



DEPARTAMENTO  
DE COMPUTACION

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

## Trabajo Práctico 2: Diseño

Primer cuatrimestre - 2015

Algoritmos y Estructuras de Datos II

### Grupo 2

Integrante	LU	Correo electrónico
Benitez, Nelson	945/13	nelson.benitez92@gmail.com

Instancia	Docente	Nota
Primera entrega		
Segunda entrega		



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

Ciudad Universitaria – Pabellón I (Planta Baja)

Intendente Güiraldes 2160 – C1428EGA

Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Rep. Argentina

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

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

# Índice

<b>1. DCNet</b>	<b>2</b>
1.1. Interfaz . . . . .	2
1.2. Interfaz . . . . .	2
1.3. Representación . . . . .	4
1.4. Algoritmos . . . . .	7
1.5. Algoritmos operaciones auxiliares . . . . .	8
<b>2. Diccionario Rapido</b>	<b>8</b>
2.1. Interfaz . . . . .	9
2.2. Representación . . . . .	9
2.3. Algoritmos . . . . .	10
2.4. Servicios Usados . . . . .	10
<b>3. Diccionario por nombres</b>	<b>11</b>
3.1. Interfaz . . . . .	11
3.2. Representación . . . . .	12
3.3. Algoritmos . . . . .	12
3.4. Operaciones del iterador . . . . .	14
3.5. Representación del iterador . . . . .	15
3.6. Algoritmos del iterador . . . . .	15
<b>4. Campus</b>	<b>16</b>
4.1. Interfaz . . . . .	16
4.2. Representación . . . . .	18
4.3. Algoritmos . . . . .	20
4.4. Servicios Usados . . . . .	21

# 1 CampusSeguro

## 1.1 Interfaz

se explica con AS

usa

géneros as

## 1.2 Interfaz

se explica con CAMPUSSEGURO

usa

géneros CampusSeguro

### Operaciones

CAMPUS(**in**  $cs : \text{campusSeguro}$ )  $\longrightarrow res : \text{campus}$

**Pre**  $\equiv \{\text{true}\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{campus}(cs)\}$

**Descripción:** Devuelve el campus del campusSeguro ingresado.

**Complejidad:**  $O(1)$

ESTUDIANTES(**in**  $cs : \text{campusSeguro}$ )  $\longrightarrow res : \text{conj}(\text{nombre})$

**Pre**  $\equiv \{\text{true}\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{estudiantes}(cs)\}$

**Descripción:** Devuelve un conjunto con los estudiantes del campusSeguro ingresado.

**Complejidad:**  $O(1)$

HIPPIES(**in**  $cs : \text{campusSeguro}$ )  $\longrightarrow res : \text{conj}(\text{nombre})$

**Pre**  $\equiv \{\text{true}\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{hippies}(cs)\}$

**Descripción:** Devuelve un conjunto con los hippies del campusSeguro ingresado.

**Complejidad:**  $O(1)$

AGENTES(**in**  $cs : \text{campusSeguro}$ )  $\longrightarrow res : \text{conj}(\text{agentes})$

**Pre**  $\equiv \{\text{true}\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{agentes}(cs)\}$

**Descripción:** Devuelve un conjunto con los agentes del campusSeguro ingresado.

**Complejidad:**  $O(1)$

POSICIONESTUDIANTESYHIPPIES(**in**  $id : \text{nombre}, cs : \text{campusSeguro}$ )  $\longrightarrow res : \text{posicion}$

**Pre**  $\equiv \{id \in (\text{estudiantes}(cs) \cup \text{hippies}(cs))\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{posEstudianteYHippie}(id, cs)\}$

**Descripción:** Devuelve la posicion del estudiante o hippie ingresado.

**Complejidad:**  $O(|n_m|)$

POSICIONAGENTE(**in**  $a : \text{agente}, cs : \text{campusSeguro}$ )  $\longrightarrow res : \text{posicion}$

**Pre**  $\equiv \{a \in \text{agentes}(cs)\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{posAgente}(a, cs)\}$

**Descripción:** Devuelve la posicion del agente ingresado.

**Complejidad:**  $O(1)$

CANTIDADSANCIONES(**in**  $a : agente$ ,  $cs : campusSeguro$ )  $\longrightarrow res : nat$

**Pre**  $\equiv \{a \in agentes(cs)\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{obs} cantSanciones(a, cs)\}$

**Descripción:** Devuelve la cantidad de sanciones del agente ingresado.

**Complejidad:**  $O(1)$

CANTIDADHIPPIESATRAPADOS(**in**  $a : agente$ ,  $cs : campusSeguro$ )  $\longrightarrow res : nat$

**Pre**  $\equiv \{a \in agentes(cs)\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{obs} cantHippiesAtrapados(a, cs)\}$

**Descripción:** Devuelve la cantidad de hippies atrapados por el agente ingresado.

**Complejidad:**  $O(1)$

COMENZARRASTRILLAJE(**in**  $c : campus$ ,  $d : dicc(agente\ posicion)$ )  $\longrightarrow res : campusSeguro$

**Pre**  $\equiv \{(\forall a : agente)(def?(a, d) \Rightarrow_L (posValida?(obtener(a, d)) \wedge \neg ocupada?(obtener(a, d), c))) \wedge$   
 $(\forall a, a2 : agente)((def?(a, d) \wedge def?(a2, d) \wedge a \neq a2) \Rightarrow_L obtener(a, d) \neq obtener(a2, d))\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{obs} comenzarRastrillaje(c, d)\}$

**Descripción:** Crea un nuevo campusSeguro con campus y los agentes ingresados.

**Complejidad:**  $O(1)$

INGRESARESTUDIANTE(**in**  $e : nombre$ ,  $p : posicion$ ,  $in/out\ cs : campusSeguro$ )

**Pre**  $\equiv \{(cs) \equiv (cs_0) \wedge e \notin (estudiantes(cs) \cup hippies(cs))esIngreso?(p, campus(cs)) \wedge$   
 $\neg estaOcupada?(p, cs)\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{obs} ingresarEstudiante(e, p, cs_0)\}$

**Descripción:** Ingresa un nuevo estudiante al campus por una de las entradas.

**Complejidad:**  $O(|n_m|)$

INGRESARHIPPIE(**in**  $h : nombre$ ,  $p : posicion$ ,  $in/out\ cs : campusSeguro$ )

**Pre**  $\equiv \{(cs) \equiv (cs_0) \wedge h \notin (estudiantes(cs) \cup hippies(cs))esIngreso?(p, campus(cs)) \wedge$   
 $\neg estaOcupada?(p, cs)\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{obs} ingresarHippie(e, p, cs_0)\}$

**Descripción:** Ingresa un nuevo hippie al campus por una de las entradas.

**Complejidad:**  $O(|n_m|)$

MOVERESTUDIANTE(**in**  $e : nombre$ ,  $d : direccion$ ,  $in/out\ cs : campusSeguro$ )

**Pre**  $\equiv \{(cs) \equiv (cs_0) \wedge e \in estudiantes(cs) \wedge (seRetira(e, d, cs) \vee$   
 $(posValida?(proxPosicion(posEstudianteYHippie(e, cs), d, campus(cs)), campus(cs)) \wedge$   
 $\neg estaOcupada?(proxPosicion(posEstudianteYHippie(e, cs), d, campus(cs)), cs))\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{obs} moverEstudiante(e, d, cs_0)\}$

