

# Trabajo Práctico para Ingeniería de Software

Tomas Lautaro Lopez

9 de marzo de 2023



**UNR** Universidad  
Nacional de Rosario

## 1. Requerimientos

Se desea modelar un gestor de propiedades para una inmobiliaria. A continuación se detalla una subconjunto de operaciones que este software debería contemplar.

- Se puede crear y almacenar una propiedad. Una propiedad consiste de un indentificador unico, una direccion, un titulo para la publicacion, un precio de venta, el vendedor que gestiona la propiedad y el estado de la propiedad (vendido, en venta, reservado, dada de baja)
- Se debe poder crear y almacenar a los vendedores de la inmobiliaira. Una vendedor consiste de un numero de legajo, nombre y apellido, email y numero de telefono.
- Se debe poder encontrar todas las propiedades que esta gestionando un vendedor.
- Se debe poder calcular la suma de los precios de todas las propiedades vendidas por uno de los vendedores.
- Se debe poder filtrar propiedades en un rango de precio.

## 2. Especificación

Algunas designaciones.

$d$  es el identificador único de una propiedad  $\approx d \in \text{PROP\_ID}$

$l$  es el legajo de un vendedor  $\approx l \in \text{LEGAJO}$

$c$  es una cadena de caracteres  $\approx c \in \text{STRING}$

$s$  es estado de una propiedad  $\approx s \in \text{ESTADO\_PROPIEDAD}$

Entonces introducimos los siguientes tipos.

$[PROP\_ID, LEGAJO, STRING]$

$msg = ok \mid error$

$ESTADO\_PROPIEDAD = venta \mid reservada \mid dada\_de\_baja \mid vendida$

$N = n : Z \bullet 0 \leq n$

Definiremos esquema que describe el espacio de estados.

*Inmobiliaria*

$direcciones : PROP\_ID \rightarrow STRING$

$titulos : PROP\_ID \rightarrow STRING$

$precios : PROP\_ID \rightarrow N$

$estados : PROP\_ID \rightarrow ESTADO\_PROPIEDAD$

$gestores : PROP\_ID \rightarrow LEGAJO$

$nombres : LEGAJO \rightarrow STRING$

$telefonos : LEGAJO \rightarrow STRING$

$emails : LEGAJO \rightarrow STRING$

El estado inicial de la inmobiliaria.

<i>InmobiliariaInicial</i>	
<i>Inmobiliaria</i>	
<i>direcciones</i> = $\emptyset$	
<i>titulos</i> = $\emptyset$	
<i>precios</i> = $\emptyset$	
<i>estados</i> = $\emptyset$	
<i>gestores</i> = $\emptyset$	
<i>nombres</i> = $\emptyset$	
<i>telefonos</i> = $\emptyset$	
<i>emails</i> = $\emptyset$	

El siguiente esquema representa los predicados que son invariantes de estado.

<i>InmobiliariaInvariante</i>	
<i>Inmobiliaria</i>	
dom <i>direcciones</i> = dom <i>titulos</i>	
dom <i>titulos</i> = dom <i>precios</i>	
dom <i>precios</i> = dom <i>estados</i>	
dom <i>estados</i> = dom <i>gestores</i>	
dom <i>nombres</i> = dom <i>telefonos</i>	
dom <i>telefonos</i> = dom <i>emails</i>	
ran <i>gestores</i> $\subseteq$ dom <i>nombres</i>	

La primera operación que modelaremos es la de insertar una nueva propiedad.

