

# Algoritmos y Estructuras de Datos II

## Trabajo Práctico 1

Departamento de Computación  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Universidad de Buenos Aires

### Pacalgo2

Los inertes

Integrante	LU	Correo electrónico
Bruno Robbio	480/09	brobbio@hotmail.com
Nicolas Andres Kinaschuk	248/15	nicolaskinaschuk@gmail.com
Pedro Joel Burgos	804/18	facultadburgospedrojoel@hotmail.com
Valentina Madelaine Saravia Ruiz	257/18	valentina.saraviaruiz@gmail.com

Reservado para la cátedra

Instancia	Docente	Nota
Primera entrega		
Segunda entrega		

## 1. Introducción

### 1.1. Consideraciones

- No se puede arrancar el mapa ganando o perdiendo
- El mapa puede no tener un camino ganador o perdedor
- El vértice del mapa es la esquina inferior izquierda

## 2. Desarrollo

### 2.1. Parte 1

**TAD CASILLERO**<sup>1</sup>

**extiende**    Tupla(int, int)

**usa**        Int

**géneros**    casillero

**exporta**    casillero, +, -, aDistanciaMenosDeN

**otras operaciones**

• + • : casillero  $\times$  casillero  $\longrightarrow$  casillero

• - • : casillero  $\times$  casillero  $\longrightarrow$  casillero

aDistanciaMenosDeN : casillero  $\times$  nat  $\longrightarrow$  conj(casillero)

**axiomas**

$\pi_1(c1 + c2) \equiv \pi_1(c1) + \pi_1(c2)$

$\pi_2(c1 + c2) \equiv \pi_2(c1) + \pi_2(c2)$

$\pi_1(c1 - c2) \equiv \pi_1(c1) - \pi_1(c2)$

$\pi_2(c1 - c2) \equiv \pi_2(c1) - \pi_2(c2)$

$\text{aDistanciaMenosDeN}^2(c, n) \equiv \text{if } n=0? \text{ then } \{c\}$

**else**

$(\text{aDistanciaMenosDeN}(c + \langle 1,0 \rangle, n - 1) \cup$

$\text{aDistanciaMenosDeN}(c - \langle 1,0 \rangle, n - 1) \cup$

$\text{aDistanciaMenosDeN}(c + \langle 0,1 \rangle, n - 1) \cup$

$\text{aDistanciaMenosDeN}(c - \langle 0,1 \rangle, n - 1) \cup$

$\text{aDistanciaMenosDeN}(c, n - 1))$

**fi**

**Fin TAD**

<sup>1</sup> Creamos este TAD para simplificar las operaciones entre casilleros

<sup>2</sup> Devuelve los casilleros a distancia n Manhattan

**TAD MAPA****usa** Casillero, Conjunto, Bool**géneros** mapa**exporta** mapa, observadores, generadores, casillerosLibres**igualdad observacional**

$$(\forall m_1, m_2 : \text{mapa}) \left( m_1 =_{\text{obs}} m_2 \iff \begin{pmatrix} \text{conjFantasmas}(m_1) =_{\text{obs}} \text{conjFantasmas}(m_2) \wedge \\ \text{conjParedes}(m_1) =_{\text{obs}} \text{conjParedes}(m_2) \wedge \\ \text{dimensiones}(m_1) =_{\text{obs}} \text{dimensiones}(m_2) \wedge \\ \text{casilleroInicial}(m_1) =_{\text{obs}} \text{casilleroInicial}(m_2) \wedge \\ \text{vértice}(m_1) =_{\text{obs}} \text{vértice}(m_2) \wedge \\ \text{casilleroDeLlegada}(m_1) =_{\text{obs}} \text{casilleroDeLlegada}(m_2) \end{pmatrix} \right)$$