**Descripción:** Mueve un estudiante en la direccion indicada.

**Complejidad:**  $O(|n_m|)$

MOVERHIPPIE(**in**  $h : nombre$ ,  $in/out\ cs : campusSeguro$ )

**Pre**  $\equiv \{(cs) \equiv (cs_0) \wedge h \in hippies(cs) \wedge$   
 $\neg todasOcupadas?(vecinos(posEstudianteYHippie(h, cs), campus(cs)), cs)\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{obs} moverHippie(h, cs_0)\}$

**Descripción:** Mueve un hippie hacia el estudiante más cercano.

**Complejidad:**  $O(|n_m| + N_e)$

MOVERAGENTE(**in**  $a : nombre$ ,  $in/out\ cs : campusSeguro$ )

**Pre**  $\equiv \{(cs) \equiv (cs_0) \wedge a \in agentes(cs) \wedge_L cantSanciones(a, cs) \leq 3 \wedge$   
 $\neg todasOcupadas?(vecinos(posAgente(a, cs), campus(cs)), cs)\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{obs} moverAgente(a, cs_0)\}$

**Descripción:** Mueve un agente hacia el hippie más cercano.

**Complejidad:**  $O(|n_m| + \log N_a + N_h)$

CANTIDADHIPPIES(**in**  $cs : campusSeguro$ )  $\longrightarrow res : nat$

**Pre**  $\equiv \{\text{true}\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{cantHippies}(cs)\}$

**Descripción:** Devuelve la cantidad de hippies en el campus.

**Complejidad:**  $O(1)$

**CANTIDADESTUDIANTES**(**in**  $cs : \text{campusSeguro}$ )  $\longrightarrow res : \text{nat}$

**Pre**  $\equiv \{\text{true}\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{cantEstudiantes}(cs)\}$

**Descripción:** Devuelve la cantidad de estudiantes en el campus.

**Complejidad:**  $O(1)$

**MÁSVIGILANTE**(**in**  $cs : \text{campusSeguro}$ )  $\longrightarrow res : \text{agente}$

**Pre**  $\equiv \{\text{true}\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} \text{masVigilante}(cs)\}$

**Descripción:** Devuelve al agente con más capturas realizadas del campus.

**Complejidad:**  $O(1)$

Las complejidades están en función de las siguientes variables:

$c$  : es una instancia del `campusSeguro`,

$p$  : es una posición,

$n$  : es el nombre de un estudiante/hippie y  $|n_m|$  es la longitud más larga entre todos los nombres del `campusSeguro`,

$d$  : es una dirección,

$N_a$  : es la cantidad de agentes,

$N_e$  : es la cantidad actual de estudiantes,

$N_h$  : es la cantidad actual de hippies.

Las complejidades están en función de las siguientes variables:

$n$  : la cantidad total de computadoras que hay en el sistema,

$L$  : el hostname más largo de todas las computadoras,

$k$  : la cola de paquetes más larga de todas las computadoras.

### 1.3 Representación

se representa con sistema

```

donde sistema es tupla⟨Campus : arreglo(arreglo(tupla⟨hayHippie : bool,
                                                    hayEst : bool,
                                                    hayAgente : bool,
                                                    hayObst : bool,
                                                    pl : itLista(agente),
                                                    estudiante : itDPN(tupla⟨nombre : string,
                                                                    pos : pos⟩
                                                    hippie : itDPN(tupla⟨nombre : String,⟩
                                                                    pos : pos⟩
estudiantes : DiccPorNombre(nombre:string, pos:pos),
hippies : DiccPorNombre(nombre:string, pos:pos),
agentes : DiccSuperRapido(pl:nat,tupla⟨pos : pos,
                                                    cantSanc : nat,
                                                    cantCapturas : nat,
                                                    mismas : itLista(conMismasBucket),
                                                    miUbicacion : itLista(agente)⟩
masVigilante : placa:nat,
porSanciones : Lista(conMismasBucket),
conKSanciones : arreglo(tupla⟨ocurrioSancion : bool,
                                                    porKSanc : conj(agente),
                                                    #Sanciones : nat⟩
donde conMismasBucket es  tupla⟨agentes : Lista(agente),
                            #Sanc : nat,
                            conMasSanciones : itLista(conMismasBucket),
                            conMenosSanciones : itLista(conMismasBucket)⟩

```

### Invariante de representación

1. En cada posicion de campus hay como máximo una entidad (agente, estudiante, hippie, obstaculo)
2. Si hayEst, hayHippie o hayAgente es true en alguna posición, entonces el iterador correspondiente debe tener siguiente y apuntar a un lugar en el contenedor correspondiente
3. No puede haber dos iteradores que apunten a lo mismo
4. La cantidad de agentes, hippies y estudiantes en campus debe ser igual al tamaño de su correspondiente contenedor
5. MasVigilante es el que mas hippiesCapturados tiene. En caso de empate, el que mayor nro de placa tiene
6. El conjunto de todos los agentes en porSanciones es igual a las claves del dicc de agentes
7. Si ocurrio sancion, el conjunto de agentes formado por la unión de los conjuntos en cada posicion de conKSanciones es igual a las claves del dicc de agentes
8. porSanciones está ordenado por #sanciones y en caso de empate por nro de placa
9. Si ocurrio sancion, entonces, conKSanciones es 'una copia' (sin iteradores y pasando de lista de agentes a conj) de la lista de porSanciones
10. conKSanciones es ordenado por #sanciones y en caso de empate por nro de placa

Rep :  $\widehat{\text{sistema}} \rightarrow \text{boolean}$

( $\forall s : \widehat{\text{sistema}}$ )

$\text{Rep}(s) \equiv$

### Función de abstracción

$\text{Abs} : \widehat{\text{dcnet}}\ s \longrightarrow \widehat{\text{DCNet}} \qquad \{\text{Rep}(s)\}$

$(\forall s : \widehat{\text{dcnet}})$

$\text{Abs}(s) \equiv dc : \widehat{\text{DCNet}} \mid$

$red(dc) =^*(s.red) \wedge (\forall c : compu, c \in compus(dc))(enEspera(dc, c) =^*(enEspera(s, c)) \wedge$

$cantidadEnviados(dc, c) = cantidadEnviados(s, c)) \wedge$

$(\forall p : paquete, paqueteEnTransito?(dc, p))caminoRecorrido(dc, p) =^*(caminoRecorrido(s, p))$

