
PROCESADORES DE LENGUAJES

MEMORIA DE PROYECTO - HITO 2: ANALIZADOR SINTÁCTICO

GRUPO 10

SERGIO COLET GARCÍA
LAURA MARTÍNEZ TOMÁS
RODRIGO SOUTO SANTOS
LI JIE CHEN CHEN

*Grado en Ingeniería informática
Facultad de Informática
Universidad Complutense de Madrid*



Índice general

1 | Especificación de la sintaxis abstracta

1.1. Eliminación de terminales sin carga semántica

programa \rightarrow *bloque*
bloque \rightarrow *declaraciones instrucciones*
declaraciones \rightarrow *lista-declaraciones*
declaraciones $\rightarrow \epsilon$
lista-declaraciones \rightarrow *lista-declaraciones declaracion*
lista-declaraciones \rightarrow *declaracion*
lista-variables \rightarrow *lista-variables variable*
lista-variables \rightarrow *variable*
variable \rightarrow *tipo identificador*
declaracion \rightarrow *variable*
declaracion \rightarrow **type** *variable*
declaracion \rightarrow **identificador** *par-formales bloque*
tipo \rightarrow *tipo literalEntero*
tipo \rightarrow *tipo2*
tipo2 \rightarrow \wedge *tipo2*
tipo2 \rightarrow *tipo3*
tipo3 \rightarrow **bool**
tipo3 \rightarrow **int**
tipo3 \rightarrow **real**
tipo3 \rightarrow **string**
tipo3 \rightarrow **identificador**
tipo3 \rightarrow **struct** *lista-variables*
instrucciones \rightarrow *lista-instrucciones*
instrucciones $\rightarrow \epsilon$
lista-instrucciones \rightarrow *lista-instrucciones instruccion*
lista-instrucciones \rightarrow *instruccion*
par-formales \rightarrow *lista-par-formal*
par-formales $\rightarrow \epsilon$
lista-par-formal \rightarrow *par-formal lista-par-formal*
lista-par-formal \rightarrow *par-formal*
par-formal \rightarrow *tipo & identificador*
par-formal \rightarrow *tipo identificador*
par-reales \rightarrow *lista-par-real*
par-reales $\rightarrow \epsilon$
lista-par-real \rightarrow *E lista-par-real*
lista-par-real \rightarrow *E*
instruccion \rightarrow *eval*
instruccion \rightarrow **if** *E bloque*
instruccion \rightarrow **if** *E bloque bloque*
instruccion \rightarrow **while** *E bloque*
instruccion \rightarrow **new** *E*
instruccion \rightarrow **delete** *E*
instruccion \rightarrow **read** *E*
instruccion \rightarrow **write** *E*
instruccion \rightarrow **call** *identificador par-reales*
instruccion \rightarrow **nl**
instruccion \rightarrow *bloque*
eval \rightarrow *E*
E \rightarrow *E1 = E*

$E \rightarrow E1$
 $E1 \rightarrow E1 \text{ } OP1 \text{ } E2$
 $E1 \rightarrow E2$
 $E2 \rightarrow E2 + E3$
 $E2 \rightarrow E3 - E3$
 $E2 \rightarrow E3$
 $E3 \rightarrow E4 \text{ and } E3$
 $E3 \rightarrow E4 \text{ or } E4$
 $E3 \rightarrow E4$
 $E4 \rightarrow E4 \text{ } OP4 \text{ } E5$
 $E4 \rightarrow E5$
 $E5 \rightarrow OP5 \text{ } E6$
 $E5 \rightarrow E6$
 $E6 \rightarrow E6 \text{ } OP6$
 $E6 \rightarrow E7$
 $E7 \rightarrow \text{true}$
 $E7 \rightarrow \text{false}$
 $E7 \rightarrow \text{literalEntero}$
 $E7 \rightarrow \text{literalReal}$
 $E7 \rightarrow \text{literalCadena}$
 $E7 \rightarrow \text{identificador}$
 $E7 \rightarrow \text{null}$
 $E7 \rightarrow E$
 $OP1 \rightarrow <$
 $OP1 \rightarrow <=$
 $OP1 \rightarrow >$
 $OP1 \rightarrow >=$
 $OP1 \rightarrow ==$
 $OP1 \rightarrow !=$
 $OP4 \rightarrow *$
 $OP4 \rightarrow /$
 $OP4 \rightarrow \%$
 $OP5 \rightarrow +$
 $OP5 \rightarrow -$
 $OP5 \rightarrow \text{not}$
 $OP6 \rightarrow E$
 $OP6 \rightarrow \text{identificador}$
 $OP6 \rightarrow ^$

1.2. Simplificación de la sintaxis

$\text{bloque} \rightarrow \text{declaraciones instrucciones}$
 $\text{declaraciones} \rightarrow \text{lista-declaraciones}$
 $\text{declaraciones} \rightarrow \epsilon$
 $\text{lista-declaraciones} \rightarrow \text{lista-declaraciones declaracion}$
 $\text{lista-declaraciones} \rightarrow \text{declaracion}$
 $\text{lista-variables} \rightarrow \text{lista-variables variable}$
 $\text{lista-variables} \rightarrow \text{variable}$
 $\text{variable} \rightarrow \text{tipo identificador}$
 $\text{declaracion} \rightarrow \text{variable}$
 $\text{declaracion} \rightarrow \text{type variable}$
 $\text{declaracion} \rightarrow \text{identificador par-formales bloque}$
 $\text{tipo} \rightarrow \text{tipo literalEntero}$
 $\text{tipo} \rightarrow ^\text{tipo}$
 $\text{tipo} \rightarrow \text{bool}$
 $\text{tipo} \rightarrow \text{int}$
 $\text{tipo} \rightarrow \text{real}$
 $\text{tipo} \rightarrow \text{string}$

