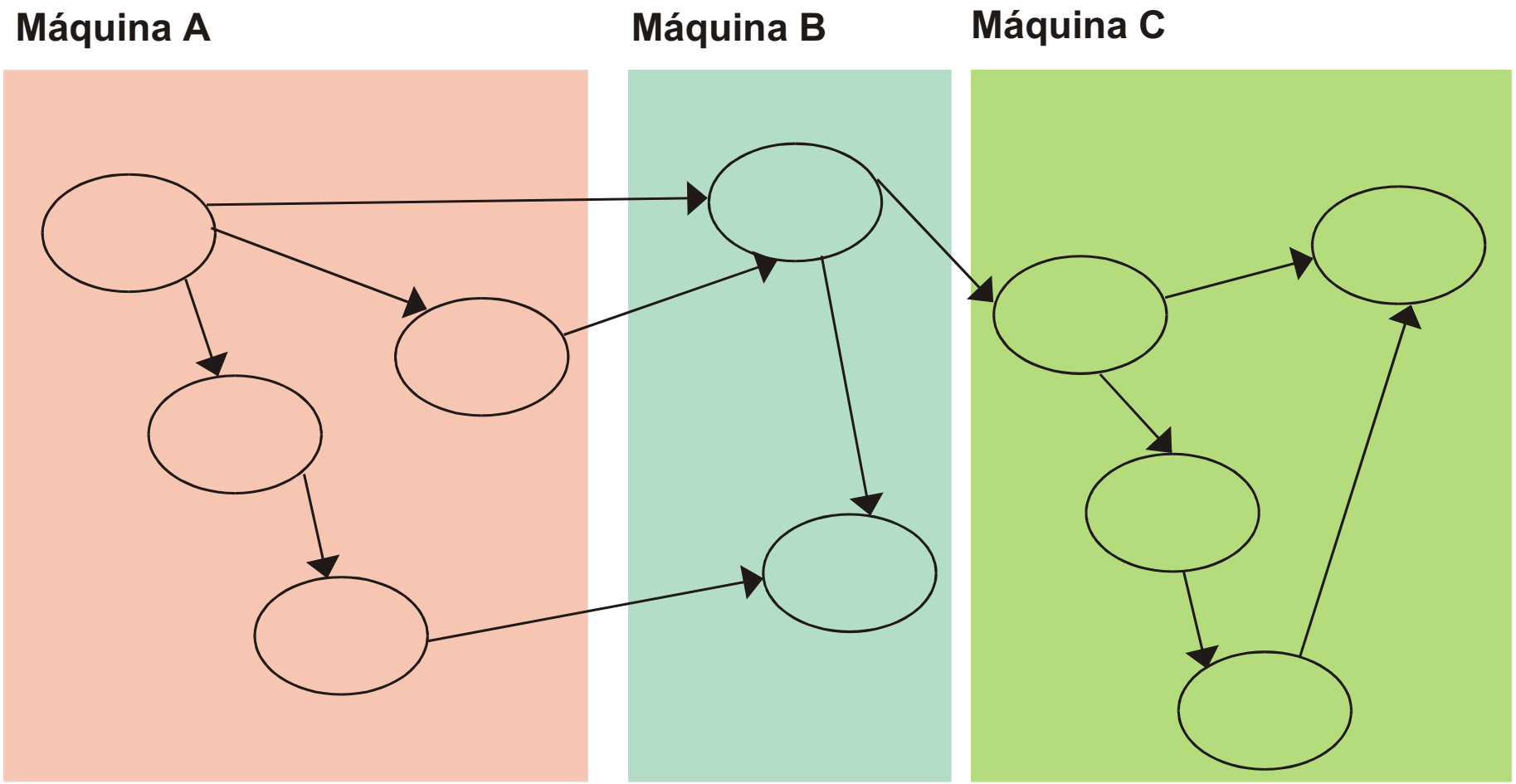
Tema 6
Invocación de métodos remotos en Java (RMI)

Sistemas Distribuidos
Grado en Ingeniería Informática
Universidad Carlos III de Madrid

Modelo de objetos en sistemas distribuidos



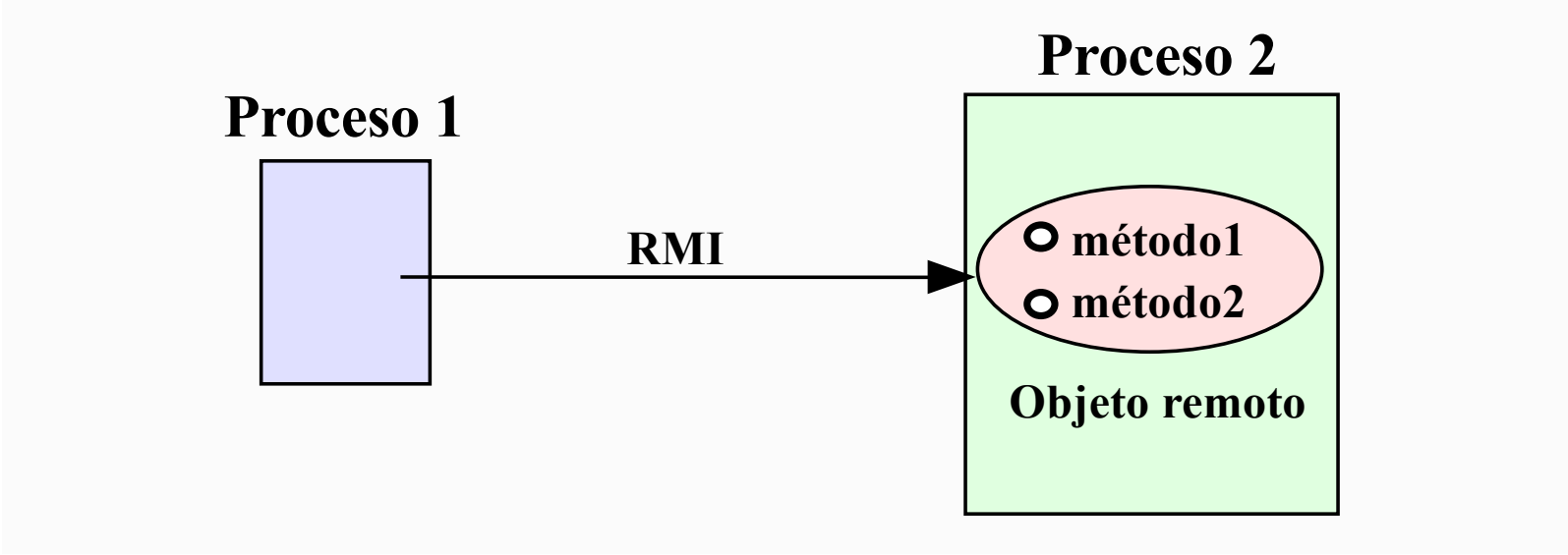
Invocación de métodos remotos

- Primera aproximación al uso de un modelo orientado a objetos sobre aplicaciones distribuidas
- **Objetos distribuidos** dentro de una red
  - Los objetos proporcionan métodos, los cuales dan acceso a los servicios

- Ejemplo:
  - *Remote method invocation* (RMI) de Java
  - CORBA *Common Object Request Broker Adapter*
    - Ofrece interfaces de programación independientes de la plataforma y modelos para aplicaciones portables basadas en objetos distribuidos.