## 1.4 Algoritmos

CAMPUS( <b>in</b> <i>as</i> : <b>as</b> ) $\longrightarrow$ <i>res</i> : campus	O(1)
<i>res</i> $\leftarrow$ <i>as.campus</i>	O(1)
AGENTES( <b>in</b> <i>as</i> : <b>as</b> ) $\longrightarrow$ <i>res</i> : itDiccSuperRapido(agente)	O(1)
<i>res</i> $\leftarrow$ <i>CrearItSuperRapido(as.agentes)</i>	O(1)
ESTUDIANTES( <b>in</b> <i>as</i> : <b>as</b> ) $\longrightarrow$ <i>res</i> : itDPN(<estudiante:String,pos:pos>)	O(1)
<i>res</i> $\leftarrow$ <i>CrearItDPN(as.estudiantes)</i>	O(1)
HIPPIES( <b>in</b> <i>as</i> : <b>as</b> ) $\longrightarrow$ <i>res</i> : itDPN(<hippie:String,pos:pos>)	O(1)
<i>res</i> $\leftarrow$ <i>CrearItDPN(as.estudiantes)</i>	O(1)
POSESTUDIANTESYHIPPIES( <b>in</b> <i>as</i> : <b>as</b> , <i>in nombre</i> : string) $\longrightarrow$ <i>res</i> : pos	
<b>if</b> <i>as.estudiantes.definido?(nombre)</i> <b>then</b>	O(long(nombre))
<i>return res</i> $\leftarrow$ <i>as.estudiantes.obtener(nombre)</i>	O(long(nombre))
<b>end if</b>	
<b>if</b> <i>as.hippies.definido?(nombre)</i> <b>then</b>	O(long(nombre))
<i>return res</i> $\leftarrow$ <i>as.hippies.obtener(nombre)</i>	O(long(nombre))
<b>end if</b>	
	O(long(nombre))
POSAGENTE( <b>in</b> <i>as</i> : <b>as</b> , <i>in placa</i> : agente) $\longrightarrow$ <i>res</i> : pos	
<i>res</i> $\leftarrow$ <i>as.agentes.dameS(placa).pos</i>	$\theta(1)$
	$\theta(1)$
CANTSANCIONES( <b>in</b> <i>as</i> : <b>as</b> , <i>in placa</i> : agente) $\longrightarrow$ <i>res</i> : pos	
<i>res</i> $\leftarrow$ <i>as.agentes.dameS(placa).cantSanciones</i>	$\theta(1)$
	$\theta(1)$
CANTHIPPIESATRAPADOS( <b>in</b> <i>as</i> : <b>as</b> , <i>in placa</i> : agente) $\longrightarrow$ <i>res</i> : pos	
<i>res</i> $\leftarrow$ <i>as.agentes.dameS(placa).cantHippiesAtrapados</i>	$\theta(1)$
	$\theta(1)$
INGRESARESTUDIANTE( <b>in/out</b> <i>as</i> : <b>as</b> , <i>in nombre</i> : string, <i>in pos</i> : pos)	
<i>as.agregarEstudiante(as,pos,nombre)</i>	O(long(nombre))
// Sanciono a los agentes que rodean a los estudiantes atrapados al ingresar uno nuevo	
<b>if</b> <i>as.atrapadoPorAgente?(pos)</i> <b>then</b>	
<i>as.sancionarAgentesVecinos(pos)</i>	O(1)
<b>end if</b>	
// Hippificar al estudiante	
<b>if</b> <i>as.estAHippie?(pos)</i> <b>then</b>	
<i>as.hippificar(pos)</i>	O(long(nombre))



**end if**

// Convertir a los hippies que quedaron encerrados por 4 estudiantes o eliminar a los que quedaron atrapados por agentes

*as.aplicarHippiesVecinos(pos)* O(long(nombre))

**if** *as.campus[pos.x][pos.y].hayHippie?* **then**  
    *capturarHippie(pos)*

O(long(nombre))

**end if**

---

O(long(nombre))

## 1.5 Algoritmos operaciones auxiliares

SANCIONARAGENTESVECINOS(**in/out** *as : as*, *in pos : pos*)

*vecinos*  $\leftarrow$  *as.campusEstatico.obtenerVecinos(pos)* O(1)

    // La cantidad de vecinos es como maximo 4

**if** *as.atrapadoPorAgente?(pos, vecinos)* **then**

**while** *i < vecinos.tamano()* **do** O(1)

**if** *as.campus[vecinos[i].x][vecinos[i].y].hayAgente?* **then**

*as.sancionarAgente(vecinos[i].agente.siguiente)* O(1)

**end if**

*i++*

**end while**

**end if**

---

O(1)

ATRAPADOPORAGENTE?(**in** *pos : pos*, *in vecinos : arreglo(pos)*)  $\rightarrow$  *res : bool*

*alMenos1Agente*  $\leftarrow$  *False* O(1)

*i*  $\leftarrow$  0

**while** *i < vecinos.tamano()* **do** O(1)

**if** *as.campus[vecinos[i].x][vecinos[i].y].hayAgente?* **then**

*alMenos1Agente*  $\leftarrow$  *True*

*i*  $\leftarrow$  *vecinos.tamano()*

**end if**

**if** (*as.campus[vecinos[i].x][vecinos[i].y].hayAgente?*  $\vee$  *as.campus[vecinos[i].x][vecinos[i].y].hayEst?*  
 $\vee$  *as.campus[vecinos[i].x][vecinos[i].y].hayHippie?*  $\vee$  *as.campus[vecinos[i].x][vecinos[i].y].hayHippie?*)  
        **then**

*return false* O(1)

**end if**

*i++*

**end while**

*res*  $\leftarrow$  *alMenos1Agente*

---

O(1)

## 2 Diccionario Rapido

Es un diccionario que dado un numero de placa como clave, nos da su significado en promedio  
O(1)

## 2.1 Interfaz

parámetros formales

géneros  $\text{Nat}, \alpha$

se explica con  $\text{DICCIONARIO}(\text{NAT}, \text{CONJ}(\alpha))$

géneros  $\text{diccR}(\text{Nat}, \text{conj}(\alpha))$

usa  $\text{Bool}, \text{Nat}, \text{Conjunto}(\alpha)$

### Operaciones

$\text{CREAR}(\text{in } n : \text{nat}) \longrightarrow \text{res} : \text{diccR}(\text{Nat}, \alpha)$

**Pre**  $\equiv \{\text{true}\}$

**Post**  $\equiv \{\#Claves(\text{res}) =_{\text{obs}} n\}$

**Descripción:** Crea un diccionario rapido.

**Complejidad:**  $O(n)$

**Aliasing:** Completar Aliasing

$\text{ASIGNAR}(\text{in/out } v : \text{diccR}(\text{Nat}; \text{conj}(\alpha)), \text{in } p : \text{nat}, \text{in } s : \alpha)$

**Pre**  $\equiv \{v =_{\text{obs}} v_0 \wedge \text{Definido?}(p, v)\}$

**Post**  $\equiv \{Definir(p, Ag(Obtener(p, v_0), s), v)\}$

**Descripción:** Agrega el valor de s, al significado actual, para la clave dada

**Complejidad:**  $O(1)$

**Aliasing:** Completar Aliasing

$\text{DAMES}(\text{in/out } v : \text{diccR}(\text{Nat}; \text{conj}(\alpha)), \text{in } p : \text{nat}) \longrightarrow \text{res} : \text{conj}(\alpha)$

**Pre**  $\equiv \{\text{Definido?}(p, v)\}$

**Post**  $\equiv \{Obtener(p, v)\}$

**Descripción:** Retorna el significado actual, para la clave dada.

**Complejidad:**  $O(1)$

**Aliasing:** Completar Aliasing

Las complejidades están en función de las siguientes variables:

$n$  : la cantidad total de claves, definidas en el diccionario.

