaciones con bases de datos; a partir de ellas se derivan las clases correspondientes. Estas están definidas en el paquete java.sql. La siguiente tabla muestra las clases e interfaces más importantes:

Clase - Interface	Descripción
Driver	Permite conectarse a una base de datos: cada gestor de base de datos requiere un driver distinto.
DriverManager	Permite gestionar todos los drivers instalados en el sistema.
DriverPropertyInfo	Proporciona diversa información acerca de un driver.
Connection	Representa una conexión con una base de datos.
DatabaseMetadata	Proporciona información acerca de una base de datos.
Statement	Permite ejecutar sentencias SQL sin parámetros.
PreparedStatement	Permite ejecutar sentencias SQL con parámetros de entrada.
CallableStatement	Permite ejecutar sentencias SQL con parámetros de entrada y salida, como llamadas a procedimientos almacenados.
ResultSet	Contiene las filas resultantes de ejecutar una SELECT.
ResultSetMetadata	Permite obtener información sobre ResultSet, como número de columnas, sus nombres, etc...

El trabajo con JDBC comienza con la clase DriverManager que es la encargada de establecer la conexión con los orígenes de datos a través de los drivers JDBC. El funcionamiento de un programa con JDBC requiere los siguientes pasos:

1. Importar las clases necesarias
2. Cargar el driver **JDBC**
3. Identificar el origen de datos
4. Crear un objeto ***Connection***
5. Crear un objeto ***Statement***
6. Ejecutar una consulta con un objeto ***Statement*** o ***PreparedStatement***
7. Recuperar los datos del objeto ***ResultSet***
8. Liberar el objeto ***ResultSet***
9. Liberar el objeto ***Statement***
10. Liberar el objeto ***Connection***



4. Conexión a una base de datos.

Para acceder a una base de datos y así poder operar con ella, lo primero que hay que hacer es conectarse a dicha base de datos.

En Java, para establecer una conexión con una base de datos podemos utilizar el método *getConnection()* de la clase DriverManager. Este método recibe como parámetro la ***URL*** de ***JDBC*** que identifica a la base de datos con la que queremos realizar la conexión.

Tal y como se ha indicado en un apartado anterior, cuando se presenta con una ***URL*** específica, DriverManager itera sobre la colección de drivers registrados hasta que uno de ellos reconoce la URL especificada. Si no se encuentra ningún conector adecuado, se lanza una ***SQLException***

Si la conexión se establece, la ejecución del método *getConnection()* devuelve un objeto Connection que representa la conexión con la base de datos.

```
try
{
       Connection conexion = DriverManager.getConnection(
                      "jdbc:mysql://localhost/tienda","pruebas", "pruebas");
}
catch (SQLException ex) {
       // Tratar el error
}
```

La ***URL*** pasada como primer parámetro tiene el siguiente formato:

```
jdbc:mysql://nombre_host:puerto/nombre_basededatos
```

donde:

- jdbc:mysql - indica que vamos a usar un driver jdbc para mysql.
- nombre_host – indica el nombre del servidor donde se aloja la base de datos. Aquí se puede poner una IP o un nombre de la máquina que está en la red. Si se especifica localhost como nombre, estamos indicando que el servidor de la base de datos está alojado en la misma máquina en la que se ejecuta el programa Java.
- Puerto – Puerto de la base de datos. Si no se pone se asume que la base de datos está en su puerto por defecto. Por ejemplo, para mysql, 3306.
- nombre_basededatos – Nombre de la base de datos a la que se va a conectar la aplicación.

El segundo parámetro es el nombre del usuario con el que se accede y el tercer parámetro es la clave del usuario.

El método está sobrecargado pudiendo usarse como otra opción la siguiente:

```
Connection getConnection(String url)
```

En este caso, solo se le pasa la ***URL*** explicada anteriormente.

```
try
{
	Connection conexion = DriverManager.getConnection(
		"jdbc:mysql://localhost/tienda?user=pruebas&password=pruebas");
}
catch (SQLException ex) {
	// Tratar el error
}
```

5. Ejecución de sentencias de manipulación de datos.

Como ya se ha comentado anteriormente para la manipulación de datos la API JDBC ofrece las siguientes clases:

- **Statement:** para la ejecución de consultas sin parámetros.
- **PreparedStatement:** para la ejecución de consultas preparadas (consultas con parámetros).
- **CallableStatement:** para ejecutar procedimientos almacenados en la base de datos.