<i>PropiedadExiste</i>	
$\exists$ <i>Inmobiliaria</i>	
<i>id?</i> : <i>PROP_ID</i>	
<i>res!</i> : <i>msg</i>	
<i>id?</i> $\in$ dom <i>direcciones</i>	
<i>res!</i> = <i>error</i>	

<i>VendedorNoExiste</i>
$\Xi \text{Inmobiliaria}$
$prod? : \text{LEGAJO}$
$res! : \text{msg}$
$prod? \notin \text{dom } \text{nombres}$
$res! = \text{error}$

<i>InsertarPropiedadOk</i>
$\Delta \text{Inmobiliaria}$
$id? : \text{PROP\_ID}$
$dir? : \text{STRING}$
$tit? : \text{STRING}$
$p? : N$
$prod? : \text{LEGAJO}$
$res! : \text{msg}$
$prod? \in \text{dom } \text{nombres}$
$id? \notin \text{dom } \text{direcciones}$
$\text{direcciones} = \text{direcciones} \cup \{id? \mapsto dir?\}$
$\text{titulos} = \text{titulos} \cup \{id? \mapsto tit?\}$
$\text{precios} = \text{precios} \cup \{id? \mapsto p?\}$
$\text{estados} = \text{estados} \cup \{id? \mapsto \text{venta}\}$
$\text{gestores} = \text{gestores} \cup \{id? \mapsto prod?\}$
$\text{nombres}' = \text{nombres}$
$\text{telefonos}' = \text{telefonos}$
$\text{emails}' = \text{emails}$
$res! = \text{ok}$

$$\text{InsertarPropiedad} \hat{=} \text{InsertarPropiedadOk} \vee \text{VendedorNoExiste} \vee \text{PropiedadExiste}$$

La segunda operación a especificar es la de crear un vendedor y almacenarlo.

<i>VendedorExiste</i>	
$\exists \text{Inmobiliaria}$	
$id? : \text{LEGAJO}$	
$res! : \text{msg}$	
$id? \in \text{dom } \text{nombres}$	
$res! = \text{error}$	

<i>InsertarVendedorOk</i>	
$\Delta \text{Inmobiliaria}$	
$nom? : \text{STRING}$	
$tel? : \text{STRING}$	
$em? : \text{STRING}$	
$prod? : \text{LEGAJO}$	
$res! : \text{msg}$	
$prod? \notin \text{dom } \text{nombres}$	
$\text{nombres}' = \text{nombres} \cup \{prod? \mapsto nom?\}$	
$\text{telefonos}' = \text{telefonos} \cup \{prod? \mapsto tel?\}$	
$\text{emails}' = \text{emails} \cup \{prod? \mapsto em?\}$	
$\text{direcciones}' = \text{direcciones}$	
$\text{titulos}' = \text{titulos}$	
$\text{precios}' = \text{precios}$	
$\text{estados}' = \text{estados}$	
$\text{gestores}' = \text{gestores}$	
$res! = \text{ok}$	

$$\text{InsertarVendedor} \hat{=} \text{InsertarVendedorOk} \vee \text{VendedorExiste}$$

La tercera operación a especificar es encontrar todas las propiedades que un vendedor esta gestionando.

<i>PropiedadesGestionadasOk</i> _____
$\Xi \text{Inmobiliaria}$
$prod? : \text{LEGAJO}$
$props! : \mathbb{P} \text{PROP\_ID}$
_____
$prod? \in \text{dom } \text{nombr es}$
$props! = \text{dom}(\text{gestores} \triangleright \{prod?\})$

$$\text{PropiedadesGestionadas} \hat{=} \text{PropiedadesGestionadasOk} \vee \text{VendedorNoExiste}$$

La cuarta operacion es sumar el precio de las propiedades vendias por un solo vendedor.

<i>CalcularSumaVentasOk</i> _____
$\Xi \text{Inmobiliaria}$
$prod? : \text{LEGAJO}$
$ventas! : N$
_____
$id? \in \text{dom } \text{nombr es}$
$\text{gestionadas} = \text{dom}(\text{gestores} \triangleright \{prod?\})$
$\text{vendidas} = \text{dom}(\text{estados} \triangleright \{vendida\})$
$\text{vendidasYgestionadas} = \text{gestionadas} \cap \text{vendidas}$
$\text{ventas!} = (\sum_{p \in \text{vendidasYgestionadas}} \text{precios}(p))$

$$\text{CalcularSumaVentas} \hat{=} \text{CalcularSumaVentasOk} \vee \text{VendedorNoExiste}$$

La quinta operacion es filtrar por un rango de precio.

