



# TP de Especificación

## Análisis Habitacional Argentino

8 de Septiembre de 2021

Algoritmos y Estructuras de Datos I

### Grupo 02, comisión 11

Integrante	LU	Correo electrónico
Lakowsky, Manuel	511/21	mlakowsky@gmail.com
Lenardi, Juan Manuel	56/14	juanlenardi@gmail.com
Arienti, Federico	316/21	fa.arianti@gmail.com



**Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**  
Universidad de Buenos Aires

Ciudad Universitaria - (Pabellón I/Planta Baja)

Intendente Güiraldes 2610 - C1428EGA

Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Rep. Argentina

Tel/Fax: (+54 +11) 4576-3300

<http://www.exactas.uba.ar>

# 1. Problemas

## 1.1. proc. esEncuestaValida

### 1.1.1. Especificación:

```
proc esEncuestaValida (in th:  $eph_h$ , in ti:  $eph_i$ , out result: Bool) {  
  Pre {true}  
  Post {result = true  $\leftrightarrow$  sonEncuestasValidas(th, ti)}  
}
```

### 1.1.2. Predicados y funciones auxiliares:

```
pred sonEncuestasValidas (th:  $eph_h$ , ti:  $eph_i$ ) {  
  esTablaDeHogaresValida(th)  $\wedge$  esTablaDeIndividuosValida(ti)  
}
```

```
pred esTablaDeHogaresValida (th:  $eph_h$ ) {  
  esTabla(th, @largoItemHogar)  $\wedge_L$   
  ( $\forall i : \mathbb{Z}$ )( $0 \leq i < |th| \rightarrow_L$  (  
    codigoValido $_h$ (th, ti, i)  $\wedge$  añoYTrimestreCongruente $_h$ (th, th[i])  $\wedge$  attEnRango $_h$ (th[i])  
  ))  
}
```

```
pred esTablaDeIndividuosValida (ti:  $eph_i$ ) {  
  esTabla(ti, @largoItemIndividuo)  $\wedge_L$   
  ( $\forall i : \mathbb{Z}$ )( $0 \leq i < |ti| \rightarrow_L$  (  
    codigoValido $_i$ (th, ti, i)  $\wedge$  añoYTrimestreCongruente $_i$ (th, ti[i])  $\wedge$  attEnRango $_i$ (ti[i])  $\wedge$   
    validarComponente $_i$ (ti, ti[i])  
  ))  
}
```

```
pred codigoValido $_h$  (th:  $eph_h$ , ti:  $eph_i$ , i:  $\mathbb{Z}$ ) {  
  ( $\exists j : individuo$ )( $j \in ti \wedge_L$   
    th[i][@hogcodusu] = j[@indcodusu]  
  )  $\wedge$   
   $\neg(\exists j : \mathbb{Z})(0 \leq j < |th| \wedge i \neq j) \wedge_L$   
    th[i][@hogcodusu] = th[j][@hogcodusu]  
  )  
}
```

```
pred añoYTrimestreCongruente $_h$  (th:  $eph_h$ , h: hogar) {  
  h[@hogaño] = th[0][@hogaño]  $\wedge$  h[@hogtrimestre] = th[0][@hogtrimestre]  
}
```

```
pred attEnRango $_h$  (h: hogar) {  
   $0 \leq h[@hogcodusu] \wedge$   
   $1810 \leq h[@hogaño] \wedge$   
   $1 \leq h[@hogtrimestre] \leq 4 \wedge$   
   $-90 \leq h[@hoglatitud] \leq 90 \wedge$   
   $-180 \leq h[@hoglongitud] \leq 180 \wedge$   
   $1 \leq h[@ii7] \leq 3 \wedge$   
   $1 \leq h[@region] \leq 6 \wedge$   
   $0 \leq h[@mas_500] \leq 1 \wedge$   
   $1 \leq h[@iv1] \leq 5 \wedge$   
   $0 < h[@ii2] \leq h[@iv2] \wedge$   
   $1 \leq h[@ii3] \leq 2$   
}
```

```
pred codigoValido $_i$  (th:  $eph_h$ , ti:  $eph_i$ , i:  $\mathbb{Z}$ ) {  
  ( $\exists h : hogar$ )( $h \in th \wedge_L$   
    ti[i][@indcodusu] = h[@hogcodusu]  
  )  
}
```

```

    ) ∧
    ¬(∃j : ℤ)((0 ≤ j < |th| ∧ i ≠ j) ∧L (
        ti[i][@indcodusu] = ti[j][@indcodusu] ∧ ti[i][@componente] = ti[j][@componente]
    ))
}

pred añoYTrimestreCongruentei (th: ephh, i: individuo) {
    i[@indaño] = th[0][@hogaño] ∧ i[@indtrimestre] = th[0][@hogtrimestre]
}

pred attEnRangoi (i: individuo) {
    0 ≤ i[@indcodusu] ∧
    1 ≤ i[@componente] ≤ 20 ∧
    1810 ≤ i[@indaño] ∧
    1 ≤ i[@indtrimestre] ≤ 4 ∧
    1 ≤ i[@ch4] ≤ 2 ∧
    0 ≤ i[@ch6] ∧
    0 ≤ i[@nivel_ed] ≤ 1 ∧
    -1 ≤ i[@estado] ≤ 1 ∧
    0 ≤ i[@cat_ocup] ≤ 4 ∧
    -1 ≤ i[@p47t] ∧
    1 ≤ i[@ppo4g] ≤ 10
}

pred validarComponentei (ti: ephi, i: individuo) {
    i[@componente] = 1 ∨ (∃i2 : individuo)(i2 ∈ ti ∧L i[@componente] - 1 = i2[@componente])
}