Remote method invocation (Java RMI)

- Modelo **equivalente** a las **llamadas a procedimientos remotos**
- Proceso invoca un método local de otro proceso
- Se envían tanto los argumentos del método como el valor devuelto por el mismo



Java RMI (*Remote Method Invocation*)

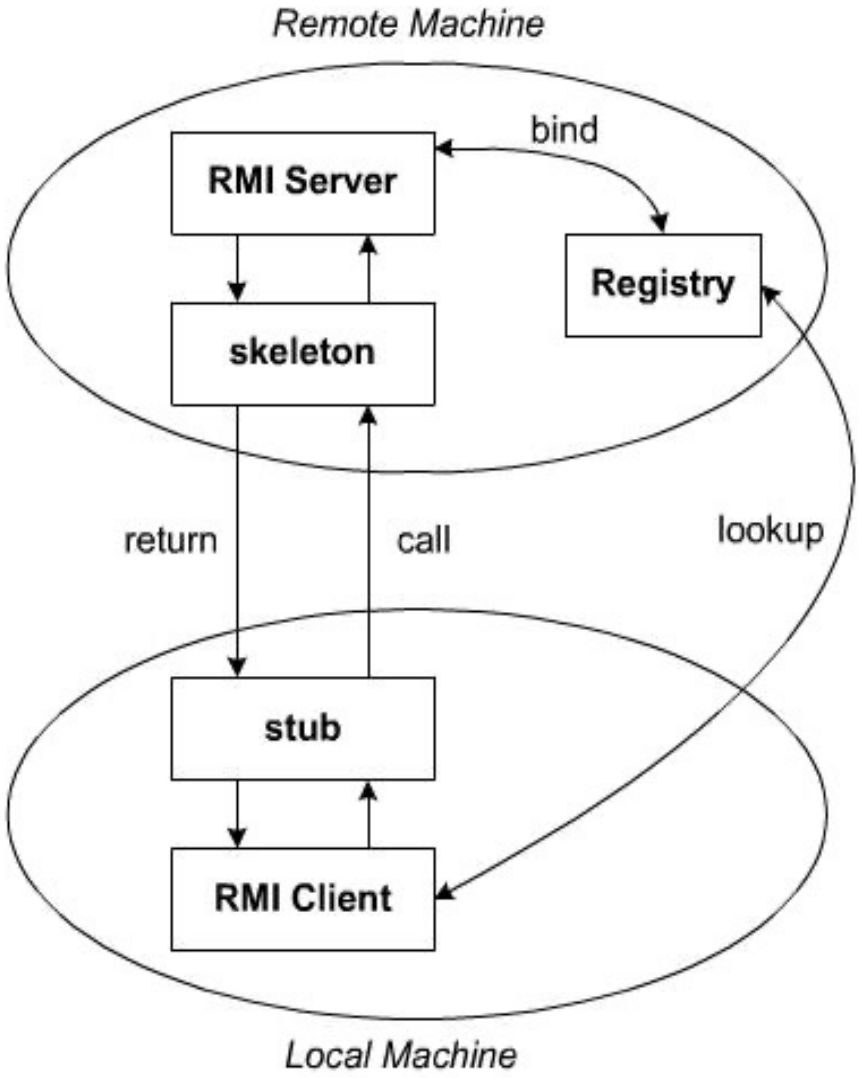
- El soporte para RMI en Java está basado en las interfaces y clases definidas en los paquetes *java.rmi* y *java.rmi.server.*

- RMI ofrece:
  - Mecanismos para crear servidores y objetos cuyos métodos se puedan invocar remotamente.

  - Mecanismos que permiten a los clientes localizar los objetos remotos.

  - Servicio de directorios:
    - ***rmiregistry***, servicio de directorios de Java
    - Se ejecuta en la máquina servidor objeto

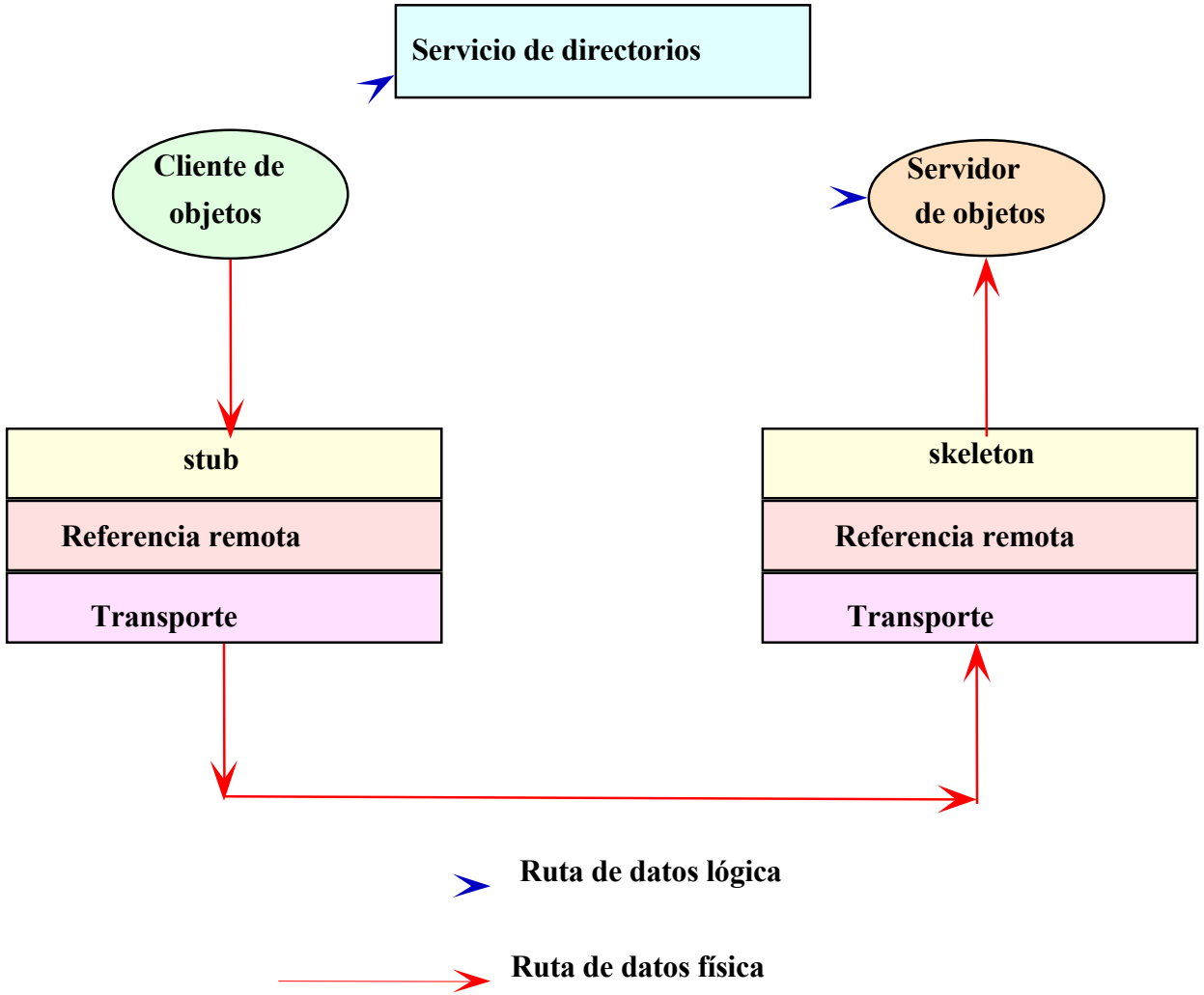
Java RMI (*Remote Method Invocation*)