$tipo \rightarrow \text{identificador}$
 $tipo \rightarrow \text{struct } lista\text{-}variables$
 $instrucciones \rightarrow lista\text{-}instrucciones$
 $instrucciones \rightarrow \epsilon$
 $lista\text{-}instrucciones \rightarrow lista\text{-}instrucciones \text{ instruccion}$
 $lista\text{-}instrucciones \rightarrow instruccion$
 $par\text{-}formales \rightarrow lista\text{-}par\text{-}formal$
 $par\text{-}formales \rightarrow \epsilon$
 $lista\text{-}par\text{-}formal \rightarrow par\text{-}formal \text{ lista}\text{-}par\text{-}formal$
 $lista\text{-}par\text{-}formal \rightarrow par\text{-}formal$
 $par\text{-}formal \rightarrow tipo \ \& \text{identificador}$
 $par\text{-}formal \rightarrow tipo \ \text{identificador}$
 $par\text{-}reales \rightarrow lista\text{-}par\text{-}real$
 $par\text{-}reales \rightarrow \epsilon$
 $lista\text{-}par\text{-}real \rightarrow E \text{ lista}\text{-}par\text{-}real$
 $lista\text{-}par\text{-}real \rightarrow E$
 $instruccion \rightarrow E$
 $instruccion \rightarrow \text{if } E \text{ bloque}$
 $instruccion \rightarrow \text{if } E \text{ bloque else bloque}$
 $instruccion \rightarrow \text{while } E \text{ bloque}$
 $instruccion \rightarrow \text{new } E$
 $instruccion \rightarrow \text{delete } E$
 $instruccion \rightarrow \text{read } E$
 $instruccion \rightarrow \text{write } E$
 $instruccion \rightarrow \text{call identificador } par\text{-}reales$
 $instruccion \rightarrow \text{nl}$
 $instruccion \rightarrow bloque$
 $E \rightarrow E = E$
 $E \rightarrow E < E$
 $E \rightarrow E <= E$
 $E \rightarrow E > E$
 $E \rightarrow E >= E$
 $E \rightarrow E == E$
 $E \rightarrow E != E$
 $E \rightarrow E + E$
 $E \rightarrow E - E$
 $E \rightarrow E * E$
 $E \rightarrow E / E$
 $E \rightarrow E \% E$
 $E \rightarrow E \text{ and } E$
 $E \rightarrow E \text{ or } E$
 $E \rightarrow -E$
 $E \rightarrow \text{not } E$
 $E \rightarrow E \ E$
 $E \rightarrow E \ . \text{identificador}$
 $E \rightarrow E ^$
 $E \rightarrow \text{true}$
 $E \rightarrow \text{false}$
 $E \rightarrow \text{literalEntero}$
 $E \rightarrow \text{literalReal}$
 $E \rightarrow \text{literalCadena}$
 $E \rightarrow \text{identificador}$
 $E \rightarrow \text{null}$

1.3. Asignación de géneros a cada no-terminal

Cuadro 1.3.1: Géneros de los no-terminales

No terminal	Género
bloque	Blo
declaraciones	Decs
lista-declaraciones	LDecs
lista-variables	LVar
variable	Var
declaracion	Dec
tipo	Tipo
instrucciones	Insts
lista-instrucciones	LInst
par-formales	PFmls
lista-par-formal	LPFml
par-formal	PFml
par-reales	PReales
lista-par-reas	LPReal
instruccion	Inst
E	Exp

1.4. Constructores de las reglas

Cuadro 1.4.1: Constructores de las diferentes reglas

Regla	Constructor
$\text{bloque} \rightarrow \text{declaraciones instrucciones}$	$\text{bloq: Decs} \times \text{Insts} \rightarrow \text{Blo}$
$\text{declaraciones} \rightarrow \text{lista-declaraciones}$	$\text{si_decs: LDecs} \rightarrow \text{Decs}$
$\text{declaraciones} \rightarrow \epsilon$	$\text{no_decs:} \rightarrow \text{Decs}$
$\text{declaraciones} \rightarrow$	LVar
$\text{lista-declaraciones} \rightarrow \text{lista-declaraciones declaracion}$	$\text{muchas_decs: LDecs} \times \text{Dec} \rightarrow \text{LDecs}$
$\text{lista-declaraciones} \rightarrow \text{declaracion}$	$\text{una_dec: Dec} \rightarrow \text{LDecs}$
$\text{lista-variables} \rightarrow \text{lista-variables variable}$	$\text{muchas_var: LVar} \times \text{Var} \rightarrow \text{LVar}$
$\text{lista-variables} \rightarrow \text{variable}$	$\text{una_var: Var} \rightarrow \text{LVar}$
$\text{variable} \rightarrow \text{tipo identificador}$	$\text{var: Tipo} \times \text{string} \rightarrow \text{Var}$
$\text{declaracion} \rightarrow \text{variable}$	$\text{dec_simple: Var} \rightarrow \text{Dec}$
$\text{declaracion} \rightarrow \text{type variable}$	$\text{dec_type: Var} \rightarrow \text{Dec}$
$\text{declaracion} \rightarrow \text{identificador par-formales bloque}$	$\text{dec_proc: string} \times \text{PFmls} \times \text{Blo} \rightarrow \text{Dec}$
$\text{tipo} \rightarrow \text{tipo literalEntero}$	$\text{tipo_array: Tipo} \times \text{string} \rightarrow \text{Tipo}$
$\text{tipo} \rightarrow \wedge \text{tipo}$	$\text{tipo_punt: Tipo} \rightarrow \text{Tipo}$
$\text{tipo} \rightarrow \text{bool}$	$\text{tipo_bool:} \rightarrow \text{Tipo}$

Continúa en la siguiente página

Cuadro 1.4.1: Constructores de las diferentes reglas (Continuación)