## 2.2 Representación

se representa con acceso

donde acceso es  $\text{claves} : \text{arreglo}(\text{contenido})$

donde contenido es  $\text{conj1}(\alpha)$

Aclaración: cada vez que dice arreglo en esta estructura nos referimos a arreglo\_estatico y conj1 es conjunto lineal

## Invariante de representación

1. Todos los índices del arreglo, pertenecen al conjunto de claves del diccionario sin repetidos.
2. Para todos los índices  $i$  del arreglo, contenido es igual al significado del diccionario para ese  $i$ .

$\text{Rep} : \widehat{\text{acceso}} \longrightarrow \text{boolean}$

$(\forall a : \widehat{\text{acceso}})$

$\text{Rep}(a) \equiv$

1.  $\forall p : \text{Nat} \text{ Definido?}(a, p) = \text{obtener}(\pi_1(c), s.\text{CompusPorPref})$

## Función de abstracción

$\text{Abs} : \widehat{\text{dcnet}} \ s \longrightarrow \widehat{\text{DCNet}}$

$\{\text{Rep}(s)\}$

$(\forall s : \widehat{\text{dcnet}})$

$\text{Abs}(s) \equiv dc : \widehat{\text{DCNet}} \mid$

$\text{red}(dc) = *(s.\text{red}) \wedge (\forall c : \text{compu}, c \in \text{compus}(dc))(\text{enEspera}(dc, c) = *(\text{enEspera}(s, c)) \wedge$

$\text{cantidadEnviados}(dc, c) = \text{cantidadEnviados}(s, c)) \wedge$

$(\forall p : \text{paquete}, \text{paqueteEnTransito?}(dc, p)) \text{caminoRecorrido}(dc, p) = *(\text{caminoRecorrido}(s, p))$

## 2.3 Algoritmos

$\text{ICREAR}(\text{in } r : \text{Nat}) \longrightarrow \text{res} : \text{diccR}()$

$i \leftarrow 0$	$O(1)$
$p \leftarrow \text{CrearArreglo}(n)$	$O(n)$
<b>while</b> $i < n$ <b>do</b>	$O(n)$
$p[i] \leftarrow \text{vacío}()$	$O(1)$
$i++$	$O(1)$
<b>end while</b>	
$\text{res} \leftarrow p$	$O(1)$

---

$O(n)$

$\text{IASIGNAR}(\text{in/out } a : \text{acceso}, \text{ in } p : \text{Nat}, \text{ in } s : \alpha)$

$a[\text{FhashPlaca}(p, a)] = \text{AgregarRapido}(a[\text{FhashPlaca}(p, a)], s)$	$O(1)$
--	--------

---

$O(1)$

$\text{IDAMES}(\text{in/out } a : \text{acceso}, \text{ in } p : \text{Nat}) \longrightarrow \text{res} : \text{contenido}$

$\text{res} = a[\text{FhashPlaca}(p, a)]$	$O(1)$
---	--------

---

$O(1)$

## 2.4 Servicios Usados

Del modulo ConjLineal

## 3 Diccionario por nombres

### 3.1 Interfaz

se explica con DICC

usa

géneros                  dpn

#### Operaciones

VACIO()  $\longrightarrow res : \text{dpn}$

**Pre**  $\equiv \{\text{true}\}$

**Post**  $\equiv \{dpn =_{\text{obs}} vacia()\}$

**Descripción:** Crea un nuevo diccionario

**Complejidad:**

**Aliasing:**  $O(1)$

DEFINIDO?(in/out  $d : \text{dpn}$ , in  $c : \text{String}$ )  $\longrightarrow res : \text{bool}$

**Pre**  $\equiv \{\text{true}\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} def?(d_0, e)\}$

**Descripción:** Indica si la clave tiene un significado

**Complejidad:**

**Aliasing:**  $O(\text{long}(c))$

DEFINIR(in/out  $d : \text{dpn}$ , in  $c : \text{String}$ , in  $e : \alpha$ )

**Pre**  $\equiv \{d = d_0\}$

**Post**  $\equiv \{d =_{\text{obs}} Definir(d_0, e)\}$

**Descripción:** Se define e en el diccionario

**Complejidad:** No hay aliasing, se inserta por copia

**Aliasing:**  $O(\text{long}(c))$

ELIMINAR(in/out  $d : \text{dpn}$ , in  $c : \text{String}$ )

**Pre**  $\equiv \{d =_{\text{obs}} d_0 \wedge definido?(d, c)\}$

**Post**  $\equiv \{d =_{\text{obs}} eliminar(d_0, c)\}$

**Descripción:**

**Complejidad:**  $O(\text{long}(c))$

**Aliasing:** No hay aliasing

SIGNIFICADO(in/out  $d : \text{dpn}$ , in  $c : \text{String}$ )  $\longrightarrow res : \alpha$

**Pre**  $\equiv \{def?(d, c)\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} significado(d, c)\}$

**Descripción:** Se retornan los significados

**Complejidad:**  $O(\text{long}(c))$

**Aliasing:** Hay aliasing entre el objeto devuelto y el almacenado

ALISTA(in/out  $d : \text{dpn}$ , in  $c : \text{String}$ )  $\longrightarrow res : \alpha$

**Pre**  $\equiv \{\text{true}\}$

**Post**  $\equiv \{ALista(res) =_{\text{obs}} tuplasClaveDiccionario(d)\}$

**Descripción:** Retorna tuplas ¡clave,significado! del diccionario

**Complejidad:**  $O(1)$

**Aliasing:** Retorna por referencia, hay aliasing

## 3.2 Representación

se representa con *estr*

donde *estr* es tupla  $\langle \text{buckets} : \text{Vector}(\text{puntero}(\text{nodo})),$   
 $\text{enLista} : \text{Lista}(\langle \text{clave} : \text{String},$   
 $\text{significado} : \alpha \rangle) \rangle$   
donde *Nodo* es tupla  $\langle \text{hayS} : \text{bool},$   
 $s : \alpha,$   
 $\text{enLista} : \text{itLista}(\langle \text{clave} : \text{String},$   
 $\text{significado} : \alpha \rangle),$   
 $\text{hijos} : \text{estr} \rangle$

### Invariante de representación

$\text{Rep} : \widehat{\text{estr}} \longrightarrow \text{boolean}$

$(\forall e : \widehat{\text{estr}})$

$\text{Rep}(e) \equiv$

1. El tamaño de buckets de *estr* es 256
2. El conjunto de claves de *estr* es igual al conjunto formado por cada prefijo obtenido al ir desde la raíz hasta un nodo con *hayS*=true

$\text{Abs} : \widehat{\text{estr}} e \longrightarrow \widehat{\text{dicc}} \qquad \{ \text{Rep}(e) \}$

$(\forall e : \widehat{\text{estr}})$

$\text{Abs}(e) \equiv d : \widehat{\text{dicc}} \mid (\forall s : \text{String}) s \in e.\text{claves} =_{\text{obs}} \text{def?}(d, s) \wedge$   
 $((\forall s : \text{String}) \text{Definido?}(d, s)) \Rightarrow_{\text{L}} \text{Definido?}(e, s) \wedge_{\text{L}} (\text{obtener}(d, s) =_{\text{obs}} \text{Significado}(e, s))$

### Auxiliares

## 3.3 Algoritmos

$\text{VACIO}() \longrightarrow \text{res} : \text{dpn}$

$\text{res} \leftarrow \text{CrearTupla}(\text{InicializarVector}(), \text{NULL})$