**observadores básicos**conjFantasmas : mapa  $\rightarrow$  conj(casillero)conjParedes : mapa  $\rightarrow$  conj(casillero)dimensiones<sup>3</sup> : mapa  $\rightarrow$  tupla(nat,nat)vértice<sup>3</sup> : mapa  $\rightarrow$  casillerocasilleroInicial : mapa  $\rightarrow$  casillerocasilleroDeLlegada : mapa  $\rightarrow$  casillero**generadores**nuevoMapa : tupla(nat, nat) *dimensión*  $\times$  casillero *vértice*  $\times$  casillero *inicio*  $\times$  casillero *fin*  $\times$ conj(casillero) *fantasmas*  $\times$  conj(casillero) *paredes*  $\rightarrow$  mapa

$$\left\{ \begin{array}{l} \emptyset? (fantasmas \cap paredes) \wedge (inicio \neq fin) \wedge \\ dentroDeLasDimensiones(dimensión, vértice, inicio) \wedge \\ dentroDeLasDimensiones(dimensión, vértice, fin) \wedge \\ (\forall f \in fantasmas) (dentroDeLasDimensiones(dimensión, vértice, f) \wedge \\ f \notin aDistanciaMenosDeN(inicio, f, 3)) \wedge \\ (\forall p \in paredes) (dentroDeLasDimensiones(dimensión, vértice, p)) \end{array} \right\}$$

**otras operaciones**casillerosLibres : mapa  $\rightarrow$  conj(casillero)dentroDeLasDimensiones : tupla(int  $\times$  int)  $\times$  casillero  $\times$  casillero  $\rightarrow$  boolcasillerosADerecha : casillero *c*  $\times$  mapa *m*  $\rightarrow$  conj(casillero)  
 $\{ dentroDeLasDimensiones(dimensión(m), vértice(m), c) \}$ casillerosIzquierda : casillero *c*  $\times$  mapa *m*  $\rightarrow$  conj(casillero)  
 $\{ dentroDeLasDimensiones(dimensión(m), vértice(m), c) \}$ casillerosHorizontales : casillero *c*  $\times$  mapa *m*  $\rightarrow$  conj(casillero)  
 $\{ dentroDeLasDimensiones(dimensión(m), vértice(m), c) \}$ casillerosArriba : casillero *c*  $\times$  mapa *m*  $\rightarrow$  conj(casillero)  
 $\{ dentroDeLasDimensiones(dimensión(m), vértice(m), c) \}$ casillerosAbajo : casillero *c*  $\times$  mapa *m*  $\rightarrow$  conj(casillero)  
 $\{ dentroDeLasDimensiones(dimensión(m), vértice(m), c) \}$ <sup>3</sup>El vértice junto a la dimensión son para delimitar el mapa

casillerosVerticales : casillero  $c \times$  mapa  $m \longrightarrow \text{conj}(\text{casillero})$   
 $\{\text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c)\}$   
 generarCasillerosHorizontales : mapa  $m \times \text{conj}(\text{casillero}) \ C \longrightarrow \text{conj}(\text{casillero})$   
 $\{(\forall c \in C)(\text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c))\}$

**axiomas**

$\text{conjFantasmas}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes})) \equiv \text{fantasmas}$   
 $\text{conjParedes}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes})) \equiv \text{paredes}$   
 $\text{dimensiones}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes})) \equiv \text{dimensión}$   
 $\text{casilleroInicial}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes})) \equiv \text{inicio}$   
 $\text{casilleroDeLlegada}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes})) \equiv \text{fin}$   
 $\text{vértice}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes})) \equiv \text{vértice}$   
 $\text{dentroDeLasDimensiones}^4(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{casilla}) \equiv (0 \leq \pi_1(\text{casilla}) - \pi_1(\text{vértice}) < \pi_1(\text{dimensión})) \wedge$   
 $(0 \leq \pi_2(\text{casilla}) - \pi_2(\text{vértice}) < \pi_2(\text{dimensión}))$   
 $\text{casillerosLibres}^5(m) \equiv \text{generarCasillerosHorizontales}(m, \text{casillerosVerticales}(\text{vértice}(m), m)) - (\text{conjFantasmas}(m)$   
 $\cup \text{conjParedes}(m))$   
 $\text{generarCasillerosHorizontales}^6(m, \text{casilleros}) \equiv \text{if } \text{casilleros} = \emptyset \text{ then}$   
 $\emptyset$   
 $\text{else}$   
 $\text{casillerosHorizontales}(\text{dameUno}(\text{casilleros}, m)) \cup$   
 $\text{generarCasillerosHorizontales}(m, \text{sinUno}(\text{casilleros}))$   
 $\text{fi}$   
 $\text{casillerosHorizontales}^7(c, m) \equiv \text{casillerosADerecha}(c, m) \cup \text{casillerosAIzquierda}(c, m)$   
 $\text{casillerosADerecha}(c, m) \equiv (\text{if } \text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c + \langle 1, 0 \rangle) \text{ then}$   
 $\text{casillerosADerecha}(c + \langle 1, 0 \rangle, m)$   
 $\text{else}$   
 $\emptyset$   
 $\text{fi}) \cup \{c\}$   
 $\text{casillerosAIzquierda}(c, m) \equiv (\text{if } \text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c - \langle 1, 0 \rangle) \text{ then}$   
 $\text{casillerosAIzquierda}(c - \langle 1, 0 \rangle, m)$   
 $\text{else}$   
 $\emptyset$   
 $\text{fi}) \cup \{c\}$   
 $\text{casillerosVerticales}^8(c, m) \equiv \text{casillerosArriba}(c, m) \cup \text{casillerosAbajo}(c, m)$   
 $\text{casillerosArriba}(c, m) \equiv (\text{if } \text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c + \langle 0, 1 \rangle) \text{ then}$   
 $\text{casillerosArriba}(c + \langle 0, 1 \rangle, m)$   
 $\text{else}$   
 $\emptyset$   
 $\text{fi}) \cup \{c\}$   
 $\text{casillerosAbajo}(c, m) \equiv (\text{if } \text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c - \langle 0, 1 \rangle) \text{ then}$   
 $\text{casillerosAbajo}(c - \langle 0, 1 \rangle, m)$   
 $\text{else}$   
 $\emptyset$   
 $\text{fi}) \cup \{c\}$