Regla	Constructor
$tipo \rightarrow \mathbf{int}$	tipo_int: \rightarrow Tipo
$tipo \rightarrow \mathbf{real}$	tipo_real: \rightarrow Tipo
$tipo \rightarrow \mathbf{string}$	tipo_string: \rightarrow Tipo
$tipo \rightarrow \mathbf{identificador}$	tipo_ident: string \rightarrow Tipo
$tipo \rightarrow \mathbf{struct}$ lista-variables	tipo_struct: LVar \rightarrow Tipo
$instrucciones \rightarrow lista-instrucciones$	si_inst: LInst \rightarrow Insts
$instrucciones \rightarrow \epsilon$	no_inst: \rightarrow Insts
$lista-instrucciones \rightarrow lista-instrucciones\ instrucción$	muchas_inst: LInst \times Inst \rightarrow LInst
$lista-instrucciones \rightarrow instrucción$	una_inst: Inst \rightarrow LInst
$par-formales \rightarrow lista-par-formal$	si_pformal: LPFml \rightarrow PFmls
$par-formales \rightarrow \epsilon$	no_pformal: \rightarrow PFmls
$lista-par-formal \rightarrow par-formal\ lista-par-formal$	muchos_pformal: PFml \times LPFml \rightarrow LPFml
$lista-par-formal \rightarrow par-formal$	un_pformal: PFml \rightarrow LPFml
$par-formal \rightarrow tipo\ \&\mathbf{identificador}$	pformal_ref: Tipo \times string \rightarrow PFml
$par-formal \rightarrow tipo\ \mathbf{identificador}$	pformal_noref: Tipo \times string \rightarrow PFml
$par-reales \rightarrow lista-par-real$	si_preales: LPReal \rightarrow PReales
$par-reales \rightarrow \epsilon$	no_preales: \rightarrow PReales
$lista-par-real \rightarrow E\ lista-par-real$	muchas_exp: Exp \times LPReal \rightarrow LPReal
$lista-par-real \rightarrow E$	una_exp: Exp \rightarrow LPReal
$instrucción \rightarrow E$	inst_eval: Exp \rightarrow Inst
$instrucción \rightarrow \mathbf{if}\ E\ bloque$	inst_if: Exp \times Blo \rightarrow Inst
$instrucción \rightarrow \mathbf{if}\ E\ bloque\ \mathbf{else}\ bloque$	inst_else: Exp \times Blo \times Blo \rightarrow Inst
$instrucción \rightarrow \mathbf{while}\ E\ bloque$	inst_while: Exp \times Blo \rightarrow Inst
$instrucción \rightarrow \mathbf{new}\ E$	inst_new: Exp \rightarrow Inst
$instrucción \rightarrow \mathbf{delete}\ E$	inst_delete: Exp \rightarrow Inst
$instrucción \rightarrow \mathbf{read}\ E$	inst_read: Exp \rightarrow Inst
$instrucción \rightarrow \mathbf{write}\ E$	inst_write: Exp \rightarrow Inst
$instrucción \rightarrow \mathbf{call}\ \mathbf{identificador}\ par-reales$	inst_call: string \times PReales \rightarrow Inst
$instrucción \rightarrow \mathbf{nl}$	inst_nl: \rightarrow Inst
$instrucción \rightarrow bloque$	inst_blo: Blo \rightarrow Inst
$E \rightarrow E = E$	exp_asig: Exp \times Exp \rightarrow Exp
$E \rightarrow E < E$	exp_menor: Exp \times Exp \rightarrow Exp
$E \rightarrow E \leq E$	exp_menIgual: Exp \times Exp \rightarrow Exp
$E \rightarrow E > E$	exp_mayor: Exp \times Exp \rightarrow Exp
$E \rightarrow E \geq E$	exp_mayIgual: Exp \times Exp \rightarrow Exp
$E \rightarrow E == E$	exp_igual: Exp \times Exp \rightarrow Exp
$E \rightarrow E \neq E$	exp_dist: Exp \times Exp \rightarrow Exp
$E \rightarrow E + E$	exp_sum: Exp \times Exp \rightarrow Exp
$E \rightarrow E - E$	exp_resta: Exp \times Exp \rightarrow Exp
$E \rightarrow E * E$	exp_mult: Exp \times Exp \rightarrow Exp

Continúa en la siguiente página

Cuadro 1.4.1: Constructores de las diferentes reglas (Continuación)

Regla	Constructor
$E \rightarrow E / E$	exp_div: $\text{Exp} \times \text{Exp} \rightarrow \text{Exp}$
$E \rightarrow E \% E$	exp_mod: $\text{Exp} \times \text{Exp} \rightarrow \text{Exp}$
$E \rightarrow E \text{ and } E$	exp_and: $\text{Exp} \times \text{Exp} \rightarrow \text{Exp}$
$E \rightarrow E \text{ or } E$	exp_or: $\text{Exp} \times \text{Exp} \rightarrow \text{Exp}$
$E \rightarrow -E$	exp_menos: $\text{Exp} \rightarrow \text{Exp}$
$E \rightarrow \text{not } E$	exp_not: $\text{Exp} \rightarrow \text{Exp}$
$E \rightarrow E E$	exp_index: $\text{Exp} \times \text{Exp} \rightarrow \text{Exp}$
$E \rightarrow E .\text{identificador}$	exp_reg: $\text{Exp} \times \text{string} \rightarrow \text{Exp}$
$E \rightarrow E^{\wedge}$	exp_ind: $\text{Exp} \rightarrow \text{Exp}$
$E \rightarrow \text{true}$	exp_true: $\rightarrow \text{Exp}$
$E \rightarrow \text{false}$	exp_false: $\rightarrow \text{Exp}$
$E \rightarrow \text{literalEntero}$	exp_litEnt: $\text{string} \rightarrow \text{Exp}$
$E \rightarrow \text{literalReal}$	exp_litReal: $\text{string} \rightarrow \text{Exp}$
$E \rightarrow \text{literalCadena}$	exp_litCad: $\text{string} \rightarrow \text{Exp}$
$E \rightarrow \text{identificador}$	exp_iden: $\text{string} \rightarrow \text{Exp}$
$E \rightarrow \text{null}$	exp_null: $\rightarrow \text{Exp}$