---

$\text{O}(1)$

$\text{IDEFINIR}(\text{in/out } d : \text{dpn}, \text{ in clave} : \text{String}, \text{ in } e : \alpha) \longrightarrow \text{res} : \text{dpn}$

$\text{nodoClave} : \text{puntero}(\text{nodoClave}) \leftarrow \text{nuevoNodoClave}(\text{clave}, d.\text{claves}, \text{NULL})$   
 $\text{O}(\text{long}(\text{clave}))$

$\text{nodo} : \text{puntero}(\text{Nodo}) \leftarrow \text{NULL}$

$i : \text{nat} \leftarrow 0$

// Por ref

$\text{caracteres} \leftarrow d.\text{buckets}$

$\text{O}(1)$

**if**  $\text{caracteres.esVacia}()$  **then**

$\text{O}(1)$

$\text{caracteres} = \text{CrearHijos}()$

$\text{O}(1)$

$d.\text{bucket} \leftarrow \text{caracteres}$

$\text{O}(1)$

**end if**

**while**  $i \leq \text{Longitud}(\text{clave})$  **do**

$\text{O}(\text{long}(\text{clave}))$

$\text{nodo} \leftarrow \text{caracteres}[\text{ord}(\text{clave}[i])]$

$\text{O}(1)$

// Por ref

<i>caracteres</i> $\leftarrow$ <i>nodo.hijos</i>	O(1)
<b>if</b> <i>caracteres.esVacia()</i> <b>then</b>	O(1)
<i>caracteres</i> = <i>CrearHijos()</i>	O(1)
<i>nodo.hijos</i> $\leftarrow$ <i>caracteres</i>	O(1)
<b>end if</b>	
<i>i</i> ++	O(1)
<b>end while</b>	
<i>nodo.hayS</i> $\leftarrow$ <i>True</i>	O(1)
<i>nodo.significado</i> $\leftarrow$ <i>e</i>	O(1)
// Almaceno el iterador de lista al agregar atras la clave a la lista de claves del trie, por interfaz de listaEnlazada	
<i>nodo.enLista</i> $\leftarrow$ <i>d.claves.agAtras(&lt; clave, e &gt;)</i>	O(long(clave))
<hr/>	
	O(long(clave))
<b>IELIMINAR(in/out d : dpn, in clave : String) <math>\longrightarrow</math> res : dpn</b>	
<i>nodo : puntero(Nodo)</i> $\leftarrow$ <i>NULL</i>	
<i>i : nat</i> $\leftarrow$ 0	
// Por ref	
<i>caracteres</i> $\leftarrow$ <i>d.buckets</i>	O(1)
<b>while</b> <i>i</i> $\leq$ <i>Longitud(clave)</i> <b>do</b>	O(long(clave))
<i>nodo</i> $\leftarrow$ <i>caracteres[ord(clave[i])]</i>	O(1)
// Por ref	
<i>caracteres</i> $\leftarrow$ <i>nodo.hijos</i>	O(1)
<i>i</i> ++	O(1)
<b>end while</b>	
<i>nodo.hayS</i> $\leftarrow$ <i>False</i>	O(1)
<i>nodo.enLista.eliminarSiguiente()</i>	O(1)
<b>if</b> <i>nodo.hijos</i> = <i>NULL</i> <b>then</b>	
// Elimina un puntero	
<i>borrar(nodo)</i>	O(1)
<b>end if</b>	
<hr/>	
	O(long(clave))
<b>ISIGNIFICADO(in/out d : dpn, in clave : String) <math>\longrightarrow</math> res : <math>\alpha</math></b>	
<i>nodo : puntero(Nodo)</i> $\leftarrow$ <i>NULL</i>	O(1)
<i>buckets : puntero(Nodo)</i> $\leftarrow$ <i>d.buckets</i>	O(1)
<i>i</i> $\leftarrow$ 0	O(1)
<b>while</b> <i>i</i> $\leq$ <i>Longitud(clave)</i> <b>do</b>	
<i>nodo</i> $\leftarrow$ <i>buckets[ord(clave[i])]</i>	O(1)
<i>i</i> ++	
<b>end while</b>	
// Por ref	
<i>res</i> $\leftarrow$ <i>nodo.significado</i>	O(1)
<hr/>	
	O(long(clave))
<b>ICLAVES(in/out d : dpn) <math>\longrightarrow</math> res : Lista(String)</b>	
<i>res</i> $\leftarrow$ <i>d.claves</i>	O(1)
<hr/>	
	O(1)
<b>IDEFINIDO?(in/out d : dpn, in clave : String) <math>\longrightarrow</math> res : bool</b>	
<i>nodo : puntero(Nodo)</i> $\leftarrow$ <i>NULL</i>	O(1)
<i>buckets : puntero(Nodo)</i> $\leftarrow$ <i>d.buckets</i>	O(1)

$i \leftarrow 0$	$O(1)$
<b>while</b> $i \leq Longitud(clave)$ <b>do</b>	$O(long(clave))$
$nodo \leftarrow buckets[ord(clave[i])]$	$O(1)$
<b>if</b> $nodo = NULL$ <b>then</b>	$O(1)$
$return False$	$O(1)$
<b>end if</b>	
$i++$	$O(1)$
<b>end while</b>	
$res \leftarrow nodo.hayS$	$O(1)$
	<hr/>
	$O(long(clave))$

### 3.4 Operaciones del iterador

CREARITERADOR(**in**  $d : \text{dpn}$ )  $\longrightarrow res : \text{itDPN}$

**Pre**  $\equiv \{true\}$

**Post**  $\equiv \{tuplasClaveSignificado(d) =_{\text{obs}} siguientes(res) \wedge_L aliasing(tuplasClaveSignificado(d), siguientes(res))\}$

**Descripción:** Crea un iterador del diccionario por nombres

**Complejidad:**  $O(1)$

**Aliasing:** Existe aliasing entre todas las tuplas ¡Clave, Significado! del dicc y siguientes del iterador

HAYSIGUIENTE(**in**  $it : \text{itDPN}$ )  $\longrightarrow res : \text{bool}$

**Pre**  $\equiv \{true\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} haySiguiente(it)\}$

**Descripción:** Indica si hay siguiente

**Complejidad:**  $O(1)$

HAYANTERIOR(**in**  $it : \text{itDPN}$ )  $\longrightarrow res : \text{bool}$

**Pre**  $\equiv \{true\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} hayAnterior(it)\}$

**Descripción:** Indica si hay anterior

**Complejidad:**  $O(1)$

SIGUIENTE(**in**  $it : \text{itDPN}$ )  $\longrightarrow res : \langle \text{clave:String}, \text{significado}:\alpha \rangle$

**Pre**  $\equiv \{HaySiguiente(it)\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} siguiente(it)\}$

**Descripción:** Retorna el siguiente

**Complejidad:**  $O(1)$

**Aliasing:** Hay aliasing

ANTERIOR(**in**  $it : \text{itDPN}$ )  $\longrightarrow res : \langle \text{clave:String}, \text{significado}:\alpha \rangle$

**Pre**  $\equiv \{HayAnterior(it)\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} anterior(it)\}$

**Descripción:** Retorna el anterior

**Complejidad:**  $O(1)$

**Aliasing:** Hay aliasing

SIGUIENTECLAVE(**in**  $it : \text{itDPN}$ )  $\longrightarrow res : \text{String}$