```

### 1.1.3. Observaciones:

- se hace uso de diversos tipos y referencias definidos en 2.3 y 2.4.
- la función auxiliar *esTabla*, definida en 2.1., verifica que *th* y *ti* sean matrices del largo correcto y con al menos una entrada.
- los predicados *codigoValido* verifican, de forma cruzada, que los hogares tengan individuos asociados y viceversa, y que no estén repetidos.
- los predicados *añoYTrimestreCongruente* contrastan con la primer entrada de la tabla de hogares para asegurar la homogeneidad de los registros.
- el predicado *validarComponente<sub>i</sub>* junto a *codigoValido<sub>i</sub>*, y aplicado a todo individuo de la tabla, verifica que los componentes ocurran de forma continua, es decir sin saltos mayores a 1, a partir del primero. En consecuencia, basta con verificar éstos predicados, y que los componentes estén en el rango correcto para asegurar que no haya más de 20 individuos por hogar.
- consideramos que:
  - @hogcodusu y @indcodusu son estrictamente positivos.
  - @componente puede tomar valores entre 1 y 20 inclusive.
  - @hogaño y @indaño no pueden ser anteriores a la revolución de mayo.
  - @hogtrimestre y @indtrimestre toman valores entre 1 y 4 inclusive.
  - @hoglatitud representa la dirección *sur* con números negativos y *norte* con positivos.
  - @hoglongitud representa la dirección *oeste* con números negativos y *este* con positivos.
  - @ch6, al representar la edad, es mayor o igual a 0.
  - @iv2, la cantidad total de ambientes, es estrictamente mayor a 0.

## 1.2. proc. histHabitacional

### 1.2.1. Especificación:

```
proc histHabitacional (in th:  $eph_h$ , in ti:  $eph_i$ , in region:  $dato$ , out res:  $seq\langle\mathbb{Z}\rangle$ ) {  
  Pre { $sonEncuestasValidas(th, ti) \wedge (\exists h : hogar)(casaEnLaRegion(th, h, region))$ }  
  Post {  
     $maximoDeHabitaciones(th, region, res) \wedge$   
     $(\forall i : \mathbb{Z})(0 \leq i < |res| \rightarrow_L$   
       $res[i] = \#casasPorNroDeHabitaciones(th, k, i + 1)$   
    )}  
}
```