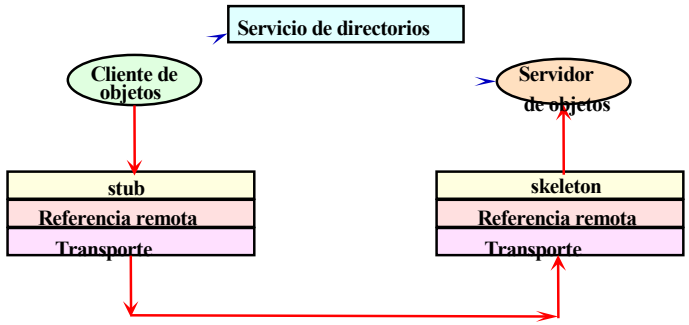
Comparación RMI y sockets

- Ventajas:
  - Los programas RMI son más sencillos de diseñar
  - Servidor RMI concurrente
- Inconvenientes:
  - *Sockets* tienen menos sobrecarga
  - RMI sólo para plataformas Java

Arquitectura de Java RMI

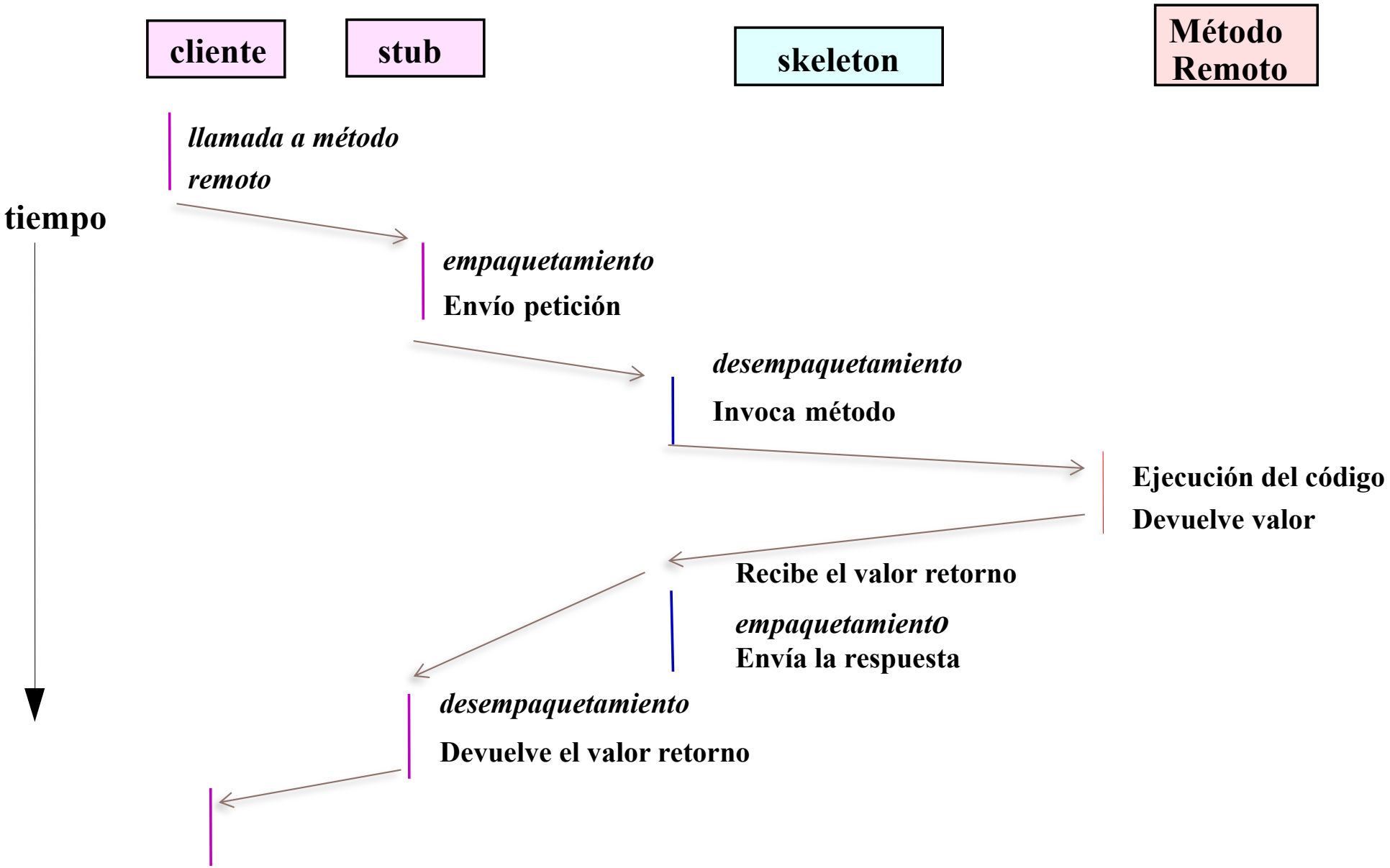


Arquitectura de RMI

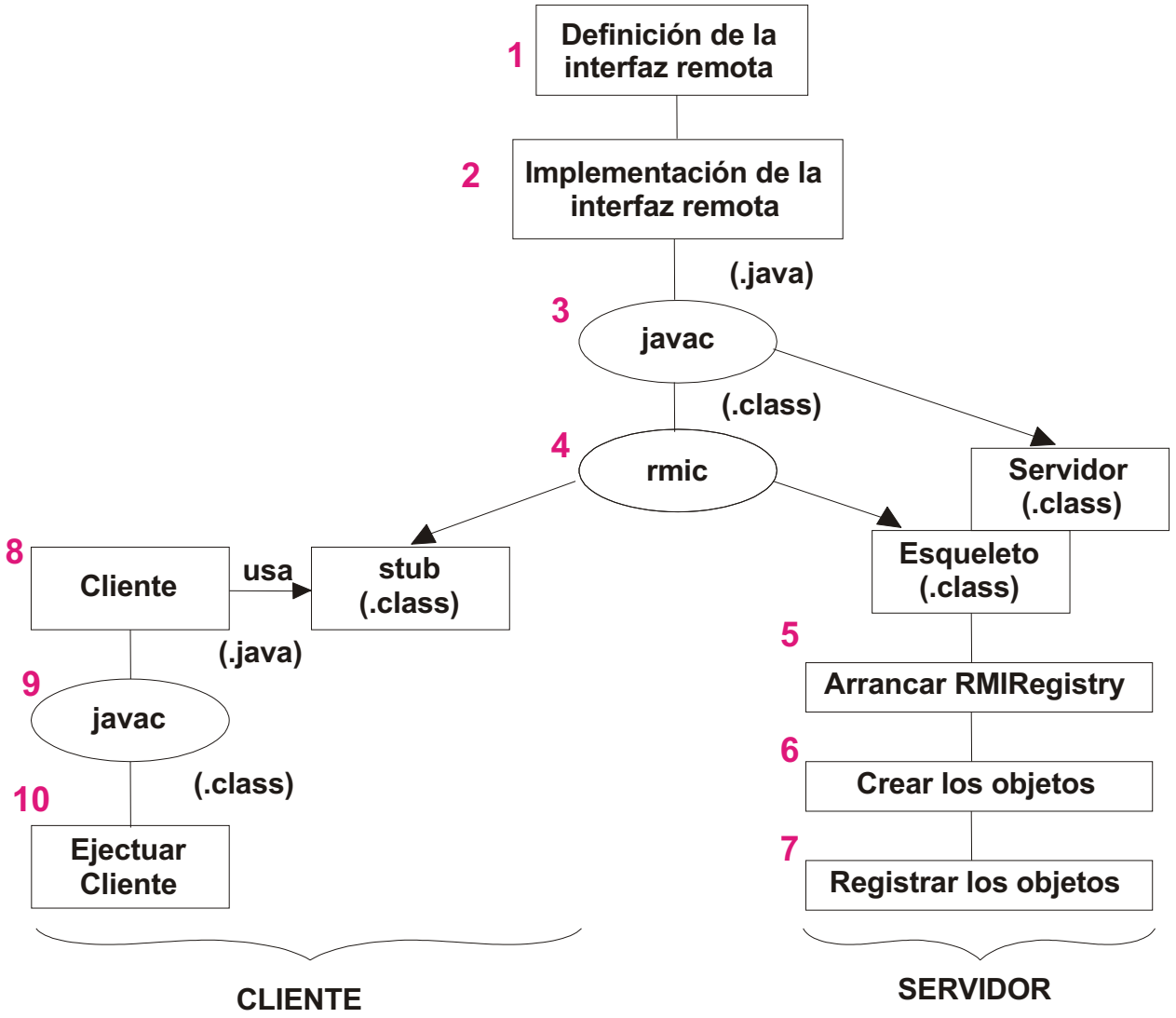


- **Nivel** de **stub**
  - Se encarga del aplanamiento de los parámetros.
  - ***Stub***: proxy local. Cuando un cliente realiza una invocación remota, en realidad hace una invocación de un método de un objeto proxy