**Fin TAD**

<sup>4</sup>Validamos que los casilleros esten en las dimensiones del mapa

<sup>5</sup>Devuelve los casilleros no ocupados por fantasmas o paredes

<sup>6</sup>Dado un conjunto de casilleros aplica la función casillerosHorizontales a cada elemento del conjunto

<sup>7</sup>Devuelve la fila de  $c$

<sup>8</sup>Devuelve la columna de  $c$

**TAD PACALGO2****usa** Mapa**géneros** pacalgo2**exporta** pacalgo2, observadores, generadores**igualdad observacional**

$$(\forall p_1, p_2 : \text{pacalgo2}) \left( p_1 =_{\text{obs}} p_2 \iff \left( \text{verMapa}(p_1) =_{\text{obs}} \text{verMapa}(p_2) \wedge \text{trayectoria}(p_1) =_{\text{obs}} \text{trayectoria}(p_2) \right) \right)$$

**observadores básicos**verMapa : pacalgo2  $\longrightarrow$  mapatrayectoria<sup>9</sup> : pacalgo2  $\longrightarrow$  sec(casillero)**generadores**inicializarJuego : mapa  $\longrightarrow$  pacalgo2
 arriba : pacalgo2  $p \longrightarrow$  pacalgo2  
 $\{(posiciónActual(p) + \langle 0, 1 \rangle) \in \text{direccionesPosibles}(p) \wedge \neg \text{ganó?}(p) \wedge \neg \text{perdió?}(p)\}$ 

 abajo : pacalgo2  $p \longrightarrow$  pacalgo2  
 $\{(posiciónActual(p) - \langle 0, 1 \rangle) \in \text{direccionesPosibles}(p) \wedge \neg \text{ganó?}(p) \wedge \neg \text{perdió?}(p)\}$ 

 derecha : pacalgo2  $p \longrightarrow$  pacalgo2  
 $\{(posiciónActual(p) + \langle 1, 0 \rangle) \in \text{direccionesPosibles}(p) \wedge \neg \text{ganó?}(p) \wedge \neg \text{perdió?}(p)\}$ 