Además, el API JDBC distingue dos tipos de consultas:

1. Consultas: **SELECT**
2. Actualizaciones: **INSERT**, **UPDATE**, **DELETE**, sentencias **DDL**

5.1. Clase Statement

Statement es un interfaz que proporciona métodos para ejecutar sentencias *SQL* y obtener resultados. Al ser un interfaz no se pueden crear objetos directamente. En su lugar los objetos se obtienen con una llamada al método createStatement() de un objeto Connection válido.

```
Statement sentencia = conexión.createStatement();
```

Al crearse un objeto Statement se crea un espacio de trabajo para crear consultas *SQL*, ejecutarlas y recibir los resultados.

Una vez creado el objeto se pueden usar los siguientes métodos:

- Resultset executeQuery (String): Se utiliza para sentencias *SELECT* que recuperan datos a partir de un objeto *ResultSet*.
- int executeUpdate (String): Se utiliza para sentencias que no devuelven un *ResultSet*, como son:
  - Las sentencias de manipulación de datos (*DML*): *INSERT*, *UPDATE* y *DELETE*. En este caso el método devuelve un entero indicando el número de filas que se vieron afectadas.
  - Las sentencias de definición de datos (*DDL*): *CREATE*, *DROP* y *ALTER*. En este caso el método devuelve siempre el valor 0.
- int getUpdateCount(): Devuelve el número de filas afectadas por la última consulta *INSERT*, *UPDATE* o *DELETE*. Devuelve -1 si no hay filas afectadas.
- boolean execute (String): Se puede usar para cualquier sentencia SQL, tanto para las que devuelven un Resultset (SELECT), como para que devuelven el número de filas afectadas (DML) y para las de definición de datos (DDL). Este método devuelve:
  - **true**, si la consulta devuelve un Resultset. En este caso será necesario llamar al método getResultset() de la clase Statement para recuperar las filas devueltas por la consulta.
  - **false**, si la consulta no devuelve un Resultset. En este caso será necesario llamar al método getUpdateCount() para obtener el número de filas que se vieron afectadas por la consulta DML.

5.2. Clase Resultset

A través de un objeto ResultSet se puede acceder al valor de cualquier columna de la fila actual por nombre:

```
tipoDato valor = resultSet.getXXX("nombre_columna");
```

o por posición:

```
tipoDato valor = resultSet.getXXX(indice_columna);
```

Hay que destacar que el índice de la columna siempre empieza por 1.

Algunos de los métodos getter para la obtención de valores son los siguientes:

Tipo SQL (en BD)	Método getter	Tipo Java devuelto	Ejemplo
CHAR, VARCHAR, TEXT	getString(String columnLabel) getString(int columnIndex)	String	rs.getString("nombre") rs.getString(1)
INTEGER, INT, SMALLINT	getInt(String columnLabel) getInt(int columnIndex)	int	rs.getInt("edad") rs.getInt(2)
BIGINT	getLong(String columnLabel) getLong(int columnIndex)	long	rs.getLong("poblacion") rs.getLong(3)
FLOAT, REAL	getFloat(String columnLabel) getFloat(int columnIndex)	float	rs.getFloat("altura") rs.getFloat(4)
DOUBLE, DECIMAL, NUMERIC	getDouble(String columnLabel) / getBigDecimal() getDouble(int columnIndex) / getBigDecimal(int columnIndex)	double /BigDecimal	rs.getDouble("salario") rs.getDouble(5)
BOOLEAN, BIT	getBoolean(String columnLabel) getBoolean(int columnIndex)	boolean	rs.getBoolean("activo") rs.getBoolean(6)
DATE	getDate(String columnLabel) getDate(int columnIndex)	java.sql.Date	rs.getDate("fecha_nacimiento") rs.getDate(7)
TIME	getTime(String columnLabel) getTime(int columnIndex)	java.sql.Time	rs.getTime("hora") rs.getTime(8)
TIMESTAMP, DATETIME	getTimestamp(String columnLabel) getTimestamp(int columnIndex)	java.sql.Timestamp	rs.getTimestamp("ultima_actualizacion") rs.getTimestamp(9)
BLOB	getBlob(String columnLabel) getBlob(int columnIndex)	java.sql.Blob	rs.getBlob("imagen") rs.getBlob(10)
CLOB	getClob(String columnLabel) getClob(int columnIndex)	java.sql.Clob	rs.getClob("descripcion_larga") rs.getClob(11)
ARRAY	getArray(String columnLabel) getArray(int columnIndex)	java.sql.Array	rs.getArray("valores") rs.getArray(12)
NULL	*(Usar)* wasNull()	boolean (indica si fue NULL)	if (rs.wasNull()) {...}
OBJECT (genérico)	getObject(String columnLabel) getObject(int columnIndex)	Object	rs.getObject("dato") rs.getObject(13)