- **Nivel** de **gestión de referencias remotas**
  - Interpreta y gestiona las referencias a objetos remotos.
  - Invoca operaciones de la capa de transporte.
- ***Nivel*** de **transporte**
  - Se encarga de las comunicaciones y de establecer las conexiones necesarias.
  - Basada en protocolo TCP.

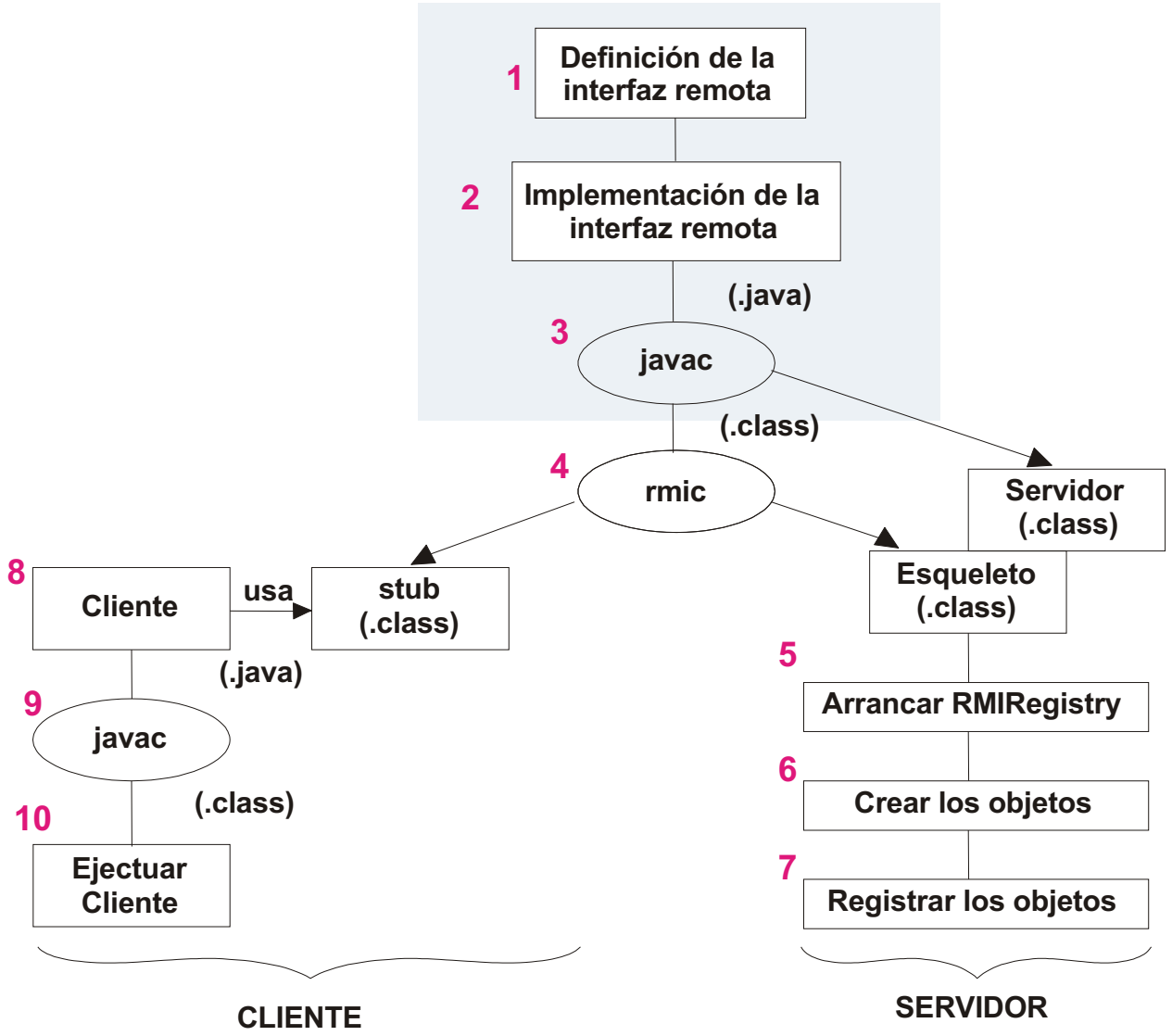
Arquitectura de RMI



Diseño de aplicaciones RMI



Diseño de aplicaciones RMI



Diseño de aplicaciones RMI

- Interfaz remota:
  - Clase que sirve de plantilla para otras clases.