<i>FiltroPrecioOk</i> _____
$\Xi \text{Inmobiliaria}$
$cotInf? : N$
$cotSup? : N$
$props! : \mathbb{P} \text{Propiedad}$
_____
$cotInf? \leq cotSup?$
$props! = \{p \in \text{dom } \text{direcciones} \bullet cotInf? \leq \text{precios}(p) \leq cotSup?\}$

<i>FiltroPrecioError</i>	_____
$\Xi$ Inmobiliaria	
<i>cotInf?</i> : <i>Z</i>	
<i>cotSup?</i> : <i>Z</i>	
<i>res!</i> : <i>msg</i>	
<i>cotInf?</i> > <i>cotSup?</i>	
<i>res!</i> = <i>error</i>	

$$FiltroPrecio \hat{=} FiltroPrecioOk \vee FiltroPrecioError$$

### 3. Simulaciones

La primera simulación es la siguiente:

```

inmobiliariaInicial(I0) &
insertarVendedor(I0,tomas,4817767,tomas.com,tlopez,I1) &
insertarPropiedad(I1,1,sarmiento,gran_casa,40000,tlopez,I2) &
insertarPropiedad(I2,2,cordoba,departamento_increible,100000,tlopez,I3) &
propiedadesGestionadas(I3,tlopez,Props_o,I3).

```

cuya respuesta es la siguiente:

```

I0 = {
  [direcciones,{}],
  [titulos,{}],
  [precios,{}],
  , [estados,{}],
  [gestores,{}],
  [nombres,{}],
  [telefonos,{}],
  [emails,{}],
},
I1 = {
  [direcciones,{}],
  [titulos,{}],
  [precios,{}],
  [estados,{}],

```

```

    [gestores,{}],
    [nombres,{[tlopez,tomas]}],
    [telefonos,{[tlopez,4817767]}],
    [emails,{[tlopez,tomas.com]}]
},
I2 = {
    [direcciones,{[1,sarmiento]}],
    [titulos,{[1,gran_casa]}],
    [precios,{[1,40000]}],
    [estados,{[1,venta]}],
    [gestores,{[1,tlopez]}],
    [nombres,{[tlopez,tomas]}],
    [telefonos,{[tlopez,4817767]}],
    [emails,{[tlopez,tomas.com]}]
},
I3 = {
    [direcciones,{[2,cordoba],[1,sarmiento]}],
    [titulos,{[2,departamento_increible],[1,gran_casa]}],
    [precios,{[2,100000],[1,40000]}],
    [estados,{[2,venta],[1,venta]}],
    [gestores,{[2,tlopez],[1,tlopez]}],
    [nombres,{[tlopez,tomas]}], [telefonos,
    {[tlopez,4817767]}], [emails,{[tlopez,tomas.com]}]
},
Props_o = {2,1}

```

La segunda simulación es la siguiente:

```

inmobiliariaInicial(I0) &
insertarVendedor(I0,tomas,4817767,tomas.com,tlopez,I1) &
insertarPropiedad(I1,1,sarmiento,gran_casa,40000,tlopez,I2) &
insertarPropiedad(I2,2,cordoba,departamento_increible,100000,tlopez,I3) &
filtroPrecio(I3,50000,120000,Props_o,I3).