**Pre**  $\equiv \{HaySiguiente(it)\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} siguiente(it).significado\}$

**Descripción:** Retorna la siguiente clave

**Complejidad:**  $O(1)$

**Aliasing:** Hay aliasing

ANTERIORCLAVE(**in**  $it : \text{itDPN}$ )  $\longrightarrow res : \text{String}$

**Pre**  $\equiv \{HayAnterior(it)\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} anterior(it).significado\}$

**Descripción:** Retorna la clave anterior

**Complejidad:**  $O(1)$

**Aliasing:** Hay aliasing

SIGUIENTESIGNIFICADO(**in**  $it : \text{itDPN}$ )  $\longrightarrow res : \alpha$

**Pre**  $\equiv \{HaySiguiente(it)\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} siguiente(it).significado\}$

**Descripción:** Retorna el siguiente significado

**Complejidad:**  $O(1)$

**Aliasing:** Hay aliasing

ANTERIORSIGNIFICADO(**in**  $it : \text{itDPN}$ )  $\longrightarrow res : \alpha$

**Pre**  $\equiv \{HayAnterior(it)\}$

**Post**  $\equiv \{res =_{\text{obs}} anterior(it).significado\}$

**Descripción:** Retorna el significado anterior

**Complejidad:**  $O(1)$

**Aliasing:** Hay aliasing

AVANZAR(**in/out**  $it : \text{itDPN}$ )

**Pre**  $\equiv \{HaySiguiente(it) \wedge it =_{\text{obs}} it_0\}$

**Post**  $\equiv \{anteriores(it_0) \bullet primero(siguientes(it_0)) =_{\text{obs}} anteriores(it) \wedge fin(siguientes(it_0)) =_{\text{obs}} siguientes(it_0)\}$

**Descripción:** Modifica el iterador, haciendolo avanzar una posicion

**Complejidad:**  $O(1)$

RETROCEDER(**in/out**  $it : \text{itDPN}$ )

**Pre**  $\equiv \{HayAnterior(it) \wedge it =_{\text{obs}} it_0\}$

**Post**  $\equiv \{comienzo(anteriores(it_0)) =_{\text{obs}} anteriores(it) \wedge ultimo(anteriores(it_0) \bullet siguientes(it_0)) =_{\text{obs}} siguientes(it_0)\}$

**Descripción:** Modifica el iterador, haciendolo retroceder una posicion

**Complejidad:**  $O(1)$

### 3.5 Representación del iterador

se explica con ITERADOR DICCIONARIO

se representa con `itLista(<clave:String, significado: $\alpha$ >)`

### 3.6 Algoritmos del iterador

CREARITERADOR(**in**  $d : \text{dpn}$ )  $\longrightarrow res : \text{itDPN}$

$res \leftarrow \text{NuevoItLista}(d.ALista())$

$O(1)$

HAYSIGUIENTE(**in**  $it : \text{itDPN}$ )  $\longrightarrow res : \text{bool}$

$res \leftarrow it.haySiguiente()$

---

$O(1)$

$O(1)$

---

$O(1)$

HAYANTERIOR(**in**  $it : \text{itDPN}$ )  $\longrightarrow res : \text{bool}$

$res \leftarrow it.hayAnterior()$

$O(1)$



	O(1)
SIGUIENTE( <b>in</b> <i>it</i> : itDPN) $\longrightarrow$ <i>res</i> : bool <i>res</i> $\leftarrow$ <i>it.Siguiente</i> ()	O(1)
ANTERIOR( <b>in</b> <i>it</i> : itDPN) $\longrightarrow$ <i>res</i> : bool <i>res</i> $\leftarrow$ <i>it.Anterior</i> ()	O(1)
SIGUIENTECLAVE( <b>in</b> <i>it</i> : itDPN) $\longrightarrow$ <i>res</i> : String <i>res</i> $\leftarrow$ <i>it.Siguiente</i> (). <i>clave</i>	O(1)
ANTERIORCLAVE( <b>in</b> <i>it</i> : itDPN) $\longrightarrow$ <i>res</i> : String <i>res</i> $\leftarrow$ <i>it.Anterior</i> (). <i>clave</i>	O(1)
SIGUIENTESIGNIFICADO( <b>in</b> <i>it</i> : itDPN) $\longrightarrow$ <i>res</i> : $\alpha$ <i>res</i> $\leftarrow$ <i>it.Siguiente</i> (). <i>significado</i>	O(1)
ANTERIORSIGNIFICADO( <b>in</b> <i>it</i> : itDPN) $\longrightarrow$ <i>res</i> : $\alpha$ <i>res</i> $\leftarrow$ <i>it.Anterior</i> (). <i>significado</i>	O(1)
AVANZAR( <b>in/out</b> <i>it</i> : itDPN) <i>it.avanzar</i> ()	O(1)
RETROCEDER( <b>in/out</b> <i>it</i> : itDPN) <i>it.retroceder</i> ()	O(1)

## 4 Campus

### 4.1 Interfaz

se explica con **CAMPUS**

usa

**géneros**                  **campus**

#### Operaciones

**ARMARCAMPUS**(**in** *ancho* : nat, *alto* : nat)  $\longrightarrow$  *res* : campus

**Pre**  $\equiv$  {true}

**Post**  $\equiv$  {*res* =<sub>obs</sub> *crearCampus*(*ancho*, *alto*)}

**Descripción:** Crea el campus, sin obstáculos

**Complejidad:**  $O(\text{ancho} \times \text{alto})$

AGREGAROBS(**in/out**  $c : \text{campus}$ ,  $in\ p : \text{pos}$ )

**Pre**  $\equiv \{(c) \equiv (c_0)\}$

**Post**  $\equiv \{c =_{\text{obs}} \text{agregarObstaculo}(p, c_0)\}$

**Descripción:** Agrega un obstáculo al campus

**Complejidad:**  $O(1)$

ALTO(**in**  $c : \text{campus}$ )  $\longrightarrow res : \text{nat}$

**Pre**  $\equiv \{\text{true}\}$

**Post**  $\equiv \{res \equiv \text{alto}(c)\}$

**Descripción:** Indica la cantidad de filas de  $c$

**Complejidad:**  $O(1)$

ANCHO(**in**  $c : \text{campus}$ )  $\longrightarrow res : \text{nat}$

**Pre**  $\equiv \{\text{true}\}$

**Post**  $\equiv \{res \equiv \text{alto}(c)\}$

**Descripción:** Indica la cantidad de columnas de  $c$

**Complejidad:**  $O(1)$

OCUPADA(**in**  $c : \text{campus}$ ,  $p : \text{pos}$ )  $\longrightarrow res : \text{bool}$

**Pre**  $\equiv \{\text{PosValida}(c, p)\}$

**Post**  $\equiv \{res \iff \pi_1(\text{grilla}(c)[\pi_1(p)][\pi_2(p)])\}$

**Descripción:** Comprueba si una posición está ocupada

**Complejidad:**  $O(1)$

POSVALIDA(**in**  $c : \text{campus}$ ,  $p : \text{pos}$ )  $\longrightarrow res : \text{bool}$