Ejemplo de uso de getters usando el nombre del campo:

```
ResultSet rs = stmt.executeQuery("SELECT id, nombre, edad, salario, activo FROM empleados");

while (rs.next()) {
    int id = rs.getInt("id");
    String nombre = rs.getString("nombre");
    int edad = rs.getInt("edad");
    double salario = rs.getDouble("salario");
    boolean activo = rs.getBoolean("activo");

    if (rs.wasNull()) {
        System.out.println("Uno de los campos era NULL");
    }

    System.out.printf("%d - %s - %d años - %.2f€ - Activo: %b%n",
                      id, nombre, edad, salario, activo);
}
```

Ejemplo de uso de getters usando la posición del campo:

```
ResultSet rs = stmt.executeQuery("SELECT id, nombre, edad, salario, activo FROM empleados");

while (rs.next()) {
    int id = rs.getInt(1);         // Columna 1 → id
    String nombre = rs.getString(2); // Columna 2 → nombre
    int edad = rs.getInt(3);       // Columna 3 → edad
    double salario = rs.getDouble(4); // Columna 4 → salario

    System.out.printf("%d - %s - %d años - %.2f€%n", id, nombre, edad, salario);
}
```

Algunas indicaciones a tener muy presentes:

1. Si el valor de una columna en la base de datos es `NULL`, el getter devolverá el valor por defecto del tipo (por ejemplo, 0 para `int`, `false` para `boolean`, `null` para `String`), y puedes verificar si era realmente `NULL` usando `rs.wasNull()`.

2. Se puede usar `getObject()` para obtener un valor sin importar su tipo, pero luego deberás hacer un *cast* al tipo apropiado.

3. Los nombres de las columnas **no son sensibles a mayúsculas/minúsculas**, pero deben coincidir con los del ResultSet.

La clase Resultset también dispone de unas constantes que definen diferentes tipos de desplazamientos dentro del Resultset. Estas constantes se usan al crear los objetos Statement o PreparedStament para configurar cómo se accede y se **mueve el cursor dentro de un Resultset**.

Para eso, el API JDBC define dos grupos de constantes muy importantes:

1. Tipos de desplazamiento (scroll type)

2. Tipos de concurrencia (concurrency type)

1. Tipos de desplazamientos

Las constantes de este tipo determinan cómo se puede mover el cursor dentro del ResultSet. Por defecto, un ResultSet solo se puede recorrer hacia adelante, pero ***JDBC*** permite otros modos más flexibles.

Constante	Descripción	Características principales
`ResultSet.TYPE_FORWARD_ONLY`	Solo hacia adelante	• Es el tipo **por defecto**. • El cursor se mueve únicamente con `next()`. • No se puede volver atrás ni reposicionarse. • Es el más rápido y eficiente.
`ResultSet.TYPE_SCROLL_INSENSITIVE`	Desplazamiento libre (insensible a cambios)	• Permite moverse hacia adelante y atrás: ◦ `next()` ◦ `previous()` ◦ `first()` ◦ `last()` ◦ `absolute(int)`, ◦ `beforeFirst()`, ◦ `afterLast()`, etc. • El `ResultSet` **no refleja cambios** en la base de datos hechos después de ejecutar la consulta.
`ResultSet.TYPE_SCROLL_SENSITIVE`	Desplazamiento libre (sensible a cambios)	• Igual que el anterior, pero el `ResultSet` **refleja cambios** hechos en la BD después de la consulta (**si el driver lo soporta**). • Es más costoso en rendimiento y no todos los drivers lo implementan.