 izquierda : pacalgo2  $p \longrightarrow$  pacalgo2  
 $\{(posiciónActual(p) - \langle 1, 0 \rangle) \in \text{direccionesPosibles}(p) \wedge \neg \text{ganó?}(p) \wedge \neg \text{perdió?}(p)\}$ 
**otras operaciones**direccionesPosibles : pacalgo2  $\longrightarrow$  conj(casillero)perdió? : pacalgo2  $\longrightarrow$  boolganó? : pacalgo2  $\longrightarrow$  boolposiciónActual : pacalgo2  $\longrightarrow$  casillero**axiomas**verMapa(inicializarJuego( $m$ ))  $\equiv m$ verMapa(arriba( $p$ ))  $\equiv$  verMapa( $p$ )verMapa(abajo( $p$ ))  $\equiv$  verMapa( $p$ )verMapa(izquierda( $p$ ))  $\equiv$  verMapa( $p$ )verMapa(derecha( $p$ ))  $\equiv$  verMapa( $p$ )trayectoria(inicializarJuego  $m$ )  $\equiv$  casilleroInicial( $m$ )  $\bullet \langle \rangle$ trayectoria(arriba( $p$ ))  $\equiv$  (posiciónActual( $p$ ) +  $\langle 0, 1 \rangle$ )  $\bullet$  trayectoria( $p$ )trayectoria(abajo( $p$ ))  $\equiv$  (posiciónActual( $p$ ) -  $\langle 0, 1 \rangle$ )  $\bullet$  trayectoria( $p$ )trayectoria(izquierda( $p$ ))  $\equiv$  (posiciónActual( $p$ ) -  $\langle 1, 0 \rangle$ )  $\bullet$  trayectoria( $p$ )trayectoria(derecha( $p$ ))  $\equiv$  (posiciónActual( $p$ ) +  $\langle 1, 0 \rangle$ )  $\bullet$  trayectoria( $p$ )perdió?( $p$ )  $\equiv \emptyset?(\text{conjFantasmas}(\text{verMapa}(p)) \cap \text{aDistanciaMenosDeN}(\text{posiciónActual}(p), 3))$ ganó?( $p$ )  $\equiv$  posiciónActual( $p$ ) = casilleroDeLlegada(verMapa( $p$ ))<sup>9</sup>Seguimiento de casilleros del jugador

$\text{posiciónActual}(p) \equiv \text{prim}(\text{trayectoria}(p))$   
 $\text{direccionesPosibles}^{10}(p) \equiv \text{aDistanciaMenosDeN}(\text{posiciónActual}(p), 1) \cap \text{casillerosLibres}(\text{verMapa}(p))$   
-  $\text{posiciónActual}(p)$

**Fin TAD**

---

<sup>10</sup>Devuelve los casilleros a distancia 1 del mapa sin fantasmas ni paredes

## 2.2. Parte 2

### TAD CASILLERO

**extiende**    Tupla(int, int)

**usa**            Int

**géneros**        casillero

**exporta**        casillero, +, -, aDistanciaMenosDeN

#### otras operaciones

• + • : casillero  $\times$  casillero  $\longrightarrow$  casillero

• - • : casillero  $\times$  casillero  $\longrightarrow$  casillero

aDistanciaMenosDeN : casillero  $\times$  nat  $\longrightarrow$  conj(casillero)

#### axiomas

$\pi_1(c1 + c2) \equiv \pi_1(c1) + \pi_1(c2)$

$\pi_2(c1 + c2) \equiv \pi_2(c1) + \pi_2(c2)$

$\pi_1(c1 - c2) \equiv \pi_1(c1) - \pi_1(c2)$

$\pi_2(c1 - c2) \equiv \pi_2(c1) - \pi_2(c2)$

$aDistanciaMenosDeN(c, n) \equiv$  **if**  $n=0?$  **then**  
                                           {c}  
                                           **else**  
                                           ( $aDistanciaMenosDeN(c + \langle 1,0 \rangle, n - 1) \cup$   
                                            $aDistanciaMenosDeN(c - \langle 1,0 \rangle, n - 1) \cup$   
                                            $aDistanciaMenosDeN(c + \langle 0,1 \rangle, n - 1) \cup$   
                                            $aDistanciaMenosDeN(c - \langle 0,1 \rangle, n - 1) \cup$   
                                            $aDistanciaMenosDeN(c, n - 1)$ )  
                                           **fi**