```

cuya respuesta es la siguiente:

```

I0 = {
    [direcciones,{}],
    [titulos,{}],

```



```

    [precios,{}],
    [estados,{}],
    [gestores,{}],
    [nombres,{}],
    [telefonos,{}],
    [emails,{}],
},
I1 = {
    [direcciones,{}],
    [titulos,{}],
    [precios,{}],
    [estados,{}],
    [gestores,{}],
    [nombres,{[tlopez,tomas]}],
    [telefonos,{[tlopez,4817767]}],
    [emails,{[tlopez,tomas.com]}],
},
I2 = {
    [direcciones,{[1,sarmiento]}],
    [titulos,{[1,gran_casa]}],
    [precios,{[1,40000]}],
    [estados,{[1,venta]}],
    [gestores,{[1,tlopez]}],
    [nombres,{[tlopez,tomas]}],
    [telefonos,{[tlopez,4817767]}],
    [emails,{[tlopez,tomas.com]}],
},
I3 = {
    [direcciones,{[2,cordoba],[1,sarmiento]}],
    [titulos,{[2,departamento_increible],[1,gran_casa]}],
    [precios,{[2,100000],[1,40000]}],
    [estados,{[2,venta],[1,venta]}],
    [gestores,{[2,tlopez],[1,tlopez]}],
    [nombres,{[tlopez,tomas]}], [telefonos,
    {[tlopez,4817767]}], [emails,{[tlopez,tomas.com]}],
},
Props_o = {2}

```

## 4. Demostraciones con $\{log\}$

**Primera demostración con  $\{log\}$ .** Demuestro que *InsertarPropiedad* preserva el invariante *InmobiliariaInvariante*, o sea el siguiente teorema:

**theorem** InsertarPropiedadPI  
 $InmobiliariaInvariante \wedge InsertarPropiedad \Rightarrow InmobiliariaInvariante'$

el cual en  $\{log\}$  se escribe de la siguiente forma:

```
I = {
  [direcciones,D],
  [titulos,T],
  [precios,P],
  [estados,E],
  [gestores,G],
  [nombres,N],
  [telefonos,Tel],
  [emails,Em]
} &
I_ = {
  [direcciones,D_],
  [titulos,T_],
  [precios,P_],
  [estados,E_],
  [gestores,G_],
  [nombres,N_],
  [telefonos,Tel_],
  [emails,Em_]
} &
dom(D, DomD) &
dom(T, DomT) &
dom(P, DomP) &
dom(E, DomE) &
dom(G, DomG) &
dom(N, DomN) &
dom(Tel, DomTel) &
dom(Em, DomEm) &
DomD = DomT &
```

```

DomT = DomP &
DomP = DomE &
DomE = DomG &
DomN = DomTel &
DomTel = DomEm &
insertarPropiedad(I,Prop_id,Dir_i,Tit_i,P_i,Prod_i,I_) &
dom(D_, DomD_) &
dom(T_, DomT_) &
dom(P_, DomP_) &
dom(E_, DomE_) &
dom(G_, DomG_) &
dom(N_, DomN_) &
dom(Tel_, DomTel_) &
dom(Em_, DomEm_) &
DomD_ neq DomT_ &
DomT_ neq DomP_ &
DomP_ neq DomE_ &
DomE_ neq DomG_ &
DomN_ neq DomTel_ &
DomTel_ neq DomEm_.

```

**Segunda demostración con  $\{log\}$ .** Demuestro que *insertarVendedor* preserva el invariante *InmobiliariaInvariante*, o sea el siguiente teorema:

**theorem** InsertarVendedorPI

$$InmobiliariaInvariante \wedge InsertarVendedor \Rightarrow InmobiliariaInvariante'$$

el cual en  $\{log\}$  se escribe de la siguiente forma:

```

I = {
  [direcciones,D],
  [titulos,T],
  [precios,P],
  [estados,E],
  [gestores,G],
  [nombres,N],
  [telefonos,Tel],
  [emails,Em]
} &
I_ = {
  [direcciones,D_],
  [titulos,T_],
  [precios,P_],
  [estados,E_],
  [gestores,G_],
  [nombres,N_],
  [telefonos,Tel_],
  [emails,Em_]
} &
dom(D, DomD) &
dom(T, DomT) &
dom(P, DomP) &
dom(E, DomE) &
dom(G, DomG) &
dom(N, DomN) &
dom(Tel, DomTel) &
dom(Em, DomEm) &
DomD = DomT &
DomT = DomP &
DomP = DomE &