2 | Especificación del constructor ATS's mediante una gramática s-atribuida

2.1. Especificación del Constructor de ASTs

```

programa  $\rightarrow$  bloque
|
|   programa.a = bloque.a
bloque  $\rightarrow$  { declaraciones instrucciones }
|
|   bloque.a = bloq(declaraciones.a, instrucciones.a)
declaraciones  $\rightarrow$  lista-declaraciones &&
|
|   declaraciones.a = si_decs(lista-declaraciones.a)
declaraciones  $\rightarrow$   $\epsilon$ 
|
|   declaraciones.a = no_decs()
lista-declaraciones  $\rightarrow$  lista-declaraciones ; declaracion
|
|   lista-declaraciones0.a = muchas_decs(lista-declaraciones1.a, declaraciones.a)
lista-declaraciones  $\rightarrow$  declaracion
|
|   lista-declaraciones.a = una_dec(declaraciones.a)
lista-variables  $\rightarrow$  lista-variables , variable
|
|   lista-variables0.a = muchas_var(lista-variables1.a, variable.a)
lista-variables  $\rightarrow$  variable
|
|   lista-variables.a = una_var(variable.a)
variable  $\rightarrow$  tipo identificador
|
|   variable.a = var(tipo.a, identificador.lex)
declaracion  $\rightarrow$  variable
|
|   declaracion.a = dec_simple(variable.a)
declaracion  $\rightarrow$  type variable
|
|   declaracion.a = dec_type(variable.a)
declaracion  $\rightarrow$  identificador par-formales bloque
|
|   declaracion.a = dec_proc(identificador.lex, par-formales.a, bloque.a)
tipo  $\rightarrow$  tipo[literalEntero]
|
|   tipo.a = tipo_array(tipo.a, literalEntero.lex)
tipo  $\rightarrow$  tipo2
|
|   tipo.a = tipo2.a
tipo2  $\rightarrow$  ^ tipo2
|
|   tipo2.a = tipo_punt(tipo2.a)
tipo2  $\rightarrow$  tipo3
|
|   tipo2.a = tipo3.a
tipo3  $\rightarrow$  bool
|
|   tipo3.a = tipo_bool
tipo3  $\rightarrow$  int
|
|   tipo3.a = tipo_int
tipo3  $\rightarrow$  real
|
|   tipo3.a = tipo_real
tipo3  $\rightarrow$  string
|
|   tipo3.a = tipo_string
tipo3  $\rightarrow$  identificador
|
|   tipo3.a = tipo_ident(identificador.lex)
tipo3  $\rightarrow$  struct { lista-variables }
|
|   tipo3.a = tipo_struct(lista-variables.a)
instrucciones  $\rightarrow$  lista-instrucciones
|
|   instrucciones.a = si_inst(lista-instrucciones.a)
instrucciones  $\rightarrow$   $\epsilon$ 

```

```

|      instrucciones.a = no_inst()
lista-instrucciones → lista-instrucciones ; instruccion
|      lista-instrucciones0.a = muchas_inst(lista-instrucciones1.a, instruccion.a)
lista-instrucciones → instruccion
|      lista-instrucciones.a = una_inst(instruccion.a)
par-formales → (lista-par-formal)
|      par-formales.a = si_pformal(lista-par-formal.a)
par-formales → ()
|      par-formales.a = no_pformal()
lista-par-formal → par-formal, lista-par-formal
|      lista-par-formal0.a = muchos_pformal(par-formal.a, lista-par-formal1.a)
lista-par-formal → par-formal
|      lista-par-formal.a = un_pformal(par-formal.a)
par-formal → tipo &identificador
|      par-formal.a = pformal_ref(tipo.a, identificador.lex)
par-formal → tipo identificador
|      par-formal.a = pformal_noref(tipo.a, identificador.lex)
par-reales → (lista-par-real)
|      par-reales.a = si_preales(lista-par-real.a)
par-reales → ()
|      par-reales.a = no_preales()
lista-par-real → E0, lista-par-real
|      lista-par-real0.a = muchas_exp(E0.a, lista-par-real1.a)
lista-par-real → E0
|      lista-par-real.a = una_exp(E0.a)
instruccion → eval
|      instruccion.a = eval.a
instruccion → @ E0
|      instruccion.a = inst_eval(E0.a)
instruccion → if E0 bloque
|      instruccion.a = inst_if(E0.a, bloque.a)
instruccion → if E0 bloque else bloque
|      instruccion.a = inst_else(E0.a, bloque0.a, bloque1.a)
instruccion → while E0 bloque
|      instruccion.a = inst_while(E0.a, bloque.a)
instruccion → new E0
|      instruccion.a = inst_new(E0.a)
instruccion → delete E0
|      instruccion.a = inst_delete(E0.a)
instruccion → read E0
|      instruccion.a = inst_read(E0.a)
instruccion → write E0
|      instruccion.a = inst_write(E0.a)
instruccion → call identificador par-reales
|      instruccion.a = inst_call(identificador.a, par-reales.a)
instruccion → nl
|      instruccion.a = inst_nl()
instruccion → bloque
|      instruccion.a = inst_blo(bloque.a)
E0 → E1 = E0
|      E00.a = exp_asig(E1.a, E01.a)
E0 → E1
|      E0.a = E1.a
E1 → E1 OP1 E2
|      E10.a = mkop(OP1.op, E11.a, E2.a)
E1 → E2
|      E1.a = E2.a
E2 → E2 + E3
|      E20.a = exp_suma(E21.a, E3.a)
E2 → E3 - E3