Ejemplo de uso de constante asociada al tipo de desplazamiento:

```
Statement stmt = conn.createStatement(ResultSet.TYPE_SCROLL_INSENSITIVE);

ResultSet rs = stmt.executeQuery("SELECT * FROM empleados");

// Puedes moverte libremente:
rs.last();
```

```
System.out.println("ID del empleado del último registro: " + rs.getInt("id"));

rs.first();
System.out.println("Nombre del empleado del primer registro: " + rs.getString("nombre"));

rs.absolute(3);
System.out.println("Nombre del empleado del tercer registro: " + rs.getString("nombre"));
```

2. Tipos de concurrencia

Estas constantes indican si el conjunto de resultados es modificable o solo de lectura. Se refieren a la posibilidad de usar métodos como updateString(), updateRow(), insertRow(), o deleteRow() sobre el ResultSet.

Constante	Descripción	Características principales
`ResultSet.CONCUR_READ_ONLY`	Solo lectura	• No se pueden modificar los datos a través del `ResultSet`. • Es el tipo **por defecto**. • Más eficiente y común.
`ResultSet.CONCUR_UPDATABLE`	Modificable	• Permite actualizar, insertar o borrar filas directamente desde el `ResultSet` usando los métodos: ◦ `updateXXX()`, ◦ `updateRow()`, ◦ `insertRow()`, ◦ `deleteRow()`, etc. • El driver JDBC y la base de datos deben soportarlo. • Suele ser más lento y con más restricciones (por ejemplo, no puede provenir de un `JOIN` complejo).

Ejemplo de uso de constante asociada al tipo de desplazamiento y al tipo de concurrencia:

```
Statement stmt = conn.createStatement(
    ResultSet.TYPE_SCROLL_SENSITIVE,
    ResultSet.CONCUR_UPDATABLE
);

ResultSet rs = stmt.executeQuery("SELECT id, nombre, salario FROM empleados");
// Actualizar datos directamente
if (rs.next()) {
    double salarioActual = rs.getDouble("salario");
    rs.updateDouble("salario", salarioActual + 500);
    rs.updateRow(); // Aplica el cambio en la BD
}
```

No todos los drivers JDBC soportan todos los tipos de desplazamiento o concurrencia. Puedes verificar si lo soporta con:

```
DatabaseMetaData tiposSoporte = conexion.getMetaData();

boolean soporta = tiposSoporte.supportsResultSetConcurrency(
       ResultSet.TYPE_SCROLL_SENSITIVE, ResultSet.CONCUR_UPDATABLE);
```