**Pre**  $\equiv \{\text{true}\}$

**Post**  $\equiv \{res \iff (\pi_1(p) < \text{ancho}(c) \wedge \pi_2(p) < \text{alto}(c))\}$

**Descripción:** Comprueba que una posición exista dentro del campus.

**Complejidad:**  $O(1)$

ESINGRESO(**in**  $c : \text{campus}$ ,  $p : \text{pos}$ )  $\longrightarrow res : \text{bool}$

**Pre**  $\equiv \{\text{PosValida}(c, p)\}$

**Post**  $\equiv \{res \iff (\pi_2(p) = \text{alto}(c) - 1 \vee \pi_2(p) = 0)\}$

**Descripción:** Comprueba si una posición es un ingreso al campus.

**Complejidad:**  $O(1)$

INGRESOSUP(**in**  $c : \text{campus}$ ,  $p : \text{pos}$ )  $\longrightarrow res : \text{bool}$

**Pre**  $\equiv \{\text{PosValida}(c, p)\}$

**Post**  $\equiv \{res \iff \pi_2(p) = 0\}$

**Descripción:** Comprueba si una posición es un ingreso superior al campus.

**Complejidad:**  $O(1)$

INGRESOINF(**in**  $c : \text{campus}$ ,  $p : \text{pos}$ )  $\longrightarrow res : \text{bool}$

**Pre**  $\equiv \{\text{PosValida}(c, p)\}$

**Post**  $\equiv \{res \iff \pi_2(p) = \text{alto}(c) - 1\}$

**Descripción:** Comprueba si una posición es un ingreso superior al campus.

**Complejidad:**  $O(1)$

DISTANCIA(**in**  $c : \text{campus}$ ,  $p1 : \text{pos}$ ,  $p2 : \text{pos}$ )  $\longrightarrow res : \text{nat}$

**Pre**  $\equiv \{\text{PosValida}(c, p1) \wedge \text{PosValida}(c, p2)\}$

**Post**  $\equiv \{res \equiv \text{distancia}(p1, p2, c)\}$

**Descripción:** Comprueba si una posición es un ingreso inferior al campus.

**Complejidad:**  $O(1)$

$\text{VECINOS}(\text{in } c : \text{campus}, p : \text{pos}) \longrightarrow res : \text{conj}(\text{pos})$

**Pre**  $\equiv \{PosValida(c, p)\}$

**Post**  $\equiv \{res \equiv vecinos(p, c)\}$

**Descripción:** devuelve el conjunto de vecinos de una posición.

**Complejidad:**  $O(1)$

Las complejidades están en función de las siguientes variables:

$al$  : cantidad de filas del campus,

$an$  : cantidad de columnas del campus,

$k$  : la cola de paquetes más larga de todas las computadoras.

## 4.2 Representación

se representa con *estr*

donde *estr* es  $\text{tupla}(\text{ancho} : \text{nat},$   
 $\text{alto} : \text{nat},$   
 $\text{grilla} : \text{arreglo}(\text{arreglo}(\text{tupla}(\text{Ocupado} : \text{bool}, , \text{tupla}(\text{pl} : \text{nat},$   
 $\text{EsObst} : \text{bool}, \text{nombre} : \text{string})$   
 $\text{EsAgente} : \text{bool}))$

### Invariante de representación

1. Todos los IP de *compus* pertenecen al conjunto de claves de *CompusPorPref* y la longitud de dicho arreglo es igual al cardinal de las claves del diccionario.
2. Los pN de las tuplas que tiene el arreglo *compus* apuntan al conjunto de paquetes(PorNom) de un significado en *CompusPorPref* cuya clave es igual al IP de esa posición en el arreglo.
3. Los pN' apuntan al conjunto de paquetes(porNom') de un significado en *CompusPorPref* cuya clave es igual al IP de esa posición en el arreglo
4. Los paquetes del significado pN' son iguales a los paquetes de pN
5. El origen de pN' es distinto al destino de pN' y ambos son posiciones válidas del arreglo *compus*
6. PosActual de pN' es una posicion válida del arreglo *compus*
7. La *#PaquetesEnviados* de cada compu es mayor o igual a la actual cantidad total de paquetes que pasaron por esa compu
8. Todos los conjuntos de los significados de *CompusPorPref* son disjuntos dos a dos.
9. Los conjuntos de los campos de la tupla PorNom, PorPrior son iguales.
10. La matriz de caminosMinimos es cuadrada de lado n, con n igual al tamaño del arreglo de *compus*.
11. Para cualquier compu en el sistema f,d caminosMinimos[f][d] se corresponde con caminoMinimo(red,f,d)
12. La longitud de *CaminosMinimos* es igual a la longitud del arreglo que tiene *CaminosMinimos* en cada posición.

13. La longitud del arreglo, que tiene un arreglo de *CaminosMinimos* es menor o igual a la longitud de *CaminosMinimos*.
14. Los elementos del arreglo anteriormente mencionado son IPs del diccionario *CompusPorPref* y no tiene repetidos.
15. La computadora que más paquetes envió es aquella cuyo índice es igual a *LaQMasEnvio*

Rep :  $\widehat{\text{sistema}} \rightarrow \text{boolean}$

( $\forall s : \widehat{\text{sistema}}$ )