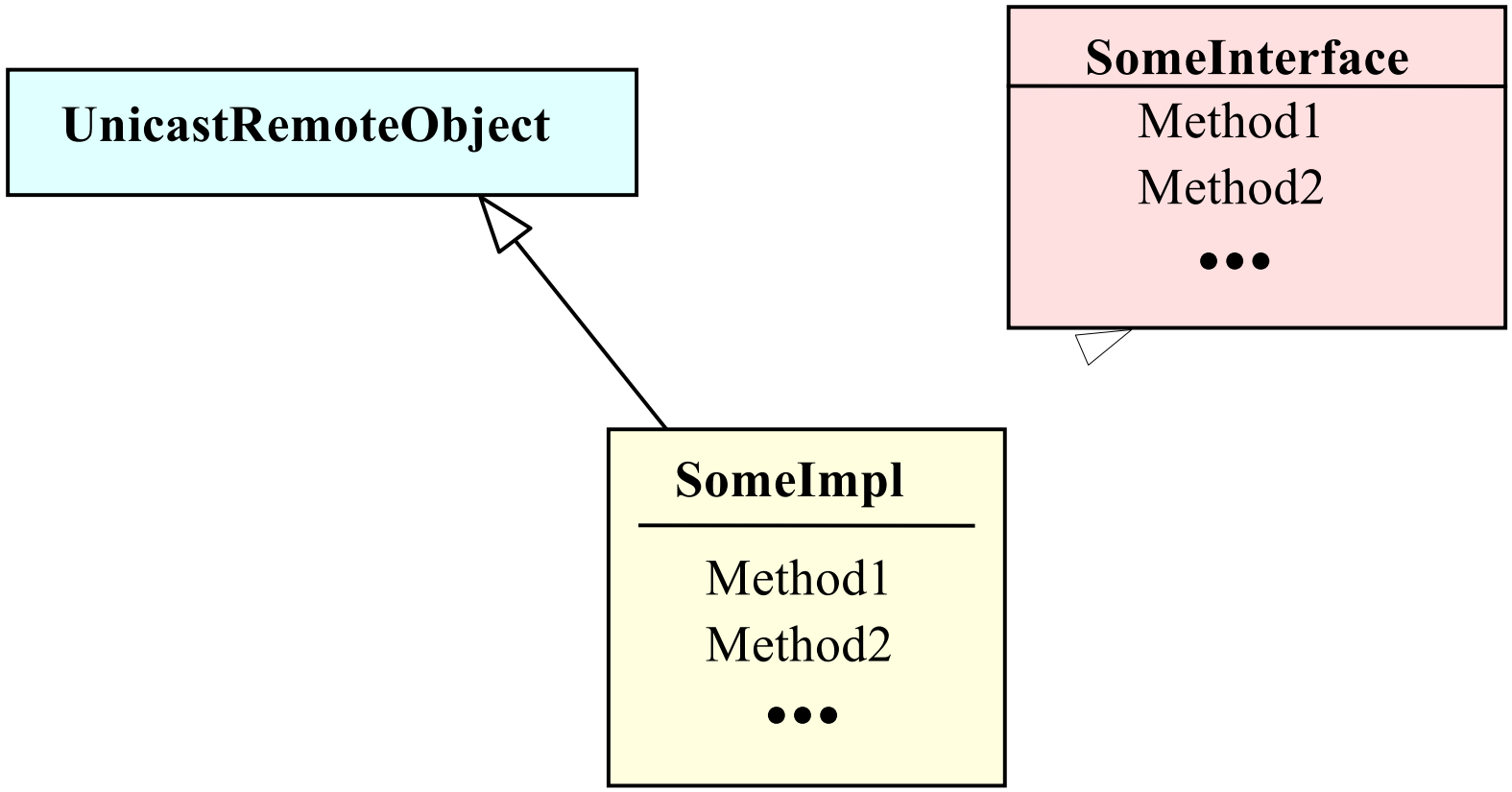
```
import java.rmi.*;
public interface SomeInterface extends Remote {
   // Cabecera del primer método remoto
   public String someMethod1( )
        throws java.rmi.RemoteException;

   // Cabecera del segundo método remoto
   public int someMethod2( float parameter) throws
                        java.rmi.RemoteException;

}
```