Si el tipo solicitado no se soporta, el driver puede degradarlo automáticamente al tipo más básico (TYPE_FORWARD_ONLY, CONCUR_READ_ONLY).

```
import java.sql.*;

public class EjemploResultSetEditable {
    public static void main(String[] args) {
        String url = "jdbc:mysql://localhost:3306/empresa";
        String user = "root";
        String password = "1234";

        try (Connection conn = DriverManager.getConnection(url, user, password)) {

            // Crear un Statement desplazable y actualizable
            Statement stmt = conn.createStatement(
                ResultSet.TYPE_SCROLL_SENSITIVE,  // desplazamiento libre
                ResultSet.CONCUR_UPDATABLE        // permite editar datos
            );

            // Ejecutar la consulta
            ResultSet rs = stmt.executeQuery("SELECT id, nombre, salario FROM empleados");

            // Leer los datos existentes
            System.out.println("=== Empleados actuales ===");
            while (rs.next()) {
                System.out.printf("%d - %s - %.2f€%n",
                    rs.getInt("id"),
                    rs.getString("nombre"),
                    rs.getDouble("salario"));
            }

            // Moverse al principio y actualizar un salario
            rs.beforeFirst();  // volver al inicio
            if (rs.next()) {
                double nuevoSalario = rs.getDouble("salario") + 500;
                rs.updateDouble("salario", nuevoSalario);
                rs.updateRow(); // aplica el cambio
                System.out.println("\nSalario actualizado para el primer empleado.");
            }

            // Insertar un nuevo registro
            rs.moveToInsertRow(); // crea una nueva fila vacía
            rs.updateInt("id", 100);
            rs.updateString("nombre", "Nuevo empleado");
            rs.updateDouble("salario", 2500.0);
            rs.insertRow(); // inserta en la BD
            System.out.println("Nuevo empleado insertado.");




            //Eliminar un registro específico
            rs.beforeFirst();
```

```
            while (rs.next()) {
                if (rs.getString("nombre").equals("Juan")) {
                    rs.deleteRow(); // elimina la fila actual
                    System.out.println("Empleado 'Juan' eliminado.");
                }
            }

            //Volver a mostrar los datos actualizados
            rs = stmt.executeQuery("SELECT id, nombre, salario FROM empleados");
            System.out.println("\n=== Datos actualizados ===");
            while (rs.next()) {
                System.out.printf("%d - %s - %.2f€%n",
                    rs.getInt(1),
                    rs.getString(2),
                    rs.getDouble(3));
            }

        } catch (SQLException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```

Consideraciones

- **No todas las consultas** son actualizables.
- Debe cumplir condiciones como:
  - Provenir de **una sola tabla**.
  - Contener una **clave primaria** o columna que identifique unívocamente cada fila.
  - No incluir JOIN, `GROUP BY`, ni funciones agregadas (`SUM`, `AVG`, etc.).

Métodos de modificación de ResultSet

Método	Descripción	Uso típico / Ejemplo
`updateXXX(String columnLabel, XXX value)`	Actualiza el valor de una columna en la fila actual en memoria.	`rs.updateString("nombre", "Juan");`
`updateXXX(int columnIndex, XXX value)`	Igual que el anterior, pero usando índice de columna.	`rs.updateDouble(3, 2500.0);`
`updateRow()`	Aplica los cambios hechos con `updateXXX()` en la **fila actual** a la base de datos.	`Después de updateXXX():` `rs.updateRow();`

`insertRow()`	Inserta en la base de datos la **fila actual** previamente preparada con `moveToInsertRow()` y `updateXXX()`.	`rs.moveToInsertRow();`
		`rs.updateInt("id", 101);`
		`rs.updateString("nombre","Ana");`
		`rs.insertRow();`

`moveToInsertRow()`	Mueve el cursor a una fila especial para preparar un **nuevo registro**.	`Ver ejemplo anterior.`
`deleteRow()`	Elimina la **fila actual** de la base de datos.	`if(rs.getInt("id")==5)` `rs.deleteRow();`
`refreshRow()`	Refresca los valores de la **fila actual**	`rs.refreshRow();`

Método	Descripción	Uso típico / Ejemplo
	desde la base de datos, descartando cambios locales no aplicados.	
`cancelRowUpdates()`	Cancela los cambios realizados en la **fila actual** antes de llamar a `updateRow()`.	`rs.updateDouble("salario", 3000.0);` `rs.cancelRowUpdates();`
`rowInserted()`	Devuelve `true` si la fila actual fue insertada por este `ResultSet`.	`if(rs.rowInserted()) {...}`
`rowUpdated()`	Devuelve `true` si la fila actual fue modificada por este `ResultSet`.	`if(rs.rowUpdated()) {...}`
`rowDeleted()`	Devuelve `true` si la fila actual fue eliminada por este `ResultSet`.	`if(rs.rowDeleted()) {...}`

5.3. PreparedStatement

En los apartados anteriores se han creado sentencias *SQL* a partir de cadenas de caracteres en las que se iban concatenando los datos necesarios para construir la sentencia completa. Sin embargo, para prevenir las **inyecciones SQL** y mejorar el rendimiento, se utilizan sentencias preparadas. Para ello se usará la interfaz PreparedStatement.

Las sentencias preparadas de JDBC permiten la "precompilación" del código SQL antes de ser ejecutado, permitiendo consultas o actualizaciones más eficientes. En el momento de compilar la sentencia SQL, se analiza cuál es la estrategia adecuada según las tablas, las columnas, los índices y las condiciones de búsqueda implicados. Este proceso, obviamente, consume tiempo de procesador, pero al realizar la compilación una sola vez, se logra mejorar el rendimiento en siguientes consultas iguales con valores diferentes.

Con ellas, en lugar de concatenar cadenas para formar la sentencia SQL, se utilizan parámetros usando marcadores de posición (***placeHolder***) que representarán los datos que serán asignados más tarde. El marcador de posición será representado en la sentencia SQL mediante el símbolo (?).

Una sentencia *INSERT* sobre "departamentos" podría representarse así:

```
String sql="INSERT INTO departamentos VALUES (?, ?, ?)";
```

Cada marcador de posición tiene un índice, la primera ? tiene el índice 1, la segunda el índice 2, …

Pero antes de ejecutar un PreparedStatement es necesario asignar los datos a cada una de las interrogaciones para que cuando se ejecute la sentencia, la base de datos asigne variables de unión con estos datos y ejecute la orden SQL.

Los pasos a seguir cuando se utilizan consultas preparadas son:

1. Asignar a una sentencia preparada la consulta SQL. Consulta de los empleados del departamento 10

```
PreparedStatement pstmt = (PreparedStatement)conexion.prepareStatement("SELECT * FROM
empleados WHERE dept_no = ? ");
```

2. Establecer los valores de los parámetros mediante métodos set().