### 1.2.2. Predicados y funciones auxiliares:

```
pred casaEnLaRegion (th:  $eph_h$ , h:  $hogar$ , region:  $dato$ ) {  
   $h \in th \wedge_L esHogarValido_{1,2}(h, region)$   
}
```

```
pred esHogarValido1,2 (h:  $hogar$ , region:  $dato$ ) {  
   $h[@region] = region \wedge h[@iv1] = 1$   
}
```

```
pred maximoDeHabitaciones (th:  $eph_h$ , region:  $dato$ , res:  $seq\langle\mathbb{Z}\rangle$ ) {  
   $(\exists h : hogar)(casaEnLaRegion(th, h, region) \wedge_L$   
     $h[@iv2] = |res| \wedge (\forall h_2 : hogar)(casaEnLaRegion(th, h_2, region) \rightarrow_L$   
       $h[@iv2] \geq h_2[@iv2])$   
  )  
}
```

```
aux #casasPorNroDeHabitaciones (th:  $eph_h$ , region:  $dato$ , habitaciones:  $\mathbb{Z}$ ) :  $\mathbb{Z} =$ 
```

$$\sum_{h \in th} (\text{if } esHogarValido_{1,2}(h, region) \wedge h[@iv2] = habitaciones \text{ then } 1 \text{ else } 0 \text{ fi});$$

### 1.2.3. Observaciones:

- se hace uso del predicado *sonEncuestasValidas* definido en 1.1.2.
- consideramos, mediante el predicado *casaEnLaRegion* en la precondition, que no tiene sentido preguntarse sobre el histograma habitacional de una región si ésta no tiene hogares.
- el predicado *maximoDeHabitaciones* verifica que el largo de la resolución corresponda con la cantidad máxima de habitaciones en la tabla de hogares.

### 1.3. proc. laCasaEstaQuedandoChica

#### 1.3.1. Especificación:

```
proc laCasaEstaQuedandoChica (in th:  $eph_h$ , in ti:  $eph_i$ , out res:  $seq(\mathbb{R})$ ) {  
  Pre { $sonEncuestasValidas(th, ti) \wedge 1 \leq region \leq 6$ }  
  Post { $|res| = 6 \wedge_L (\forall region : dato)(1 \leq region \leq 6 \rightarrow_L res[region - 1] = \%hacinado(th, ti, region))$ }  
}
```

#### 1.3.2. Predicados y funciones auxiliares:

```
pred  $\Omega NoVacio_{1.3}$  (th:  $eph_h$ , region:  $dato$ ) {  
   $(\exists h : hogar)(h \in th \wedge_L esHogarValido_{1.3}(h, region))$   
}
```

```
pred  $esHogarValido_{1.3}$  (h:  $hogar$ , region:  $dato$ ) {  
   $h[@region] = region \wedge h[@mas\_500] = 0 \wedge h[@iv1] = 1$   
}
```

```
pred  $casaHacinada$  (ti:  $eph_i$ , h:  $hogar$ , region:  $dato$ ) {  
   $esHogarValido_{1.3}(h, region) \wedge \#individuosEnHogar(ti, h[@hogcodusu]) > 3 * h[@iv2]$   
}
```

```
aux  $\%hacinado$  (th:  $eph_h$ , ti:  $eph_i$ , region:  $dato$ ) :  $\mathbb{R} =$ 
```

$$\text{if } \Omega NoVacio_{1.3}(th, region) \text{ then } \frac{\sum_{h \in th} (\text{if } casaHacinada(ti, h, region) \text{ then } 1 \text{ else } 0 \text{ fi})}{\sum_{h \in th} (\text{if } esHogarValido_{1.3}(h, region) \text{ then } 1 \text{ else } 0 \text{ fi})} \text{ else } 0 \text{ fi ;}$$

#### 1.3.3. Observaciones:

- se hace uso de la función auxiliar  $\#individuosEnHogar$  definida en 2.2.
- la función auxiliar  $\%hacinado$  considera como espacio de probabilidad ( $\Omega$ ) a todos los hogares que cumplan con el predicado  $esHogarValido_{1.3}$ .
- en el predicado  $\%hacinado$  consideramos que si no hay hogares válidos en una región, entonces la proporción de hogares hacinados respecto a esa región es 0.