```

```

|      E2.a = exp_resta(E30.a, E31.a)
E2 → E3
|      E2.a = E3.a
E3 → E4 and E3
|      E30.a = exp_and(E4.a, E31.a)
E3 → E4 or E4
|      E3.a = exp_or(E40.a, E41.a)
E3 → E4
|      E3.a = E4.a
E4 → E4 OP4 E5
|      E40.a = mkop(OP4.op, E41.a, E5.a)
E4 → E5
|      E4.a = E5.a
E5 → - E5
|      E50.a = exp_menos(E51.a)
E5 → not E5
|      E50.a = exp_not(E51.a)
E5 → E6
|      E5.a = E6.a
E6 → E6 [ E0 ]
|      E6.a = exp_index(E6.a)
E6 → E6.identificador
|      E6.a = exp_reg(E6.a, identificador.lex)
E6 → E6^
|      E6.a = exp_ind(E6.a)
E6 → E7
|      E6.a = E7.a
E7 → true
|      E7.a = exp_true()
E7 → false
|      E7.a = exp_false()
E7 → literalEntero
|      E7.a = exp_litEnt(literalEntero.lex)
E7 → literalReal
|      E7.a = exp_litReal(literalReal.lex)
E7 → literalCadena
|      E7.a = exp_litCad(literalCadena.lex)
E7 → identificador
|      E7.a = exp_iden(identificador.lex)
E7 → null
|      E7.a = exp_null()
E7 → ( E0 )
|      E7.a = E0.a
OP1 → <
|      OP1.op = “ < ”
OP1 → <=
|      OP1.op = “ <= ”
OP1 → >
|      OP1.op = “ > ”
OP1 → >=
|      OP1.op = “ >= ”
OP1 → ==
|      OP1.op = “ == ”
OP1 → !=
|      OP1.op = “ != ”
OP4 → *
|      OP4.op = “ * ”
OP4 → /
|      OP4.op = “ / ”
OP4 → %

```

OP4.op = “ % ”

```
fun mkop(op, opnd1, opnd2) :  
  op = “ < ” → return exp_menor(opnd1, opnd2)  
  op = “ <= ” → return exp_menIgual(opnd1, opnd2)  
  op = “ > ” → return exp_mayor(opnd1, opnd2)  
  op = “ >= ” → return exp_mayIgual(opnd1, opnd2)  
  op = “ == ” → return exp_igual(opnd1, opnd2)  
  op = “ = ” → return exp_dist(opnd1, opnd2)  
  op = “ * ” → return exp_mult(opnd1, opnd2)  
  op = “ / ” → return exp_div(opnd1, opnd2)  
  op = “ % ” → return exp_mod(opnd1, opnd2)
```

3 | Acondicionamiento de la especificación del constructor ATS's

```

programa → bloque
|
|   programa.a = bloque.a
bloque → { declaraciones instrucciones }
|
|   bloque.a = bloq(declaraciones.a, instrucciones.a)
declaraciones → lista-declaraciones &&
|
|   declaraciones.a = si_decs(lista-declaraciones.a)
declaraciones → ε
|
|   declaraciones.a = no_decs()
lista-declaraciones → declaracion rlista-decs
|
|   rlista-decs.ah = una_dec(declaracion.a)
|   lista-declaraciones.a = rlista-decs.a
rlista-decs → ; declaracion rlista-decs
|
|   rlista-decs1.ah = muchas_decs(rlista-decs0.ah, declaraciones.a)
|   rlista-decs0.a = rlista-decs1.a
rlista-decs → ε
|
|   rlista-decs.a = rlista-decs.ah
lista-variables → variable rlista-var
|
|   rlista-var.ah = una_var(variable.a)
|   lista-variables.a = rlista-var.a
rlista-var → , variable rlista-var
|
|   rlista-var1.ah = muchas_var(rlista-var0.ah, variable.a)
|   rlista-var0.a = rlista-var1.a
rlista-var → ε
|
|   rlista-var.a = rlista-var.ah
variable → tipo identificador
|
|   variable.a = var(tipo.a, identificador.lex)
declaracion → variable
|
|   declaracion.a = dec_simple(variable.a)
declaracion → type variable
|
|   declaracion.a = dec_type(variable.a)
declaracion → identificador par-formales bloque
|
|   declaracion.a = dec_proc(identificador.lex, par-formales.a, bloque.a)
tipo → tipo2 rtipo
|
|   rtipo.ah = tipo2.a
|   tipo.a = rtipo.a
rtipo → [literalEntero] rtipo
|
|   rtipo1.ah = tipo_array(rtipo0.ah, literalEntero.lex)
|   rtipo0.a = rtipo1.a
tipo2 → ^ tipo2
|
|   tipo2.a = tipo_punt(tipo2.a)
tipo2 → tipo3
|
|   tipo2.a = tipo3.a
tipo3 → bool
|
|   tipo3.a = tipo_bool
tipo3 → int
|
|   tipo3.a = tipo_int
tipo3 → real
|
|   tipo3.a = tipo_real
tipo3 → string
|
|   tipo3.a = tipo_string
tipo3 → identificador
|
|   tipo3.a = tipo_ident(identificador.lex)
tipo3 → struct { lista-variables }
|
|   tipo3.a = tipo_struct(lista-variables.a)