```
pstmt.setInt(1, 10);
```

3. Ejecutar la consulta utilizando el método apropiado executeQuery(), executeUpdate() o execute() todos ellos sin parámetros.

```
ResultSet result = pstmt.executeQuery();
```

El ejemplo de inserción de una fila en la tabla Departamentos quedaría así:

```
//construir una orden INSERT indicando los marcadores
String sql= "INSERT INTO departamentos VALUES (?, ?, ?)";
PreparedStatement pstmt = (PreparedStatement)conexion.prepareStatement(sql);

//establecemos los parámetros mediante métodos set
pstmt.setInt(1, dep);  //número departamento
pstmt.setString(2, dnombre); //nombre
pstmt.setString(3, loc); //localidad

//ejecutamos la consulta de actualización
int filas = pstmt.executeUpdate();    //filas afectadas
```

A continuación se muestra una tabla organizada por tipo de dato y método set() correspondiente para la asignación de un valor a un parámetro de la PreparedStatement:

Tipo de dato en Java	Método PreparedStatement	Notas / Consideraciones
`int`	`setInt(int parameterIndex, int value)`	Índice empieza en 1.
`long`	`setLong(int parameterIndex, long value)`	Útil para BIGINT en bases de datos.
`short`	`setShort(int parameterIndex, short value)`	Menos usado, para SMALLINT.
`byte`	`setByte(int parameterIndex, byte value)`	Para TINYINT.
`boolean`	`setBoolean(int parameterIndex, boolean value)`	Convierte a BIT/BOOLEAN según DB.
`float`	`setFloat(int parameterIndex, float value)`	Precisión simple.
`double`	`setDouble(int parameterIndex, double value)`	Precisión doble.
`String`	`setString(int parameterIndex, String value)`	Para CHAR, VARCHAR, TEXT.

Tipo de dato en Java	Método PreparedStatement	Notas / Consideraciones
`Date (java.sql.Date)`	`setDate(int parameterIndex, Date value)`	Solo fecha (YYYY-MM-DD).
`Time (java.sql.Time)`	`setTime(int parameterIndex, Time value)`	Solo hora (HH:MM:SS).
`Timestamp (java.sql.Timestamp)`	`setTimestamp(int parameterIndex, Timestamp value)`	Fecha y hora (YYYY-MM-DD HH:MM:SS).
`byte[]`	`setBytes(int parameterIndex, byte[] value)`	Para BLOB / VARBINARY.

6. Procedimientos almacenados

Un procedimiento almacenado es un conjunto de sentencias, almacenadas en el servidor con un nombre determinado, y que los programas cliente pueden ejecutar simplemente indicando el nombre del procedimiento y pasándole opcionalmente los parámetros necesarios.

Estos procedimientos suelen ser de dos clases:

- Procedimientos almacenados. Realizan una tarea concreta con o sin parámetros.
- Funciones almacenadas. Realizan una tarea con o sin parámetros y devuelven un valor que se puede emplear en otras sentencias SQL

El conjunto de sentencias almacenadas en el servidor se encuentra enlazado (compilado) y optimizado para su ejecución repetida; lo que brinda grandes ventajas de rendimiento y una disminución importante de carga de tráfico en la red.

Además de optimizar el rendimiento del entorno, el uso de procedimientos almacenados permite incrementar las medidas de seguridad de un entorno de bases de datos, ya que elimina la necesidad de dar permisos directos a las tablas por parte de aplicaciones y clientes, y en su lugar se asignan permisos para ejecutar los procedimientos almacenados en el servidor.

El estándar SQL establece la sintaxis de las sentencias que hay que utilizar para definir procedimientos o funciones almacenados, una sintaxis que es implementada con notables diferencias en cada SGDBR.

Un procedimiento almacenado típico tiene:

- un nombre
- una lista de parámetros
- sentencias SQL
- sentencias condicionales y/o repetitivas extensión de SQL
- declaración de variables

En el caso de MySQL:

- los procedimientos almacenados pueden definirse con parámetros de entrada (IN), de salida (OUT), de entrada/salida (INOUT) o sin ningún parámetro.
- Las funciones no pueden recibir parámetros de salida (OUT) ni de entrada/salida (INOUT).
- Cuando se omite el tipo de parámetro, se supone IN.

EJEMPLO. Procedimiento que sube el sueldo a los empleados de un departamento. El procedimiento recibe dos parámetros de entrada que son el número de departamento y el % de subida como valor entero.

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE subida_salario (dep INT, subida INT)
BEGIN
UPDATE empleados
SET salario=salario + (salario*subida/100)
WHERE dept_no=dep;
END //
DELIMITER ;
```