## 1.4. proc. creceElTeleworkingEnCiudadesGrandes

### 1.4.1. Especificación:

```
proc creceElTeleworkingEnCiudadesGrandes (in t1h:  $eph_h$ , in t1i:  $eph_i$ , in t2h:  $eph_h$ , in t2i:  $eph_i$ , out res: Bool) {  
  Pre {(sonEncuestasValidas(t1h, t1i)  $\wedge$  sonEncuestasValidas(t2h, t2i))  $\wedge_L$  comparacionValida(t1h, t1i, t2h, t2i)}  
  Post {res = true  $\iff$  %teleworking(t1h, t1i) < %teleworking(t2h, t2i)}  
}
```

### 1.4.2. Predicados y funciones auxiliares:

```
pred comparacionValida (t1h:  $eph_h$ , t1i:  $eph_i$ , t2h:  $eph_h$ , t2i:  $eph_i$ ) {  
  t1h[0][@hogtrimestre] = t2h[0][@hogtrimestre]  $\wedge$  t1h[0][@hogañño] < t2h[0][@hogañño]  
}
```

```
pred  $\Omega$ NoVacio1.4 (th:  $eph_h$ ) {  
  ( $\exists h$  : hogar)( $h \in th \wedge_L esHogarValido_{1.4}(h)$ )  
}
```

```
pred esHogarValido1.4 (h: hogar) {  
  h[@mas_500] = 1  $\wedge$  (h[@iv1] = 1  $\vee$  h[@iv1] = 2)  
}
```

```
pred haceTeleworking (th:  $eph_h$ , i: individuo) {  
  viveEnHogarValido(th, i)  $\wedge$  i[@ii3] = 1  $\wedge$  i[@ppo4g] = 6  
}
```

```
pred viveEnHogarValido (th:  $eph_h$ , i: individuo) {  
  esHogarValido1.4(th[indiceHogarPorCodusu(th, i[@indcodusu])])  
}
```

```
aux %teleworking (th:  $eph_h$ , ti:  $eph_i$ ) :  $\mathbb{R}$  =
```

$$\text{if } \Omega\text{NoVacio}_{1.4}(th) \text{ then } \frac{\sum_{i \in ti} (\text{if } \text{haceTeleworking}(th, i) \text{ then } 1 \text{ else } 0 \text{ fi})}{\sum_{i \in ti} (\text{if } \text{viveEnHogarValido}(th, i) \text{ then } 1 \text{ else } 0 \text{ fi})} \text{ else } 0 \text{ fi ;}$$

### 1.4.3. Observaciones:

- se hace uso del predicado *indiceHogarPorCodusu* definido en 2.2. bajo la presunción de una encuesta válida.
- la función auxiliar *%teleworking* considera como espacio de probabilidad ( $\Omega$ ) a todos los individuos que cumplan con el predicado *viveEnHogarValido*.
- en el predicado *%teleworking* consideramos que si no hay hogares válidos para considerar, entonces la proporción de hogares respecto al total es 0.

## 1.5. proc. costoSubsidioMejora

### 1.5.1. Especificación:

```
proc costoSubsidioMejora (in th:  $eph_h$ , in ti:  $eph_i$ , in monto:  $\mathbb{Z}$ , out res:  $\mathbb{Z}$ ) {  
  Pre { $sonEncuestasValidas(th, ti) \wedge monto > 0$ }  
  Post { $res = monto * \sum_{h \in th} (if esHogarValido_{1.5}(ti, h) then 1 else 0 fi)$ }  
}
```

### 1.5.2. Predicados y funciones auxiliares:

```
pred esHogarValido1.5 (ti:  $eph_i$ , h: hogar) {  
   $h[@ii7] = 1 \wedge h[@iv1] = 1 \wedge \#individuosEnHogar(ti, h[@hogcodusu]) - 2 > h[@ii2]$   
}
```

### 1.5.3. Observaciones:

- consideramos que un subsidio es necesariamente un monto positivo y que, dado el objetivo final de la especificación debe ser mayor a 0.