**Fin TAD**

**TAD MAPA**

**usa** Casillero, Conjunto, Bool  
**géneros** mapa  
**exporta** mapa, observadores, generadores, casillerosLibres

**igualdad observacional**

$$(\forall m_1, m_2 : \text{mapa}) \left( m_1 =_{\text{obs}} m_2 \iff \left( \begin{array}{l} \text{conjFantasmas}(m_1) =_{\text{obs}} \text{conjFantasmas}(m_2) \wedge \\ \text{conjParedes}(m_1) =_{\text{obs}} \text{conjParedes}(m_2) \wedge \\ \text{conjChocolates}(m_1) =_{\text{obs}} \text{conjChocolates}(m_2) \wedge \\ \text{dimensiones}(m_1) =_{\text{obs}} \text{dimensiones}(m_2) \wedge \\ \text{casilleroInicial}(m_1) =_{\text{obs}} \text{casilleroInicial}(m_2) \wedge \\ \text{vértice}(m_1) =_{\text{obs}} \text{vértice}(m_2) \wedge \\ \text{casilleroDeLlegada}(m_1) =_{\text{obs}} \text{casilleroDeLlegada}(m_2) \end{array} \right) \right)$$

**observadores básicos**

$\text{conjFantasmas} : \text{mapa} \rightarrow \text{conj}(\text{casillero})$   
 $\text{conjParedes} : \text{mapa} \rightarrow \text{conj}(\text{casillero})$   
 $\text{conjChocolates} : \text{mapa} \rightarrow \text{conj}(\text{casillero})$   
 $\text{dimensiones} : \text{mapa} \rightarrow \text{tupla}(\text{nat}, \text{nat})$   
 $\text{vértice} : \text{mapa} \rightarrow \text{casillero}$   
 $\text{casilleroInicial} : \text{mapa} \rightarrow \text{casillero}$   
 $\text{casilleroDeLlegada} : \text{mapa} \rightarrow \text{casillero}$

**generadores**

$\text{nuevoMapa} : \text{tupla}(\text{nat}, \text{nat}) \text{ dimensión} \times \text{casillero} \text{ vértice} \times \text{casillero} \text{ inicio} \times \text{casillero} \text{ fin} \times$   
 $\text{conj}(\text{casillero}) \text{ fantasmas} \times \text{conj}(\text{casillero}) \text{ paredes} \times \text{conj}(\text{casillero}) \text{ chocolates} \rightarrow \text{mapa}$

$$\left\{ \begin{array}{l} \emptyset? (fantasmas \cap paredes) \wedge (\text{inicio} \neq \text{fin}) \wedge \\ \text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}) \wedge \\ \text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{fin}) \wedge \\ (\forall f \in \text{fantasmas}) (\text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}, \text{vértice}, f) \wedge \\ (f \notin \text{aDistanciaMenosDeN}(\text{inicio}, f, 3) \vee (\text{inicio} \in \text{chocolates}))) \wedge \\ (\forall c \in \text{chocolates}) (\text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}, \text{vértice}, c)) \wedge \\ (\forall p \in \text{paredes}) (\text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}, \text{vértice}, p)) \end{array} \right\}$$

**otras operaciones**

$\text{casillerosLibres} : \text{mapa} \rightarrow \text{conj}(\text{casillero})$   
 $\text{dentroDeLasDimensiones} : \text{tupla}(\text{int} \times \text{int}) \times \text{casillero} \times \text{casillero} \rightarrow \text{bool}$   
 $\text{casillerosADerecha} : \text{casillero } c \times \text{mapa } m \rightarrow \text{conj}(\text{casillero})$   
 $\{ \text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c) \}$   
 $\text{casillerosIzquierda} : \text{casillero } c \times \text{mapa } m \rightarrow \text{conj}(\text{casillero})$   
 $\{ \text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c) \}$   
 $\text{casillerosHorizontales} : \text{casillero } c \times \text{mapa } m \rightarrow \text{conj}(\text{casillero})$   
 $\{ \text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c) \}$   
 $\text{casillerosArriba} : \text{casillero } c \times \text{mapa } m \rightarrow \text{conj}(\text{casillero})$   
 $\{ \text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c) \}$



$\text{casillerosAbajo} : \text{casillero } c \times \text{mapa } m \longrightarrow \text{conj}(\text{casillero})$   
 $\{\text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c)\}$   
 $\text{casillerosVerticales} : \text{casillero } c \times \text{mapa } m \longrightarrow \text{conj}(\text{casillero})$   
 $\{\text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c)\}$   
 $\text{generarCasillerosHorizontales} : \text{mapa } m \times \text{conj}(\text{casillero}) \ C \longrightarrow \text{conj}(\text{casillero})$   
 $\{(\forall c \in C)(\text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c))\}$