```

```

DomE = DomG &
DomN = DomTel &
DomTel = DomEm &
insertarVendedor(I,Prop_id,Dir_i,Tit_i,P_i,Prod_i,I_) &
dom(D_, DomD_) &
dom(T_, DomT_) &
dom(P_, DomP_) &
dom(E_, DomE_) &
dom(G_, DomG_) &
dom(N_, DomN_) &
dom(Tel_, DomTel_) &
dom(Em_, DomEm_) &
DomD_ neq DomT_ &
DomT_ neq DomP_ &
DomP_ neq DomE_ &
DomE_ neq DomG_ &
DomN_ neq DomTel_ &
DomTel_ neq DomEm_.

```

## 5. Demostración con Z/EVES

**theorem** InsertarPropiedadPI

*InmobiliariaInvariante  $\wedge$  InsertarPropiedad  $\Rightarrow$  InmobiliariaInvariante'*

**proof**[*InsertarPropiedadPI*]  
*invoke InsertarPropiedad;*  
*split InsertarPropiedadOk;*  
*split VendedorNoExiste;*  
*split PropiedadExiste;*  
*cases;*  
*prove by reduce;*  
 ■

## 6. Casos de prueba

El script que usé para generar casos de prueba con Fastest es el siguiente:

```
loadspect fastest.tex
selop InsertarVendedor
genalltt
addtactic InsertarVendedor_DNF_1 SP \cup nombres \cup \{prod? \mapsto nom?\}
addtactic InsertarVendedor_DNF_1 SP \cup telefonos \cup \{prod? \mapsto tel?\}
genalltt
genalltca
```

Genere los casos de prueba para la operación *InsertarPropiedad* aplicando DNF, y luego aplico SP sobre la expresión  $nombres \cup \{prod? \mapsto nom?\}$  y  $telefonos \cup \{prod? \mapsto tel?\}$  para particionar la clase de prueba *InsertarVendedor\_DNF\_1*.

Los casos de prueba generados por Fastest son los siguientes:

---

*InsertarVendedor\_SP\_22*

*direcciones* : *PROPID*  $\rightarrow$  *STRING*  
*titulos* : *PROPID*  $\rightarrow$  *STRING*  
*precios* : *PROPID*  $\rightarrow$   $\mathbb{N}$   
*estados* : *PROPID*  $\rightarrow$  *ESTADOPROPIEDAD*  
*gestores* : *PROPID*  $\rightarrow$  *LEGAJO*  
*nombres* : *LEGAJO*  $\rightarrow$  *STRING*  
*telefonos* : *LEGAJO*  $\rightarrow$  *STRING*  
*emails* : *LEGAJO*  $\rightarrow$  *STRING*  
*nom?* : *STRING*  
*tel?* : *STRING*  
*em?* : *STRING*  
*prod?* : *LEGAJO*  
*propId?* : *LEGAJO*

---

$prod? \notin \text{dom } nombres$   
 $nombres = \{\}$   
 $\{prod? \mapsto nom?\} \neq \{\}$   
 $telefonos \neq \{\}$   
 $\{prod? \mapsto tel?\} \neq \{\}$   
 $\{prod? \mapsto tel?\} \subset telefonos$