## 1.6. proc. generarJoin

### 1.6.1. Especificación:

### 1.6.2. Predicados y funciones auxiliares:

### 1.6.3. Observaciones:

■



## 1.7. proc. ordenarRegionYTipo

### 1.7.1. Especificación:

### 1.7.2. Predicados y funciones auxiliares:

### 1.7.3. Observaciones:

■

## 1.8. proc. muestraHomogenea

### 1.8.1. Especificación:

### 1.8.2. Predicados y funciones auxiliares:

### 1.8.3. Observaciones:

■

## 1.9. proc. corregirRegion

### 1.9.1. Especificación:

### 1.9.2. Predicados y funciones auxiliares:

### 1.9.3. Observaciones:

■

## 1.10. proc. histogramaDeAnillosConcentricos

### 1.10.1. Especificación:

```

proc histogramaDeAnillosConcentricos (in th:  $eph_h$ , in centro:  $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$ , in distancias:  $seq(\mathbb{Z})$ , out res:  $seq(\mathbb{Z})$ ) {
  Pre { $esTablaDeHogaresValida(th) \wedge esCentroValido(centro) \wedge sonDistanciasValidas(distancias)$ }
  Post {
     $|result| = |distancias| \wedge_L ($ 
     $result[0] = \#HogaresEnAnillo(th, centro, 0, distancias[0]) \wedge$ 
     $(\forall i : \mathbb{Z})(0 < i < |result| \rightarrow_L$ 
     $result[i] = \#HogaresEnAnillo(th, centro, distancias[i - 1], distancias[i])$ 
     $)))$ 
  }
}

```

### 1.10.2. Predicados y funciones auxiliares:

```

pred esCentroValido (centro  $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$ ) {
   $-90 \leq centro_0 \leq 90 \wedge -180 \leq centro_1 \leq 180$ 
}

pred sonDistanciasValidas (distancias:  $seq(\mathbb{Z})$ ) {
   $|distancias| > 0 \wedge_L (distancias[0] > 0 \wedge (\forall i : \mathbb{Z})(0 \leq i < |distancias| - 1 \rightarrow_L distancias[i] < distancias[i + 1]))$ 
}

aux #HogaresEnAnillo (th :  $eph_h$ , centro:  $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$ , desde:  $\mathbb{Z}$ , hasta:  $\mathbb{Z}$ ) :  $\mathbb{Z} =$ 
   $\sum_{h \in th} \text{if } cuadrado(desde) \leq distancia(h, centro) < cuadrado(hasta) \text{ then } 1 \text{ else } 0 \text{ fi};$ 

aux distancia (h: hogar, centro:  $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$ ) :  $\mathbb{R} = cuadrado(h[@hoglatitud] - centro_0) + cuadrado(h[@hoglongitud] - centro_1);$ 

aux cuadrado (n :  $\mathbb{Z}$ ) :  $\mathbb{Z} = n * n;$ 

```

### 1.10.3. Observaciones:

- se hace uso del predicado *esTablaDeHogaresValida* definido en 1.1.2.
- Dado que la pertenencia de una distancia  $P = (x, y)$  a un anillo concéntrico definido en el intervalo (positivo) de radios  $[A, B]$  respecto al centro  $C = (x_0, y_0)$  se define como:

$$A \leq \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2} < B \quad (1)$$

Por simple manipulación algebraica (elevando al cuadrado), la misma relación se mantiene para:

$$A^2 \leq (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 < B^2 \quad (2)$$

el predicado *#HogaresEnAnillo* hace uso de esta observación.