**axiomas**

$\text{conjFantasmas}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes}, \text{chocolates})) \equiv \text{fantasmas}$   
 $\text{conjParedes}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes}, \text{chocolates})) \equiv \text{paredes}$   
 $\text{conjChocolates}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes}, \text{chocolates})) \equiv \text{chocolates}$   
 $\text{dimensiones}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes}, \text{chocolates})) \equiv \text{dimensión}$   
 $\text{casilleroInicial}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes}, \text{chocolates})) \equiv \text{inicio}$   
 $\text{casilleroDeLlegada}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes}, \text{chocolates})) \equiv \text{fin}$   
 $\text{vértice}(\text{nuevoMapa}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{inicio}, \text{fin}, \text{fantasmas}, \text{paredes}, \text{chocolates})) \equiv \text{vértice}$   
 $\text{dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}, \text{vértice}, \text{casilla}) \equiv (0 \leq \pi_1(\text{casilla}) - \pi_1(\text{vértice}) < \pi_1(\text{dimensión})) \wedge$   
 $(0 \leq \pi_2(\text{casilla}) - \pi_2(\text{vértice}) < \pi_2(\text{dimensión}))$   
 $\text{casillerosLibres}(m) \equiv \text{generarCasillerosHorizontales}(m, \text{casillerosVerticales}(\text{vértice}(m), m)) - (\text{conjFantasmas}(m)$   
 $\cup \text{conjParedes}(m))$   
 $\text{generarCasillerosHorizontales}(m, \text{casilleros}) \equiv \text{if casilleros} = \emptyset \text{ then}$   
 $\emptyset$   
 $\text{else}$   
 $\text{casillerosHorizontales}(\text{dameUno}(\text{casilleros}, m)) \cup$   
 $\text{generarCasillerosHorizontales}(m, \text{sinUno}(\text{casilleros}))$   
 $\text{fi}$   
 $\text{casillerosHorizontales}(c, m) \equiv \text{casillerosADerecha}(c, m) \cup \text{casillerosAIzquierda}(c, m)$   
 $\text{casillerosADerecha}(c, m) \equiv (\text{if dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c + \langle 1, 0 \rangle) \text{ then}$   
 $\text{casillerosADerecha}(c + \langle 1, 0 \rangle, m)$   
 $\text{else}$   
 $\emptyset$   
 $\text{fi}) \cup \{c\}$   
 $\text{casillerosAIzquierda}(c, m) \equiv (\text{if dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c - \langle 1, 0 \rangle) \text{ then}$   
 $\text{casillerosAIzquierda}(c - \langle 1, 0 \rangle, m)$   
 $\text{else}$   
 $\emptyset$   
 $\text{fi}) \cup \{c\}$   
 $\text{casillerosVerticales}(c, m) \equiv \text{casillerosArriba}(c, m) \cup \text{casillerosAbajo}(c, m)$   
 $\text{casillerosArriba}(c, m) \equiv (\text{if dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c + \langle 0, 1 \rangle) \text{ then}$   
 $\text{casillerosArriba}(c + \langle 0, 1 \rangle, m)$   
 $\text{else}$   
 $\emptyset$   
 $\text{fi}) \cup \{c\}$   
 $\text{casillerosAbajo}(c, m) \equiv (\text{if dentroDeLasDimensiones}(\text{dimensión}(m), \text{vértice}(m), c - \langle 0, 1 \rangle) \text{ then}$   
 $\text{casillerosAbajo}(c - \langle 0, 1 \rangle, m)$   
 $\text{else}$   
 $\emptyset$   
 $\text{fi}) \cup \{c\}$

**Fin TAD**

**TAD PACALGO2****usa** Mapa**géneros** pacalgo2**exporta** pacalgo2, observadores, generadores**igualdad observacional**

$$(\forall p_1, p_2 : \text{pacalgo2}) \left( p_1 =_{\text{obs}} p_2 \iff \left( \text{verMapa}(p_1) =_{\text{obs}} \text{verMapa}(p_2) \wedge \text{trayectoria}(p_1) =_{\text{obs}} \text{trayectoria}(p_2) \right) \right)$$