---

*InsertarVendedor\_SP\_20*

---

*direcciones : PROPID  $\rightarrow$  STRING*

*titulos : PROPID  $\rightarrow$  STRING*

*precios : PROPID  $\rightarrow$   $\mathbb{N}$*

*estados : PROPID  $\rightarrow$  ESTADOPROPIEDAD*

*gestores : PROPID  $\rightarrow$  LEGAJO*

*nombres : LEGAJO  $\rightarrow$  STRING*

*telefonos : LEGAJO  $\rightarrow$  STRING*

*emails : LEGAJO  $\rightarrow$  STRING*

*nom? : STRING*

*tel? : STRING*

*em? : STRING*

*prod? : LEGAJO*

*propId? : LEGAJO*

---

*prod?  $\notin$  dom nombres*

*nombres =  $\{\}$*

*$\{prod? \mapsto nom?\} \neq \{\}$*

*telefonos  $\neq \{\}$*

*$\{prod? \mapsto tel?\} \neq \{\}$*

*telefonos  $\cap \{prod? \mapsto tel?\} = \{\}$*

---

*InsertarVendedor\_SP\_39*

*direcciones : PROPID  $\rightarrow$  STRING*

*titulos : PROPID  $\rightarrow$  STRING*

*precios : PROPID  $\rightarrow$   $\mathbb{N}$*

*estados : PROPID  $\rightarrow$  ESTADOPROPIEDAD*

*gestores : PROPID  $\rightarrow$  LEGAJO*

*nombres : LEGAJO  $\rightarrow$  STRING*

*telefonos : LEGAJO  $\rightarrow$  STRING*

*emails : LEGAJO  $\rightarrow$  STRING*

*nom? : STRING*

*tel? : STRING*

*em? : STRING*

*prod? : LEGAJO*

*propId? : LEGAJO*

*prod?  $\notin$  dom nombres*

*nombres  $\neq \{\}$*

*$\{prod? \mapsto nom?\} \neq \{\}$*

*$nombres \cap \{prod? \mapsto nom?\} = \{\}$*

*telefonos  $\neq \{\}$*

*$\{prod? \mapsto tel?\} \neq \{\}$*

*$\{prod? \mapsto tel?\} = telefonos$*



*InsertarVendedor\_SP\_38*

*direcciones : PROPID  $\rightarrow$  STRING*

*titulos : PROPID  $\rightarrow$  STRING*

*precios : PROPID  $\rightarrow$   $\mathbb{N}$*

*estados : PROPID  $\rightarrow$  ESTADOPROPIEDAD*

*gestores : PROPID  $\rightarrow$  LEGAJO*

*nombres : LEGAJO  $\rightarrow$  STRING*

*telefonos : LEGAJO  $\rightarrow$  STRING*

*emails : LEGAJO  $\rightarrow$  STRING*

*nom? : STRING*

*tel? : STRING*

*em? : STRING*

*prod? : LEGAJO*

*propId? : LEGAJO*

*prod?  $\notin$  dom nombres*

*nombres  $\neq \{\}$*

*$\{prod? \mapsto nom?\} \neq \{\}$*

*$nombres \cap \{prod? \mapsto nom?\} = \{\}$*

*telefonos  $\neq \{\}$*

*$\{prod? \mapsto tel?\} \neq \{\}$*

*$\{prod? \mapsto tel?\} \subset telefonos$*

*InsertarVendedor\_SP\_36*

*direcciones : PROPID  $\rightarrow$  STRING*

*titulos : PROPID  $\rightarrow$  STRING*

*precios : PROPID  $\rightarrow$   $\mathbb{N}$*

*estados : PROPID  $\rightarrow$  ESTADOPROPIEDAD*

*gestores : PROPID  $\rightarrow$  LEGAJO*

*nombres : LEGAJO  $\rightarrow$  STRING*

*telefonos : LEGAJO  $\rightarrow$  STRING*

*emails : LEGAJO  $\rightarrow$  STRING*

*nom? : STRING*

*tel? : STRING*

*em? : STRING*

*prod? : LEGAJO*

*propId? : LEGAJO*

*prod?  $\notin$  dom nombres*

*nombres  $\neq \{\}$*

*$\{prod? \mapsto nom?\} \neq \{\}$*

*$nombres \cap \{prod? \mapsto nom?\} = \{\}$*

*telefonos  $\neq \{\}$*

*$\{prod? \mapsto tel?\} \neq \{\}$*

*$telefonos \cap \{prod? \mapsto tel?\} = \{\}$*