Rep( $s$ )  $\equiv$

1.  $\forall s : \text{String} \text{ def?}(s, s.\text{CompusPorPref}), (\exists c : \text{compu}), \text{esta?}(c, s.\text{Compus}) \wedge \pi_1(c) = s \wedge \text{longitud}(s.\text{Compus}) = \#\text{CLAVES}(s.\text{CompusPorPref})$
2.  $\forall c : \text{compu} \text{ esta?}(c, s.\text{Compus}), * \pi_2(c) = \text{obtener}(\pi_1(c), s.\text{CompusPorPref})$
3.  $\forall c : \text{compu} \text{ esta?}(c, s.\text{Compus}), * \pi_3(c) = \text{obtener}(\pi_3(c), s.\text{CompusPorPref})$
- 4, 5, 6.
- ( $\forall c : \text{nat}$ )  $0 \leq c < \text{Longitud}(s.\text{compus}) \Rightarrow_L$   
 $\text{Longitud}(s.\text{compus}[c].pN) = \text{Longitud}(s.\text{compus}[c].pN') \wedge$   
 $(\forall p : \text{paquetePos}) \text{esta?}(p, s.\text{compus}[c].pN') \Rightarrow_L$   
 $\text{esta}(\pi_1(p), s.\text{compus}[c].pN) \wedge 0 \leq \text{indiceOrigen}(p) < \text{Longitud}(s.\text{compus})$   
 $\wedge 0 \leq \text{indiceDestino}(p) < \text{Longitud}(s.\text{compus})$   
 $\wedge 0 \leq \text{posActual}(p) < \text{Longitud}(s.\text{compus})$   
 $\wedge \neg(\text{indiceDestino}(p) = \text{indiceOrigen}(p))$
7. ( $\forall c : \text{nat}$ )  $0 \leq c < \text{Longitud}(s.\text{compus}) \Rightarrow_L$   
 $(\forall p : \text{paquetePos}) \text{pertenece}(s.\text{compus}[c].pN', p) \Rightarrow_L$   
 $\beta(\text{esta}(s.\text{compus}[c], \text{caminoMinimo}(s.\text{red}, s.\text{compus}[\text{indiceOrigen}(p)], s.\text{compus}[\text{posActual}(p)])))$
8.  $\forall s, t : \text{String} \text{ def?}(s, s.\text{CompusPorPref}) \wedge \text{def?}(t, t.\text{CompusPorPref}) \wedge s \neq t \Rightarrow_L$   
 $\text{obtener}(s, s.\text{CompusPorPref}) \cap \text{obtener}(t, t.\text{CompusPorPref}) = \emptyset$
9.  $\forall s : \text{String} \text{ def?}(s, s.\text{CompusPorPref}) \Rightarrow_L \pi_1(\text{obtener}(s, s.\text{CompusPorPref})) =$   
 $\pi_2(\text{obtener}(s, s.\text{CompusPorPref}))$
10.  $\text{Longitud}(s.\text{compus}) = \text{Longitud}(\text{CaminosMinimos}(s)) \wedge$   
 $(\forall i : \text{nat}) 0 \leq i < \text{Longitud}(s.\text{compus}) \Rightarrow_L$   
 $\text{Longitud}(s.\text{CaminosMinimos}[i]) = \text{Longitud}(s.\text{compus})$
11. ( $\forall f, d : \text{nat}$ )  $\neg(f = d) \wedge 0 \leq f, d < \text{Longitud}(s.\text{compus}) \Rightarrow_L$   
 $\text{CaminosMinimos}[f][d] =$   
 $\text{caminoMinimo}(s.\text{red}, \text{ipACompu}(s.\text{red}, \pi_1(s.\text{compus}[f])), \text{ipACompu}(s.\text{red}, \pi_1(s.\text{compus}[d])))$
- 12, 13, 14. ( $\forall i, j : \text{nat}$ ),  $0 \leq i, j < \text{longitud}(s.\text{CaminosMinimos}) \Rightarrow_L \text{longitud}(s.\text{CaminosMinimos}) =$   
 $\text{longitud}(s.\text{CaminosMinimos}[i]) \wedge \text{longitud}(s.\text{CaminosMinimos}[i][j]) < \text{longitud}(s.\text{CaminosMinimos}) \wedge$   
 $(\forall e : \text{nat}), \text{esta?}(e, s.\text{CaminosMinimos}[i][j]) \Rightarrow \text{pertenece}(e, s.\text{CompusPorPref})$
15.  $\forall c : \text{compu} \text{ esta?}(c, s.\text{Compus}) \Rightarrow_L \pi_3(c) \leq \pi_3(s.\text{Compus}[s.\text{LaQMasEnvio}])$

## Función de abstracción

Abs :  $\widehat{\text{dcnet}} \rightarrow \widehat{\text{DCNet}}$

{Rep( $s$ )}

( $\forall s : \widehat{\text{dcnet}}$ )

Abs( $s$ )  $\equiv dc : \widehat{\text{DCNet}} \mid$

$\text{red}(dc) = *(s.\text{red}) \wedge (\forall c : \text{compu}, c \in \text{compus}(dc)) (\text{enEspera}(dc, c) = *(\text{enEspera}(s, c)) \wedge$

$\text{cantidadEnviados}(dc, c) = \text{cantidadEnviados}(s, c)) \wedge$

$(\forall p : \text{paquete}, \text{paqueteEnTransito?}(dc, p)) \text{caminoRecorrido}(dc, p) = *(\text{caminoRecorrido}(s, p))$

### 4.3 Algoritmos

<b>ICREAR SISTEMA</b> ( <b>in</b> $r : \text{red}$ ) $\longrightarrow res : \text{dcnet}$	
$res.red \leftarrow r$	
$n \leftarrow \text{Longitud}(\text{COMPUS}(red))$	$O(1)$
$i \leftarrow 0$	
$j \leftarrow 0$	$O(1)$
$res.Compūs \leftarrow \text{CREARARREGLO}(n)$	$O(n)$
$res.CaminosMinimos \leftarrow \text{CREARARREGLO}(n)$	$O(n)$
<b>var</b> $p : \text{arreglo\_dimensionable de puntero}(\text{conjLog}(\text{paquete}))$	
<b>while</b> $i < n$ <b>do</b>	$O(L * n^5)$
	$O(n)$
$res.CaminosMinimos[i] \leftarrow \text{CREARARREGLO}(n)$	$O(n)$
$s : < nat, conjLog(paquete, <_{id}), conjLog(paquete, <_p),$	
$conjLog(paquetePos, <_{id}), conjLog(paquetePos, <_p) >$	
$\pi_1(s) \leftarrow compu(r, i)$	
$\pi_2(s) \leftarrow \text{NUEVO}()$	
$\pi_3(s) \leftarrow \text{NUEVO}()$	
$\pi_4(s) \leftarrow \text{NUEVO}()$	
$\pi_5(s) \leftarrow \text{NUEVO}()$	
$\text{DEFINIR}(res.CompūsPorPref, compu(r, i), s)$	$O(L)$
$p[i] \leftarrow \pi_3(s)$	
$p'[i] \leftarrow \pi_5(s)$	
$res.Compūs[i] \leftarrow < compu(r, i), p[i], p'[i], 0 >$	$O(1)$
<b>while</b> $j < n$ <b>do</b>	$O(L * n^4)$
	$O(n)$
$res.CaminosMinimos[i][j] \leftarrow \text{caminoMinimo}(compu(r, i), compu(r, j), r)$	$O(L * n^3)$
$j++$	
<b>end while</b>	
$i++$	
<b>end while</b>	
$res.LaQMasEnvio \leftarrow 0$	$O(1)$
<hr/>	
	$O(L \times n^5)$
<b>ICREARPAQUETE</b> ( <b>in/out</b> $s : \text{dcnet}$ , <b>in/out</b> $p : \text{paquete}$ )	
$t_1 : < nat, conjLog(paquete, <_{id}), conjLog(paquete, <_p),$	
$conjLog(paquetePos, <_{id}), conjLog(paquetePos, <_p) >$	
$t_1 \leftarrow \text{OBTENER}(\text{origen}(p), s.CompūsPorPref)$	$O(L)$
$t_2 : < nat, conjLog(paquete, <_{id}), conjLog(paquete, <_p),$	
$conjLog(paquetePos, <_{id}), conjLog(paquetePos, <_p) >$	
$t_2 \leftarrow \text{OBTENER}(\text{destino}(p), s.CompūsPorPref)$	$O(L)$
$p' : paquetePos$	
$\text{INDICEORIGEN}(p') \leftarrow \pi_1(t_1)$	$O(1)$
$\text{INDICEDESTINO}(p') \leftarrow \pi_1(t_2)$	$O(1)$
$\text{POSACTUAL}(p') \leftarrow 0$	
$\text{INSERTAR}(\pi_2(t), p)$	$O(\log(k))$
$\text{INSERTAR}(\pi_3(t), p)$	$O(\log(k))$
$\text{INSERTAR}(\pi_4(t), p')$	$O(\log(k))$
$\text{INSERTAR}(\pi_5(t), p')$	$O(\log(k))$
<hr/>	
	$O(L + \log(k))$

#### 4.4 Servicios Usados

Del modulo ConjLog requerimos pertenece, buscar, menor, insertar y borrar en  $O(\log(k))$  .

Del modulo Diccionario Por Prefijos requerimos Def?, obtener en  $O(L)$ .