Para invocar al procedimiento basta poner su nombre y pasar dos parámetros de entrada que representen al departamento y el % de subida en formato entero.

```
call subida_salario(10, 5); //ejecutar el procedimiento para el departamento 10 con subida del 5%
```

La invocación desde un cliente gráfico de MySQL como Workbench, sería de la siguiente forma:

```
CALL subida_salario(10,5);
```

EJEMPLO. Procedimiento almacenado que recibe el número de un departamento y muestra los datos de los empleados de ese departamento. También calcula el total de empleados y deja ese total en un parámetro de salida.

```
DELIMITER //
CREATE PROCEDURE  emple_depar (IN dep INT, OUT cuenta INT)
BEGIN
SELECT * FROM empleados
WHERE dept_no=dep;

SELECT COUNT(*) INTO cuenta
FROM empleados
WHERE dept_no=dep;
END //
DELIMITER ;
```

La invocación desde un cliente gráfico de MySQL como Workbench, sería de la siguiente forma:

```
CALL emple_depar(10, @total);  /* Ejecuta el procedimiento. @total variable para el parámetro de salida*/
```

Para recuperar el valor del parámetro de salida desde un cliente de MySQL se consulta la variable @total:

```
SELECT @total;  /* Consulta el valor de la variable @total */
```

Overview | Output | Snippets | procedimientos_empresa...

Fetched 1 records. Duration: 0.000 sec,

@total
6

EJEMPLO. Función que devuelve el salario medio de los empleados de un departamento. La función recibe el código o número del departamento.

```
DELIMITER //
CREATE FUNCTION salario_medio_dep (dep INT)
RETURNS DOUBLE
DETERMINISTIC
BEGIN
DECLARE salario_medio  DOUBLE;
SELECT AVG (salario) INTO salario_medio
FROM empleados
WHERE dept_no=dep;
RETURN salario_medio;
END //
DELIMITER ;
```

La ejecución de la función desde un cliente MySQL sería:

```
SELECT salario_medio_dep(10);
```

Overview | Output | Snippets | procedimientos_empresa...

salario_medio_dep(10)
1548.75

6.1. CallableStatement

La interfaz CallableStatement, que hereda de PreparedStatement, permite que se puedan llamar desde Java a los procedimientos almacenados.

Para crear un objeto de este tipo se llama al método prepareCall(String) de un objeto Connection.

El siguiente ejemplo declara la llamada al procedimiento subida_salario que tiene dos parámetros y para indicar los parámetros se utilizan marcadores de posición (?) numerados internamente desde 1 en adelante y que se corresponden en el mismo orden con los parámetros del procedimiento.

```
String sql= “{call subida_salario (?, ?)}”;
CallableStatement procAlmacenado = conexion.prepareCall(sql);
```

Hay 4 formas de declarar las llamadas a los procedimientos y las funciones que dependen del uso u omisión de parámetros, y de la devolución de valores. Son las siguientes:

- `{call nombre_procedimiento}`

  Para un procedimiento almacenado sin parámetros.

- `{?= call nombre_funcion}`

  Para una función almacenada que devuelve un valor y no recibe parámetros, el valor se recibe a la izquierda del igual y es el primer parámetro.

- `{call nombre_procedimiento (?, ?, ….)}`

  Para un procedimiento almacenado que recibe parámetros.

- `{?=call nombre_funcion(?, ?, …..)}`

  Para una función almacenada que devuelve un valor (primer parámetro) y recibe varios parámetros.