## 1.11. proc. quitarIndividuos

### 1.11.1. Especificación:

```

proc quitarIndividuos (inout th :  $eph_h$ , inout ti :  $eph_i$ , in busqueda :  $seq\langle (ItemIndividuo, dato) \rangle$ , out result :  $(eph_h, eph_i)$ )
{
  Pre {  $sonEncuestasValidas(th, ti) \wedge esBusquedaValida(busqueda) \wedge th = th_0 \wedge ti = ti_0$  }
  Post {
    ( $sonParticion(th_0, th, result_0) \wedge sonParticion(ti_0, ti, result_1)$ )  $\wedge_L$ 
    ( $losIndividuosEstanFiltrados(ti_0, ti, result_1, busqueda) \wedge$ 
     $losHogaresEstanFiltrados(th_0, th, result_0, ti_0, busqueda)$ )
  }
}

```

### 1.11.2. Predicados y funciones auxiliares:

```

pred esBusquedaValida (busqueda :  $seq\langle (ItemIndividuo, dato) \rangle$ ) {
  ( $\forall i : \mathbb{Z})(0 \leq i < |busqueda| \rightarrow_L ($ 
     $pideUnDatoValido(busqueda[i]) \wedge$ 
     $\neg(\exists j : \mathbb{Z})(0 \leq i < |busqueda| \wedge i \neq j) \wedge_L (busqueda[i])_0 = (busqueda[j])_0)$ 
  ))
}

```

```

pred pideUnDatoValido (condicion : (ItemIndividuo, dato)) {
  ( $condicion_0 = indcodusu \wedge 0 \leq condicion_1$ )  $\vee$ 
  ( $condicion_0 = componente \wedge 1 \leq condicion_1 \leq 20$ )  $\vee$ 
  ( $condicion_0 = indaño \wedge 1810 \leq condicion_1$ )  $\vee$ 
  ( $condicion_0 = indtrimestre \wedge 1 \leq condicion_1 \leq 4$ )  $\vee$ 
  ( $condicion_0 = ch4 \wedge 1 \leq condicion_1 \leq 2$ )  $\vee$ 
  ( $condicion_0 = ch6 \wedge 0 \leq condicion_1$ )  $\vee$ 
  ( $condicion_0 = nive_ed \wedge 0 \leq condicion_1 \leq 1$ )  $\vee$ 
  ( $condicion_0 = estado \wedge -1 \leq condicion_1 \leq 1$ )  $\vee$ 
  ( $condicion_0 = cat_ocup \wedge 0 \leq condicion_1 \leq 4$ )  $\vee$ 
  ( $condicion_0 = p47t \wedge -1 \leq condicion_1$ )  $\vee$ 
  ( $condicion_0 = ppo4g \wedge 1 \leq condicion_1 \leq 10$ )
}

```

```

pred sonParticion (original, sub1, sub2 :  $seq\langle T \rangle$ ) {
  ( $\forall i : T)(i \in sub_1 ++ sub_2 \iff i \in original)$ 
}

```

```

pred losIndividuosEstanFiltrados (ti0, ti, result1, :  $eph_i$ , busqueda :  $seq\langle (ItemIndividuo, dato) \rangle$ ) {
  ( $\forall i : individuo)(i \in ti_0 \rightarrow_L ($ 
     $(i \in result_1 \wedge i \notin ti) \iff esBusquedaExitosa(i, busqueda)$ 
  ))
}

```

```

pred losHogaresEstanFiltrados (th0, th, result0, :  $eph_h$ , ti0 :  $eph_i$ , busqueda :  $seq\langle (ItemIndividuo, dato) \rangle$ ) {
  ( $\forall h : hogar)(h \in th_0 \rightarrow_L ($ 
     $(h \in result_0 \wedge h \notin th) \iff$ 
     $(\forall i : individuo)((i \in ti_0 \wedge i[@indcodusu] = h[@hogcodusu]) \rightarrow_L ($ 
     $esBusquedaExitosa(i, busqueda)$ 
     $))$ 
  ))
}