Diseño de aplicaciones RMI

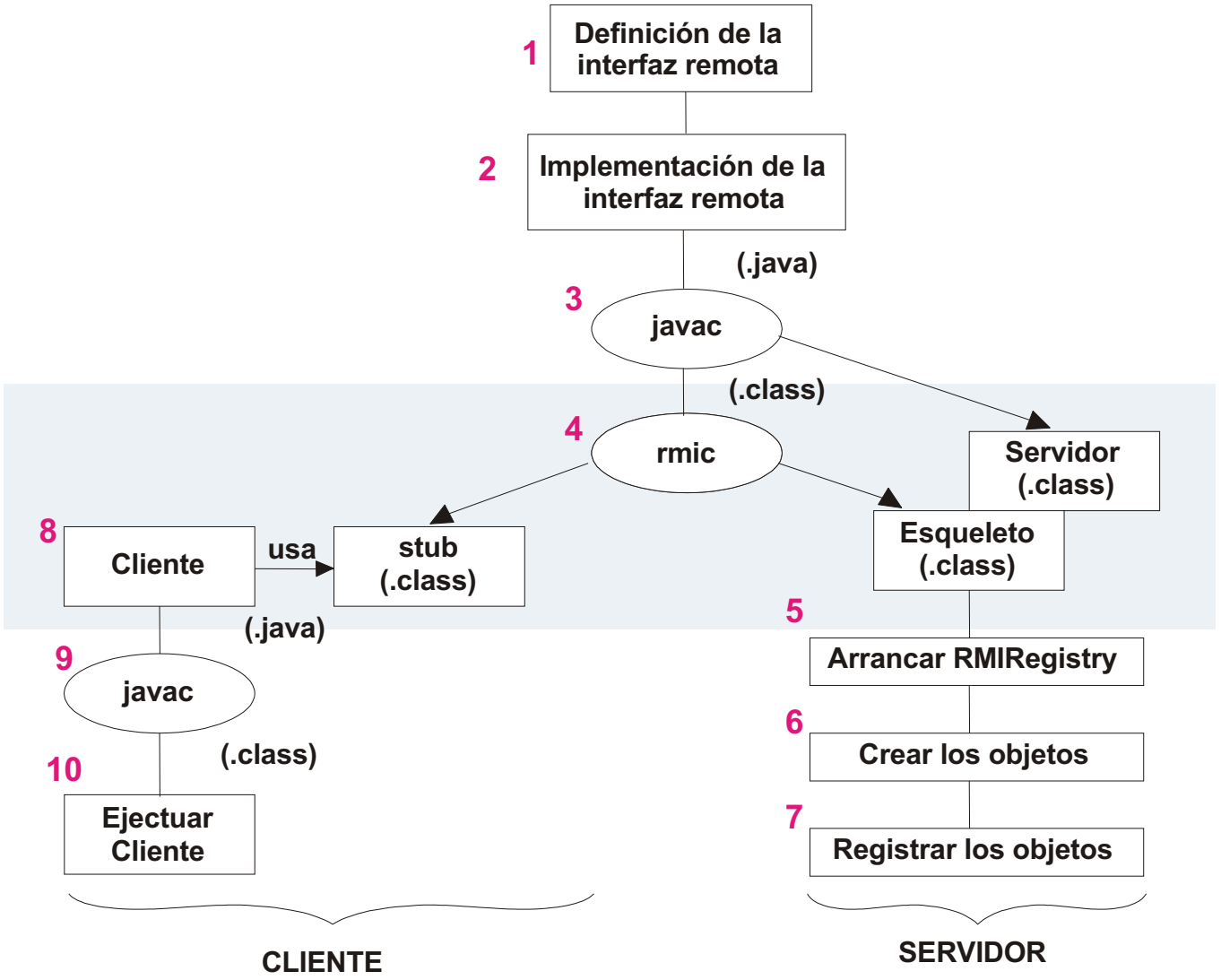
- Implementación de la interfaz remota
  - Realizado por el servidor

```
import java.rmi.*;
import java.rmi.server.*;

public class SomeImpl extends UnicastRemoteObject
                      implements SomeInterface
{
  public SomeImpl() throws RemoteException { super( ); }

  public String someMethod1( ) throws RemoteException
  { /* Código fuente */ }

  public int someMethod2(float a) throws RemoteException
  { /* Código fuente */ }
}
```

Diseño de aplicaciones RMI



Diseño de aplicaciones RMI



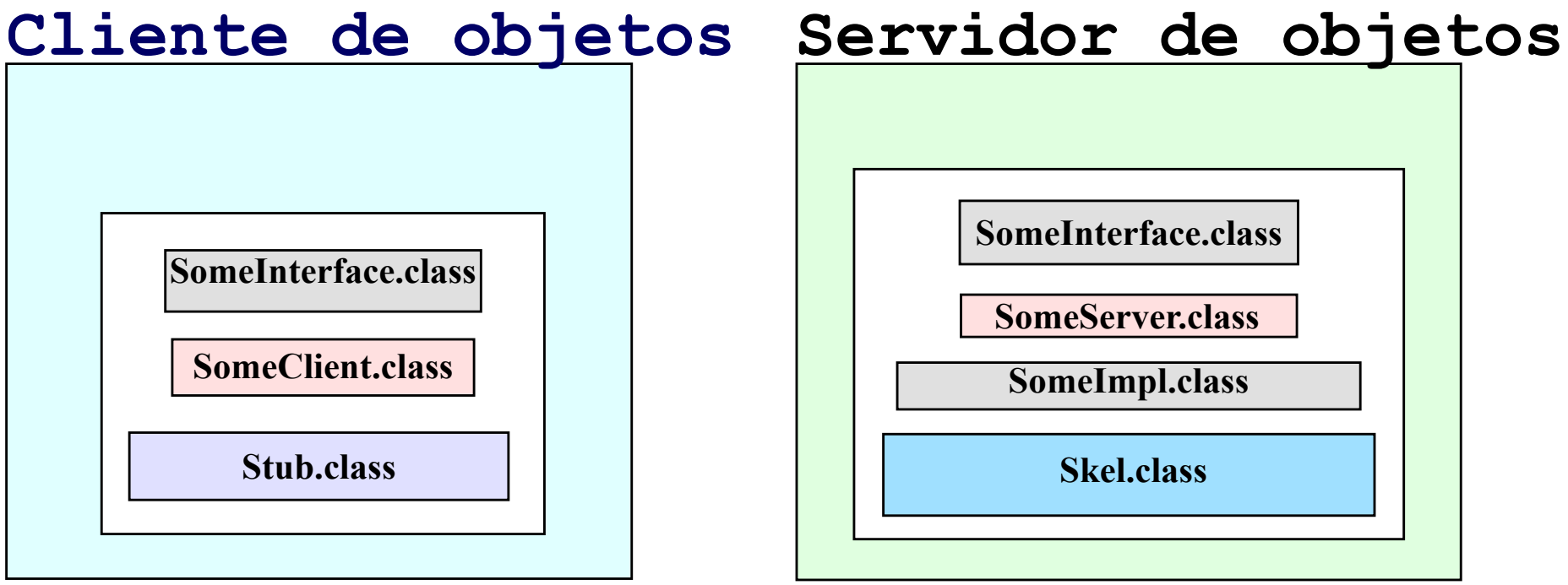
Diseño de aplicaciones RMI

- Diseño por parte del servidor:
  - Implementación de la interfaz remota
  - Generar el stub y el esqueleto