```

```

instrucciones  $\rightarrow$  lista-instrucciones
|
|   instrucciones.a = si_inst(lista-instrucciones.a)
instrucciones  $\rightarrow$   $\epsilon$ 
|
|   instrucciones.a = no_inst()
lista-instrucciones  $\rightarrow$  instruccion rlista-inst
|
|   rlista-inst.ah = una_inst(instruccion.a)
|   lista-instrucciones.a = rlista-inst.a
rlista-inst  $\rightarrow$ ; instruccion rlista-inst
|
|   rlista-inst1.ah = muchas_inst(rlista-inst0.ah, instrucciones.a)
|   rlista-inst0.a = rlista-inst1.a
rlista-inst  $\rightarrow$   $\epsilon$ 
|
|   rlista-inst.a = rlista-inst.ah
par-formales  $\rightarrow$  (rpar-formales
|
|   rpar-formales.ah = no_pformal()
|   par-formales.a = rpar-formales.a
rpar-formales  $\rightarrow$  lista-par-formal)
|
|   rpar-formales.a = si_pformal(lista-par-formal.a)
rpar-formales  $\rightarrow$ )
|
|   rpar-formales.a = no_pformal()
lista-par-formal  $\rightarrow$  par-formal rlista-par-formal
|
|   rlista-par-formal.ah = un_pformal(par-formal.a)
|   lista-par-formal.a = rlista-par-formal.a
rlista-par-formal  $\rightarrow$ , par-formal rlista-par-formal
|
|   rlista-par-formal1.ah = muchos_pformal(par-formal.a, rlista-par-formal0.ah)
|   rlista-par-formal0.a = rlista-par-formal1.a
rlista-par-formal  $\rightarrow$   $\epsilon$ 
|
|   rlista-par-formal.a = rlista-par-formal.ah
par-formal  $\rightarrow$  tipo rpar-formal
|
|   rpar-formal.ah = pformal_noref(tipo.a, indentificador.lex)
|   par-formal.a = rpar-formal.a
rpar-formal  $\rightarrow$  &identificador
|
|   rpar-formal.a = pformal_ref(tipo.a, indentificador.lex)
rpar-formal  $\rightarrow$  identificador
|
|   rpar-formal.a = pformal_noref(tipo.a, indentificador.lex)
par-reales  $\rightarrow$  (rpar-reales
|
|   rpar-reales.ah = no_preales()
|   par-reales.a = rpar-reales.a
rpar-reales  $\rightarrow$  lista-par-real)
|
|   rpar-reales.a = si_preales(lista-par-real.a)
rpar-reales  $\rightarrow$ )
|
|   rpar-reales.a = no_preales()
lista-par-real  $\rightarrow$  E0 rlista-par-real
|
|   rlista-par-real.ah = una_exp(E0.a)
|   lista-par-real.a = lista-par-real.a
rlista-par-real  $\rightarrow$ , lista-par-real
|
|   rlista-par-real1.ah = muchas_exp(E0.a, rlista-par-real0.ah)
|   rlista-par-real0.a = rlista-par-real1.a
rlista-par-real  $\rightarrow$   $\epsilon$ 
|
|   rlista-par-real.a = una_exp(E0.a)
instruccion  $\rightarrow$  eval
|
|   instruccion.a = eval.a
instruccion  $\rightarrow$  @ E0
|
|   instruccion.a = inst_eval(E0.a)
instruccion  $\rightarrow$  if E0 bloque rif
|
|   rif.ah = inst_if(E0.a, bloque.a)
|   instruccion.a = rif.a
rif  $\rightarrow$  else bloque
|
|   rif.a = inst_else(E0.a, bloque0.a, bloque1.a)
rif  $\rightarrow$   $\epsilon$ 
|
|   rif.a = inst_if(E0.a, bloque.a)

```

```

instruccion  $\longrightarrow$  while  $E0$  bloque
|      instruccion.a = inst_while( $E0.a$ , bloque.a)
instruccion  $\longrightarrow$  new  $E0$ 
|      instruccion.a = inst_new( $E0.a$ )
instruccion  $\longrightarrow$  delete  $E0$ 
|      instruccion.a = inst_delete( $E0.a$ )
instruccion  $\longrightarrow$  read  $E0$ 
|      instruccion.a = inst_read( $E0.a$ )
instruccion  $\longrightarrow$  write  $E0$ 
|      instruccion.a = inst_write( $E0.a$ )
instruccion  $\longrightarrow$  call identificador par-reales
|      instruccion.a = inst_call(identificador.a, par-reales.a)
instruccion  $\longrightarrow$  nl
|      instruccion.a = inst_nl()
instruccion  $\longrightarrow$  bloque
|      instruccion.a = inst_blo(bloque.a)
 $E0 \longrightarrow E1$   $rE0$ 
|       $rE0.ah = E1.a$ 
|       $E0.a = rE0.a$ 
 $rE0 \longrightarrow E0$ 
|       $rE0.a = \mathbf{exp\_asig}(E1.a, E0.a)$ 
 $rE0 \longrightarrow \epsilon$ 
|       $rE0.a = E1.a$ 
 $E1 \longrightarrow E2$   $rE1$ 
|       $rE1.ah = E2.a$ 
|       $E1.a = rE1.a$ 
 $rE1 \longrightarrow OP1$   $E2$   $rE1$ 
|       $rE1_1.ah = \mathbf{mkop}(OP1.op, rE1_0.ah, E2.a)$ 
|       $rE1_0.a = rE1_1.a$ 
 $rE1 \longrightarrow \epsilon$ 
|       $rE1.a = rE1.ah$ 
 $E2 \longrightarrow E3 - E3$   $rE2$ 
|       $rE1.ah = \mathbf{exp\_resta}(E3_0.a, E3_1.a)$ 
|       $E2.a = rE2.a$ 
 $E2 \longrightarrow E3$   $rE2$ 
|       $rE2.ah = E3.a$ 
|       $E2.a = rE2.a$ 
 $rE2 \longrightarrow +$   $E3$   $rE2$ 
|       $rE2_1.ah = \mathbf{exp\_suma}(rE2_0.ah, E3.a)$ 
|       $rE2_0.a = rE2_1.a$ 
 $rE2 \longrightarrow \epsilon$ 
|       $rE2.a = rE2.ah$ 
 $E3 \longrightarrow E4$   $rE3$ 
|       $rE3.ah = E4.a$ 
|       $E3.a = rE3.a$ 
 $rE3 \longrightarrow \mathbf{and}$   $E3$ 
|       $rE3.a = \mathbf{exp\_and}(E4.a, E3.a)$ 
 $rE3 \longrightarrow \mathbf{or}$   $E4$ 
|       $rE3.a = \mathbf{exp\_or}(E4_0.a, E4_1.a)$ 
 $rE3 \longrightarrow \epsilon$ 
|       $rE3.a = E4.a$ 
 $E4 \longrightarrow E5$   $rE4$ 
|       $rE4.ah = E5.a$ 
|       $E4.a = rE4.a$ 
 $rE4 \longrightarrow OP4$   $E5$   $rE4$ 
|       $rE4_1.ah = \mathbf{mkop}(OP4.op, rE4_0.ah, E5.a)$ 
|       $rE4_0.a = rE4_1.a$ 
 $rE4 \longrightarrow \epsilon$ 
|       $rE4.a = rE4.ah$ 
 $E5 \longrightarrow OP5$   $E6$ 