**observadores básicos**verMapa : pacalgo2  $\longrightarrow$  mapatrayectoria : pacalgo2  $\longrightarrow$  sec(casillero)**generadores**inicializarJuego : mapa  $\longrightarrow$  pacalgo2
 arriba : pacalgo2  $p \longrightarrow$  pacalgo2  
 $\{(posiciónActual(p) + \langle 0, 1 \rangle) \in \text{direccionesPosibles}(p) \wedge \neg \text{ganó?}(p) \wedge \neg \text{perdió?}(p)\}$ 

 abajo : pacalgo2  $p \longrightarrow$  pacalgo2  
 $\{(posiciónActual(p) - \langle 0, 1 \rangle) \in \text{direccionesPosibles}(p) \wedge \neg \text{ganó?}(p) \wedge \neg \text{perdió?}(p)\}$ 

 derecha : pacalgo2  $p \longrightarrow$  pacalgo2  
 $\{(posiciónActual(p) + \langle 1, 0 \rangle) \in \text{direccionesPosibles}(p) \wedge \neg \text{ganó?}(p) \wedge \neg \text{perdió?}(p)\}$ 

 izquierda : pacalgo2  $p \longrightarrow$  pacalgo2  
 $\{(posiciónActual(p) - \langle 1, 0 \rangle) \in \text{direccionesPosibles}(p) \wedge \neg \text{ganó?}(p) \wedge \neg \text{perdió?}(p)\}$ 
**otras operaciones**direccionesPosibles : pacalgo2  $\longrightarrow$  conj(casillero)perdió? : pacalgo2  $\longrightarrow$  boolganó? : pacalgo2  $\longrightarrow$  boolposiciónActual : pacalgo2  $\longrightarrow$  casilleropuntaje : pacalgo2  $\longrightarrow$  nat  $\{\text{ganó?}(p)\}$ nivelDeChocolate : pacalgo2  $\longrightarrow$  natchocolatesRestantes : pacalgo2  $\longrightarrow$  conj(casillero)**axiomas**verMapa(inicializarJuego( $m$ ))  $\equiv m$ verMapa(arriba( $p$ ))  $\equiv \text{verMapa}(p)$ verMapa(abajo( $p$ ))  $\equiv \text{verMapa}(p)$ verMapa(izquierda( $p$ ))  $\equiv \text{verMapa}(p)$ verMapa(derecha( $p$ ))  $\equiv \text{verMapa}(p)$ trayectoria(inicializarJuego  $m$ )  $\equiv \text{casilleroInicial}(m) \bullet \langle \rangle$ trayectoria(arriba( $p$ ))  $\equiv (\text{posiciónActual}(p) + \langle 0, 1 \rangle) \bullet \text{trayectoria}(p)$ trayectoria(abajo( $p$ ))  $\equiv (\text{posiciónActual}(p) - \langle 0, 1 \rangle) \bullet \text{trayectoria}(p)$ trayectoria(izquierda( $p$ ))  $\equiv (\text{posiciónActual}(p) - \langle 1, 0 \rangle) \bullet \text{trayectoria}(p)$ trayectoria(derecha( $p$ ))  $\equiv (\text{posiciónActual}(p) + \langle 1, 0 \rangle) \bullet \text{trayectoria}(p)$ trayectoria(inicializarJuego( $m$ ))  $\equiv \text{casilleroInicial}(m) \bullet \langle \rangle$

```

nivelDeChocolate(inicializarJuego( $m$ ))   $\equiv$  if casilleroInicial( $m$ )  $\in$  conjChocolates( $m$ ) then
    10
    else
    0
    fi

nivelDeChocolate(arriba( $p$ ))   $\equiv$  if (posiciónActual( $p$ ) +  $\langle 0, 1 \rangle$ )  $\in$  chocolatesRestantes( $p$ ) then
    10
    else
        if 0?(nivelDeChocolate( $p$ )) then
            nivelDeChocolate( $p$ )
        else
            nivelDeChocolate( $p$ ) - 1
        fi
    fi

nivelDeChocolate(abajo( $p$ ))   $\equiv$  if (posiciónActual( $p$ ) -  $\langle 0, 1 \rangle$ )  $\in$  chocolatesRestantes( $p$ ) then
    10
    else
        if 0?(nivelDeChocolate( $p$ )) then
            nivelDeChocolate( $p$ )
        else
            nivelDeChocolate( $p$ ) - 1
        fi
    fi

nivelDeChocolate(izquierda( $p$ ))   $\equiv$  if (posiciónActual( $p$ ) -  $\langle 1, 0 \rangle$ )  $\in$  chocolatesRestantes( $p$ ) then
    10
    else
        if 0?(nivelDeChocolate( $p$ )) then
            nivelDeChocolate( $p$ )
        else
            nivelDeChocolate( $p$ ) - 1
        fi
    fi

nivelDeChocolate(derecha( $p$ ))   $\equiv$  if (posiciónActual( $p$ ) +  $\langle 1, 0 \rangle$ )  $\in$  chocolatesRestantes( $p$ ) then
    10
    else
        if 0?(nivelDeChocolate( $p$ )) then
            nivelDeChocolate( $p$ )
        else
            nivelDeChocolate( $p$ ) - 1
        fi
    fi

chocolatesRestantes(inicializarJuego( $m$ ))   $\equiv$  if casilleroInicial( $m$ )  $\in$  conjChocolates( $m$ ) then
    conjChocolates( $m$ ) - { casilleroInicial( $m$ ) }
    else
    conjChocolates( $m$ )
    fi

chocolatesRestantes(arriba( $p$ ))   $\equiv$  if (posiciónActual( $p$ ) +  $\langle 0, 1 \rangle$ )  $\in$  chocolatesRestantes( $p$ ) then
    chocolatesRestantes( $p$ ) - { (posiciónActual( $p$ ) +  $\langle 0, 1 \rangle$ ) }
    else
    chocolatesRestantes( $p$ )
    fi

chocolatesRestantes(abajo( $p$ ))   $\equiv$  if (posiciónActual( $p$ ) -  $\langle 0, 1 \rangle$ )  $\in$  chocolatesRestantes( $p$ ) then
    chocolatesRestantes( $p$ ) - { (posiciónActual( $p$ ) -  $\langle 0, 1 \rangle$ ) }
    else
    chocolatesRestantes( $p$ )
    fi