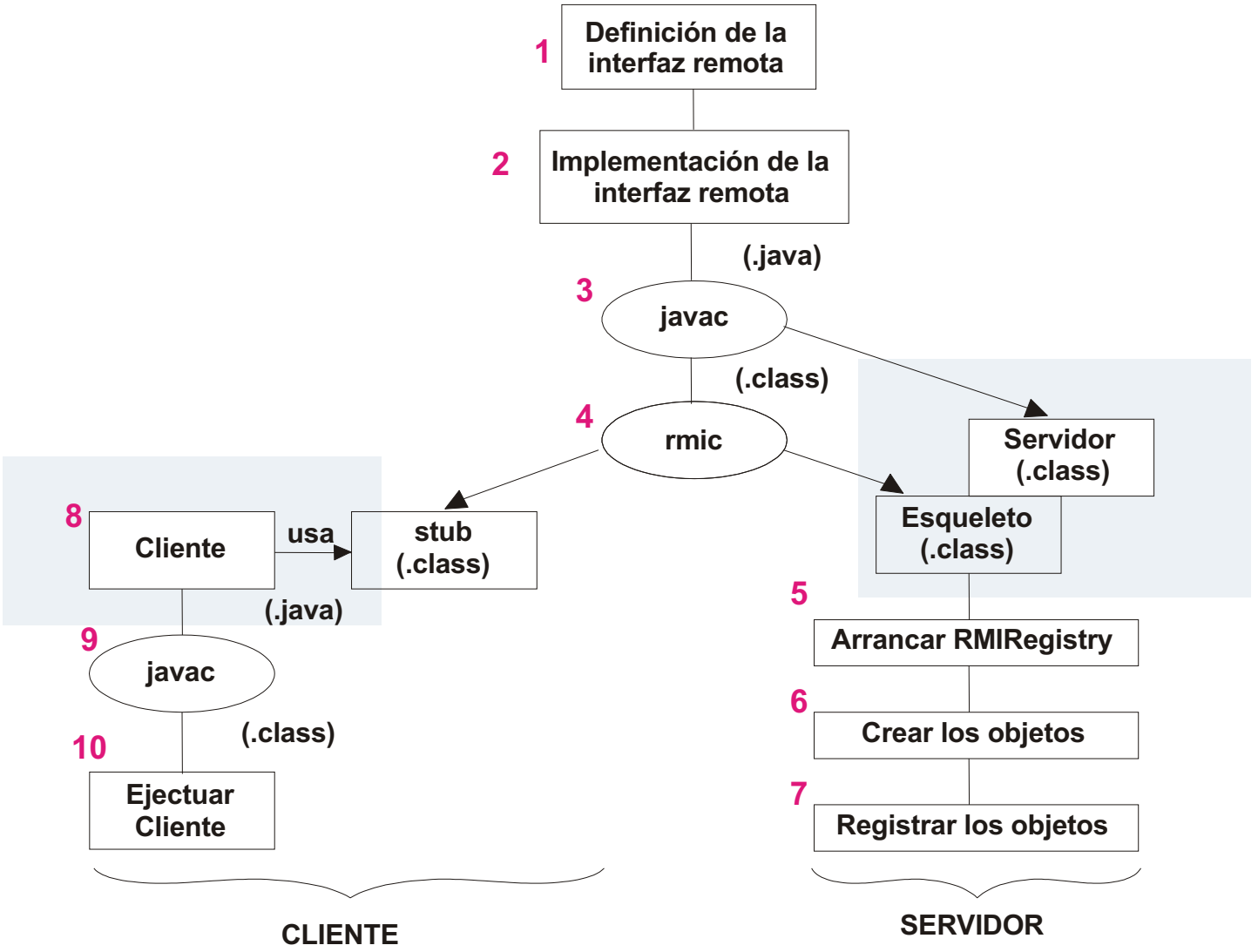
nombre de la clase de la implementación de la interface remota

```
# rmic SomeImpl
# ls SomeImp*.class
  ...
  SomeImpl_skel.class
  SomeImpl_stub.class
```

Invocación remota



Diseño de aplicaciones RMI



Plantilla de clase de servidor de objeto

```
import java.rmi.*;
import java.rmi.server.*;
import java.rmi.registry.Registry;
import java.rmi.registry.LocateRegistry;
 public class SomeServer  {
    public static void main(String args[]) {
       try{
            SomeImpl exportedObj = new SomeImpl();

            int portNum=1099;
            startRegistry(portNum);

           registryURL = "rmi://localhost:"+portNum+"/some";
           Naming.rebind(registryURL, exportedObj);
           System.out.println("Some Server ready.");
        }
 }
 catch (Exception ex) {
    System.out.println("Exception: "+ex);
}
```

Plantilla de clase de servidor de objeto

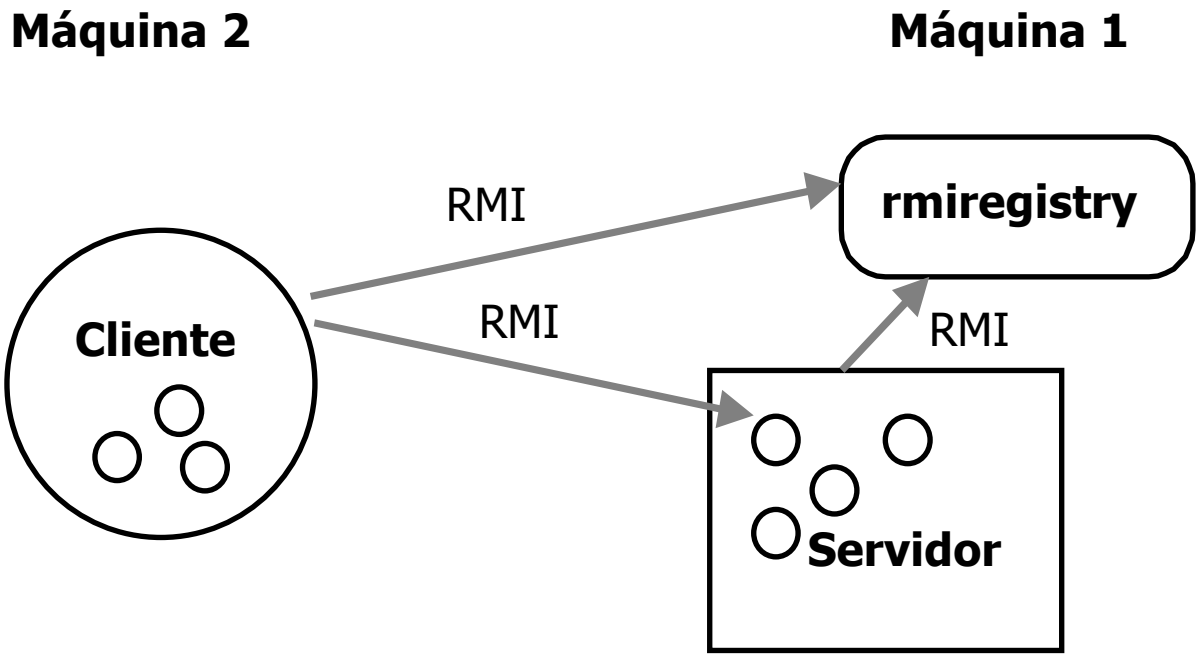
```
private static void startRegistry(int RMIPortNum)
        throws RemoteException
{
   try {
    Registry registry= LocateRegistry.getRegistry(RMIPortNum);
    registry.list( );
   }
   catch (RemoteException ex)
   {
     System.out.println("RMI registry cannot be located at port" + RMIPortNum);
     Registry registry= LocateRegistry.createRegistry(RMIPortNum);
     System.out.println("RMI registry created at port " + RMIPortNum);
  }
}
```