```

```

|      E5.a = mkop(OP5.op, E6.a)
E5 → E6
|      E5.a = E6.a
E6 → E7 rE6
|      rE6.ah = E7.a
|      E6.a = rE6.a
rE6 → OP6 rE6
|      rE61.ah = mkop(rE60.ah, OP6.op)
|      rE60.a = rE61.a
rE6 → ε
|      rE6.a = rE6.ah
E7 → true
|      E7.a = exp_true(true.lex)
E7 → false
|      E7.a = exp_false(false.lex)
E7 → literalEntero
|      E7.a = exp_litEnt(literalEntero.lex)
E7 → literalReal
|      E7.a = exp_litReal(literalReal.lex)
E7 → literalCadena
|      E7.a = exp_litCad(literalCadena.lex)
E7 → identificador
|      E7.a = exp_iden(identificador.lex)
E7 → null
|      E7.a = exp_null(null.lex)
E7 → ( E0 )
|      E7.a = E.a
OP1 → <
|      OP1.op = “ < ”
OP1 → <=
|      OP1.op = “ <= ”
OP1 → >
|      OP1.op = “ > ”
OP1 → >=
|      OP1.op = “ >= ”
OP1 → ==
|      OP1.op = “ == ”
OP1 → !=
|      OP1.op = “ != ”
OP4 → *
|      OP4.op = “ * ”
OP4 → /
|      OP4.op = “ / ”
OP4 → %
|      OP4.op = “ % ”
OP5 → -
|      OP5.op = “ - ”
OP5 → not
|      OP5.op = “ not ”
OP6 → [ E0 ]
|      OP6.op = E0.a
OP6 → identificador
|      OP6.op = identificador.lex
OP6 → ^
|      OP6.op = “ ^ ”