```

chocolatesRestantes(izquierda( $p$ ))	$\equiv$ <b>if</b> (posiciónActual( $p$ ) - $\langle 1, 0 \rangle$ ) $\in$ chocolatesRestantes( $p$ ) <b>then</b> chocolatesRestantes( $p$ ) - { (posiciónActual( $p$ ) - $\langle 1, 0 \rangle$ ) } <b>else</b> chocolatesRestantes( $p$ ) <b>fi</b>
chocolatesRestantes(derecha( $p$ ))	$\equiv$ <b>if</b> (posiciónActual( $p$ ) + $\langle 1, 0 \rangle$ ) $\in$ chocolatesRestantes( $p$ ) <b>then</b> chocolatesRestantes( $p$ ) - { (posiciónActual( $p$ ) + $\langle 1, 0 \rangle$ ) } <b>else</b> chocolatesRestantes( $p$ ) <b>fi</b>
perdió?( $p$ )	$\equiv$ $\emptyset?$ (conjFantasmas(verMapa( $p$ )) $\cap$ aDistanciaMenosDeN(posiciónActual( $p$ ),3)) $\wedge$ 0?(nivelDeChocolate( $p$ ))
ganó?( $p$ )	$\equiv$ posiciónActual( $p$ )=casilleroDeLlegada(verMapa( $p$ ))
posiciónActual( $p$ )	$\equiv$ prim(trayectoria( $p$ ))
direccionesPosibles( $p$ )	$\equiv$ <b>if</b> 0?(nivelDeChocolate( $p$ )) <b>then</b> (aDistanciaMenosDeN(posiciónActual( $p$ ),1)–posiciónActual( $p$ )) $\cap$ casillerosLibres(verMapa( $p$ )) <b>else</b> (aDistanciaMenosDeN(posiciónActual( $p$ ),1)–posiciónActual( $p$ )) $\cap$ (casillerosLibres(verMapa( $p$ )) $\cup$ conjFantasmas(verMapa( $p$ ))) <b>fi</b>
puntaje( $p$ )	$\equiv$ long(trayectoria( $p$ ))

**Fin TAD**