Alternativa: activar el registro manualmente con
rmiregistry <número de puerto>

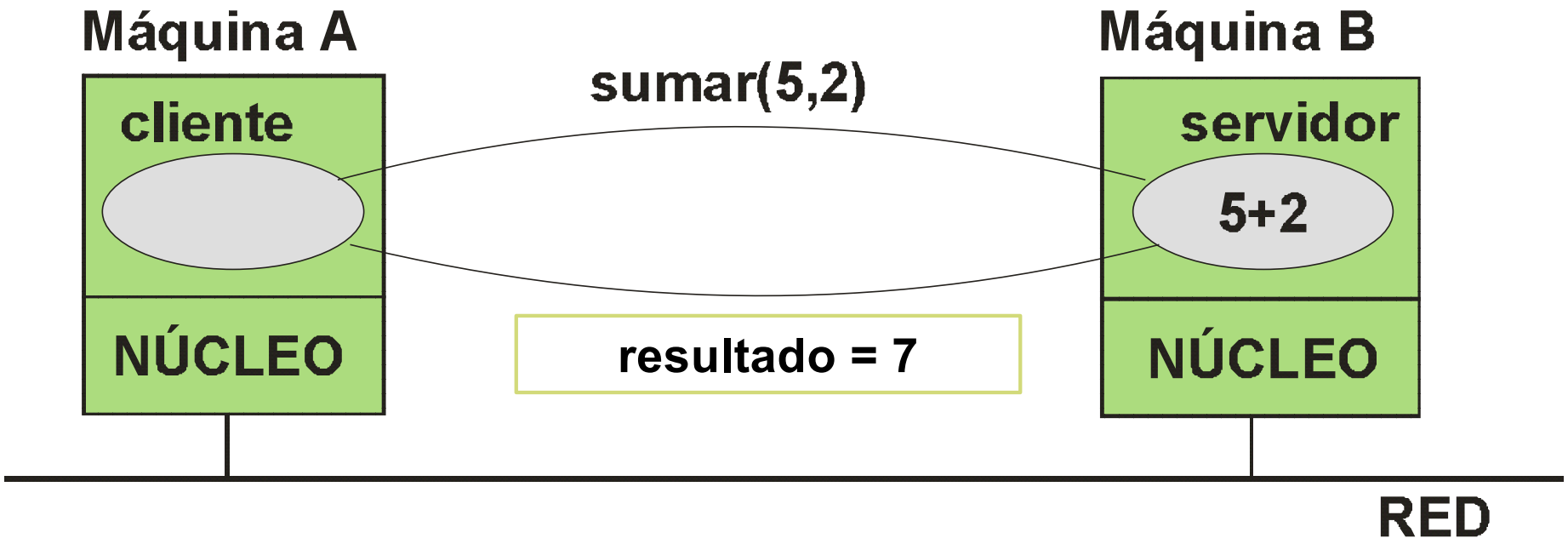
Plantilla de clase de cliente de objeto

```
import java.rmi.*;

public class SomeClient
{
   public static void main(String args[])
   {
     try {
        int portNum=1099;
        String registryURL ="rmi://serverhost:" + portNum + "/some";
        SomeInterface h = (SomeInterface)Naming.lookup(registryURL);

        String message = h.someMethod1();
        System.out.println(message);
      }
      catch (Exception e) {
         System.out.println("Exception in SomeClient: " + e);
     }
   }
}
```

Invocación remota



Ejemplo (RMI)


Máquina A
cliente
NÚCLEO
sumar(5,2)
resultado = 7
Máquina B
servidor
5+2
NÚCLEO
RED

Modelización de la interfaz remota (Sumador)

```
public interface Sumador
        extends java.rmi.Remote
{
  public int sumar(int a, int b)
          throws java.rmi.RemoteException;


public int restar(int a, int b)
          throws java.rmi.RemoteException;

}
```

Clase que implementa la interfaz (SumadorImpl)

```
import java.rmi.*;
import java.rmi.server.UnicastRemoteObject;
public class SumadorImpl
       extends UnicastRemoteObject implements Sumador {
   public SumadorImpl(String name) throws RemoteException {
       super();
       try {
            System.out.println("Rebind objeto " + name);
            Naming.rebind(name, this);
       } catch (Exception e) {
           System.out.println("Exception: " + e.getMessage());
           e.printStackTrace();
       }
   }
   public int sumar (int a, int b) throws RemoteException
   {  return a + b;  }
   public int restar (int a, int b) throws RemoteException
   {  return a - b;  }
}
```

Registro del servicio

- Cualquier programa que quiera instanciar un objeto de esta clase debe realizar el registro con el servicio de nombrado. Ejemplo:

```
Naming.rebind(name, this);
```

- Antes de arrancar el cliente y el servidor, se debe arrancar el programa *rmiregistry* en el servidor para el servicio de nombres.

Código del servidor (SumadorServer)

```
import java.rmi.*;
import java.rmi.server.UnicastRemoteobjeto;
public class SumadorImpl
 extends UnicastRemoteobjeto implements Sumador {
 public SumadorImpl(String name)
        throws RemoteException {
           super();
           try {
              System.out.println("Rebind objeto " + name);
               Naming.rebind(name, this);
           }
```

```
import java.rmi.*;
import java.rmi.server.*;

public class SumadorServer  {
   public static void main (String args[]) {
        if (System.getSecurityManager() == null) {
              System.setSecurityManager(new RMISecurityManager());
        }
        try{
             SumadorImpl misuma = new SumadorImpl("MiSumador");
        } catch(Exception excr) {
            System.out.println("Excepcion: "+excr);
        }
   }
}
```

Código en el cliente (SumadorCliente)

```
public interface Sumador
       extends java.rmi.Remote
{
   public int sumar(int a, int b)
     throws java.rmi.RemoteException;
}
```

```
import java.rmi.*;

public class SumadorClient {
  public static void main(String args[]) {
   int res = 0;
   try {
        System.out.println("Buscando Objeto ");
        Sumador misuma = (Sumador)Naming.lookup(
                                "rmi://" + args[0] + "/" +"MiSumador");
         res = misuma.sumar(5, 2);
        System.out.println("5 + 2 = " + res);
    } catch(Exception e) {
        System.err.println(" System exception");
    }
    System.exit(0);
 }
}
```

host

¿Cómo se ejecuta?

1. **Compilación**
   - javac Sumador.java
   - javac SumadorImpl.java
   - javac SumadorClient.java
   - javac Sumador Server.java
2. **Generación de los esqueletos**
   - rmic SumadorImpl
3. **Copiar *SumadorImpl_Stub.class* e *interfaz remota* a clientes**
4. **Ejecución del programa de registro de RMI**
   - rmiregistry &
5. **Ejecución del servidor**
   - java -classpath . -Djava.security.policy=./policy SumadorServer
6. **Ejecución del cliente**
   - java SumadorClient <host-del-servidor>

policy

```
grant {
        // Allow everything for now
        permission java.security.AllPermission;
};
```