```


4 | Especificación del procesamiento de impresión

```
imprime(prog(Blo)):  
    imprime(Blo)
```

```
imprime(bloq(Decs, Instr)):  
    print "{"  
    nl  
    imprime(Decs)  
    imprime(Instr)  
    print "}"  
    nl
```

```
imprime(si_decs(LDecs)):  
    imprime(Ldecs)  
    print "&&"  
    nl
```

```
imprime(no_decs(LDecs)): noop  
imprime(muchas_decs(Ldecs, Dec)):  
    imprime(ldecs)  
    print ";"  
    nl  
    imprime(Dec)
```

```
imprime(una_dec(Dec)):  
    imprime(Dec)
```

```
imprime(muchas_var(lvar, Dec)):  
    imprime(lvar)  
    print ","  
    nl  
    imprime(Dec)
```

```
imprime(una_var(Dec)):  
    imprime(Dec)  
    nl
```

```
imprime(si_inst(lInstr)):  
    imprime(linstr)  
imprime(no_inst()): noop  
imprime(muchas_inst(linstr, instr)):  
    imprime(linstr)  
    print ";"  
    nl  
    imprime(instr)
```

```
imprime(una_inst(instr)):  
    imprime(instr)
```

```
imprime(dec_simple(Tipo, Id)):  
    imprime(Tipo)  
    print Id  
    nl
```

```
imprime(dec_proc(Id, Par-formal, bloq)):  
    print Id  
    nl  
    imprime(Par-formal)  
    imprime(bloq)  
  
imprime(tipo_array(Tipo, N)):  
    imprime(Tipo)  
    print ", "  
    nl  
    imprime(N)  
  
imprime(tipo_punt(Tipo2)):  
    print "^ "  
    nl  
    imprime(Tipo2)  
  
imprime(tipo_bool()):  
    print "<bool> "  
    nl  
  
imprime(tipo_int()):  
    print "<int> "  
    nl  
  
imprime(tipo_real()):  
    print "<real> "  
    nl  
  
imprime(tipo_string()):  
    print "<string> "  
    nl  
  
imprime(tipo_ident(Id)):  
    print Id  
    nl  
  
imprime(Tipo_struct(lvar)):  
    print "<struct> "  
    nl  
    print "{ "  
    nl  
    imprime(lvar)  
    print "}"  
    nl  
  
imprime(si_pformal(l-par-formal)):  
    imprime(l-par-formal)  
  
imprime(no_pformal()):noop  
  
imprime(muchos_pformal(par-formal, l-par-formal)):  
    imprime(par-formal)  
    print ", "  
    nl  
    imprime(l-par-formal)  
  
imprime(un_pformal(par-formal)):  
    imprime(par-formal)
```

```
imprime(pformal-ref(Tipo, Id)):
    imprime(Tipo)
    print Id
    nl

imprime(pformal_noref(Tipo, Id)):
    imprime(Tipo)
    print Id
    nl

imprime(si_preales(l-par-real)):
    imprime(l-par-real)

imprime(no_preales()): noop

imprime(muchas_exp(Exp, l-par-real)):
    imprime(Exp)
    print ","
    nl
    imprime(l-par-real)

imprime(una_exp(Exp)):
    imprime(Exp)
    nl

imprime(inst_eval(Exp)):
    imprime(Exp)

imprime(inst_if(Exp, bloq)):
    print "<if>"
    nl
    imprime(Exp)
    imprime(bloq)

imprime(inst_else(Exp, bloq, bloq)):
    print "<if>"
    nl
    imprime(Exp)
    imprime(bloq)
    print "<else>"
    nl
    imprime(bloq)

imprime(inst_while(Exp, bloq)):
    print "<while>"
    nl
    imprime(Exp)
    imprime(bloq)

imprime(inst_new(Exp)):
    print "<new>"
    nl
    imprime(Exp)

imprime(inst_delete(Exp)):
    print "<delete>"
    nl
    imprime(Exp)
```

```
imprime(inst_read(Exp)):
    print "<read>"
    nl
    imprime(Exp)

imprime(inst_write(Exp)):
    print "<write>"
    nl
    imprime(Exp)

imprime(inst_call(Id, par-real)):
    print "<call>"
    nl
    print Id
    nl
    imprime(par-real)

imprime(inst_blo(bloq)):
    imprime(bloq)

imprime(dec_proc(Id, par-formales, bloq)):
    print "<proc>"
    nl
    print Id
    nl
    imprime(par-formales)
    imprime(bloq)

imprime(dec_type(tipo, Id)):
    print "<type>"
    nl
    imprime(tipo)
    print Id

imprime(nl):
    print "<nl>"
    nl

imprime(exp_true()):
    print "<true>"
    nl

imprime(exp_false()):
    print "<false>"
    nl

imprime(exp_and(Exp4, Exp3)):
    imprime(Exp4)
    print "<and>"
    nl
    imprime(Exp3)

imprime(exp_or(Exp4, exp4)):
    imprime(Exp4)
    print "<or>"
    nl
    imprime(Exp4)
```

```

imprime(exp_not()):
    print "<not>"
    nl

imprime(exp_null()):
    print "<null>"
    nl

imprime(exp_litEnt(N)):
    print N
    nl

imprime(exp_litReal:(R)):
    print R
    nl

imprime(exp_litCad(C)):
    print C
    nl

imprime (EOF()):
    print "<EOF>"

imprime(exp_asig(Opnd0,Opnd1)):
    imprimeExpBin(Opnd0,"=",Opnd1,1,0)
imprime(exp_suma(Opnd0,Opnd1)):
    imprimeExpBin(Opnd0,"+",Opnd1,2,3)
imprime(exp_resta(Opnd0,Opnd1)):
    imprimeExpBin(Opnd0,"-",Opnd1,3,3)
imprime(exp_and(Opnd0,Opnd1)):
    imprimeExpBin(Opnd0,"and",Opnd1,4,3)
imprime(exp_or(Opnd0,Opnd1)):
    imprimeExpBin(Opnd0,"or",Opnd1,4,4)
imprime(exp_mult(Opnd0,Opnd1)):
    imprimeExpBin(Opnd0,"*",Opnd1,4,5)
imprime(exp_div(Opnd0,Opnd1)):
    imprimeExpBin(Opnd0,"/",Opnd1,4,5)
imprime(exp_mod(Opnd0,Opnd1)):
    imprimeExpBin(Opnd0,"%",Opnd1,4,5)

imprime(exp_men(Opnd0,Opnd1)):
    imprimeExpBin(Opnd0,"<",Opnd1,1,2)
imprime(exp_menIgual(Opnd0,Opnd1)):
    imprimeExpBin(Opnd0,"<=",Opnd1,1,2)
imprime(exp_mayor(Opnd0,Opnd1)):
    imprimeExpBin(Opnd0,">",Opnd1,1,2)
imprime(exp_mayIgual(Opnd0,Opnd1)):
    imprimeExpBin(Opnd0,">=",Opnd1,1,2)
imprime(exp_igual(Opnd0,Opnd1)):
    imprimeExpBin(Opnd0,"==",Opnd1,1,2)
imprime(exp_dist(Opnd0,Opnd1)):
    imprimeExpBin(Opnd0,"!=",Opnd1,1,2)

imprime(exp_menos(Opnd0)):
    imprimeExpBin(" -",Opnd0,6)
imprime(exp_not(Opnd0)):
    imprimeExpBin(" not ",Opnd0,6)
imprime(exp_index(Opnd0)):
    imprimeExpBin(" Exp ",Opnd0,6)

```

```

imprime(exp_reg(Opnd0)):
    imprimeExpBin( Id " ,Opnd0,6)
imprime(exp_ind(Opnd0)):
    imprimeExpBin("^",Opnd0,6)

imprimeExpUnario(Opnd0,Op,np0):
    print " "++Op++" "
    imprimeOpnd(Opnd0,np0)

imprimeExpBin(Opnd0,Op,Opnd1,np0,np1):
    imprimeOpnd(Opnd0,np0)
    print " "++Op++" "
    imprimeOpnd(Opnd1,np1)

imprimeOpnd(Opnd,MinPrior):
    if prioridad(Opnd) < MinPrior
        print (
            nl
        end if
    imprime(Opnd)
    nl
    if prioridad(Opnd) < MinPrior
        print (
            l
        end if

prioridad(exp_suma(_,_)): return 2
prioridad(exp_resta(_,_)): return 2
prioridad(exp_and(_,_)): return 3
prioridad(exp_or(_,_)): return 3
prioridad(exp_mul(_,_)): return 4
prioridad(exp_div(_,_)): return 4
prioridad(exp_mod(_,_)): return 4

prioridad(exp_asig(_,_)): return 0
prioridad(exp_men(_,_)): return 1
prioridad(exp_menorIgual(_,_)): return 1
prioridad(exp_mayor(_,_)): return 1
prioridad(exp_mayIgual(_,_)): return 1
prioridad(exp_igual(_,_)): return 1
prioridad(exp_dist(_,_)): return 1

prioridad(exp_menos(_)): return 5
prioridad(exp_not(_)): return 5
prioridad(exp_index(_)): return 6
prioridad(exp_reg(_)): return 6
prioridad(exp_ind(_)): return 6

```

Índice de figuras