Otras consideraciones a tener en cuenta al utilizar CallableStatement:

- Los valores de los parámetros de entrada se establecen mediante métodos setter heredados de PreparedStatement.

- Los tipos de los parámetros de salida y valores devueltos deben ser registrados antes de ejecutar el procedimiento almacenado. Para realizar el registro debe usarse el método registerOutParameter(int indice, int tipoSQL). El primer parámetro es la posición y el segundo es una constante definida en la clase java.sql.Types.

  Por ejemplo, si el segundo parámetro de un procedimiento es OUT y de tipo VARCHAR en la base de datos, en la llamada al método se escribe:

```
procAlmacenado.registerOutParameter(2, Types.VARCHAR);
```

Una vez ejecutada la llamada al procedimiento, los valores de los parámetros OUT e INOUT se obtienen en los métodos getXXX(indice) similares a los utilizados para obtener los valores de las columnas en un Resultset.

- Una sentencia CallableStatement puede devolver uno o más objetos ResultSet, que habrá que procesar adecuadamente.

- Para ejecutar una sentencia CallableStatement se usará el método execute() o executeUpdate().

EJEMPLO. El siguiente ejemplo ejecuta el procedimiento emple_depar (IN dep INT, OUT cuenta INT). Recuerda que este procedimiento al ejecutarse, también devuelve un ResultSet.

```
public class CallableStatementOUT {
	//valores de las variables
	static  int depar=10, totEmple=0;
	/* parámetros de conexión con la base de datos MySql */
	private static final String url = "jdbc:mysql://localhost/empresa";
	private static final String user = "root";
	private static final String password = "";

  public static void main(String[] args)
  {
	/* objeto de conexión */ Connection conexion = null;

	/* objeto ResultSet para recoger los registros devueltos */ ResultSet result = null;
	try
	{
		Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver").newInstance();
		/* abre la conexión */
		conexion = DriverManager.getConnection(url, user, password);


		/*construir la orden de llamada al procAlmacenado*/
		String sql="{call emple_depar (?,?)}";
		/* 1. asignar la llamada al procAlmacenado a una CallableStatement*/
		CallableStatement procAlmacenado = conexion.prepareCall(sql);

		/*2. establecer el valor de los parámetros del procedimiento almacenado*/
		procAlmacenado.setInt(1, depar); //primer parámetro

		/*3. registro del parámetro de salida OUT*/
		procAlmacenado.registerOutParameter(2, Types.INTEGER);

		/*4. ejecutar el procedimiento almacenado*/
		procAlmacenado.execute();

		/*5. Obtener el valor de los parámetros de salida*/
		totEmple=procAlmacenado.getInt(2);
		System.out.println("Total de empleados departamento "+ depar +" son: " +
		totEmple);
		/*6 Obtener el ResultSet devuelto*/
		result=procAlmacenado.getResultSet();
```

```
                /*7. Procesar el resultset*/
                System.out.println("\nNumEmp,  apellido,      oficio, salario ");
                while (result.next())
                {
                        System.out.printf("%4d  %-15s %-15s %6.2f  \n", result.getInt(1),
                        result.getString(2), result.getString(3) ,result.getFloat("salario"));
                }
        }
        catch (SQLException ex)
        {
                System.out.println(ex.getMessage());
        }
        finally
        {
                /*librerar recursos*/
                try
                {
                        conexion.close();
                }
                catch (SQLException exq)
                {
                        System.out.println(exq.getMessage());
                }
        }
  }//main
}//class
```

7. ResultSetMetaData

Se pueden obtener metadatos (datos sobre datos) a partir de un ResultSet mediante la interfaz ResultSetMetaData: número de columnas devueltas, el tipo de las columnas, el nombre,…

Para ello, se usará el método getMetaData() del objeto ResultSet que devuelve una referencia a un objeto ResultSetMetaData con el que se obtendría información acerca de las columnas devueltas.

Algunos métodos interesantes son:

Método	Descripción
getColumnCount()	Devuelve el número de columnas devueltas por la consulta.
getColumnName(índice columna)	Devuelve el nombre de la columna.
getColumnTypeName(indice)	Devuelve el nombre del tipo de dato que contiene la columna específico del sistema de bases de datos.
isNullable(indice)	Devuelve 0 si la columna puede contener valores nulos.