```

```

pred esBusquedaExitosa (i : individuo, busqueda :  $seq\langle (ItemIndividuo, dato) \rangle$ ) {
  ( $\forall condicion : (ItemIndividuo, dato)(condicion \in busqueda \rightarrow_L ($ 
     $i[itemIndividuo.ord(condicion_0)] = condicion_1$ 
  ))
}

```

**1.11.3. Observaciones:**

-

## 2. Predicados y Auxiliares generales

### 2.1. Predicados Generales

```
pred esMatriz (s: seq⟨seq⟨T⟩⟩) {  
  (∀fila : seq⟨T⟩)(fila ∈ s →L |fila| = |s[0]|)  
}
```

```
pred esTabla (m: seq⟨seq⟨T⟩⟩, columnas: ℤ) {  
  |m| > 0 ∧L (|m[0]| = columnas ∧ esMatriz(m))  
}
```

### 2.2. Auxiliares Generales

```
aux #individuosEnHogar (ti: ephi, codusuh: dato) : ℤ = ∑i∈ti (if i[@indcodusu] = codusuh then 1 else 0 fi) ;
```

/ \* indiceHogarPorCodusu asume codusu<sub>h</sub> existe en la tabla y es único \* /

```
aux indiceHogarPorCodusu (th: ephh, codusuh: dato) : ℤ = ∑i=0|th|-1 if th[i][@hogcodusu] = codusuh then i else 0 fi ;
```

### 2.3. Tipos y Enumerados

```
type dato = ℤ  
type individuo = seq⟨dato⟩  
type hogar = seq⟨dato⟩  
type ephi = seq⟨individuo⟩  
type ephh = seq⟨hogar⟩  
type joinHI = seq⟨hogar × individuo⟩
```

```
enum ItemHogar {hogcodusu, hogaño, hogtrimestre, hoglatitud, hoglongitud, ii7, region, mas_500, iv1, iv2, ii2, ii3}  
enum ItemIndividuo {indcodusu, componente, indaño, indtrimestre, ch4, ch6, nivel_ed, cat_ocup, p47t, ppo4g}
```

### 2.4. Referencias

```
aux @hogcodusu : ℤ = itemHogar.ord(hogcodusu) ;  
aux @hogaño : ℤ = itemHogar.ord(hogaño) ;  
aux @hogtrimestre : ℤ = itemHogar.ord(hogtrimestre) ;  
aux @hoglatitud : ℤ = itemHogar.ord(hoglatitud) ;  
aux @hoglongitud : ℤ = itemHogar.ord(hoglongitud) ;  
aux @ii7 : ℤ = itemHogar.ord(ii7) ;  
aux @region : ℤ = itemHogar.ord(region) ;  
aux @mas_500 : ℤ = itemHogar.ord(mas_500) ;  
aux @iv1 : ℤ = itemHogar.ord(iv1) ;  
aux @iv2 : ℤ = itemHogar.ord(iv2) ;  
aux @ii2 : ℤ = itemHogar.ord(ii2) ;  
aux @ii3 : ℤ = itemHogar.ord(ii3) ;  
  
aux @indcodusu : ℤ = itemIndividuo.ord(indcodusu) ;  
aux @componente : ℤ = itemIndividuo.ord(componente) ;  
aux @indaño : ℤ = itemIndividuo.ord(indaño) ;  
aux @indtrimestre : ℤ = itemIndividuo.ord(indtrimestre) ;  
aux @ch4 : ℤ = itemIndividuo.ord(ch4) ;  
aux @ch6 : ℤ = itemIndividuo.ord(ch6) ;  
aux @nivel_ed : ℤ = itemIndividuo.ord(nivel_ed) ;  
aux @cat_ocup : ℤ = itemIndividuo.ord(cat_ocup) ;  
aux @p47t : ℤ = itemIndividuo.ord(p47t) ;  
aux @ppo4g : ℤ = itemIndividuo.ord(ppo4g) ;  
  
aux @largoItemHogar : ℤ = 12 ;  
aux @largoitemIndividuo : ℤ = 10 ;
```